



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**APLICACIÓN DE SIKALASTIC - 1K PARA LA
IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO
LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA,
DEPARTAMENTO AMAZONAS**

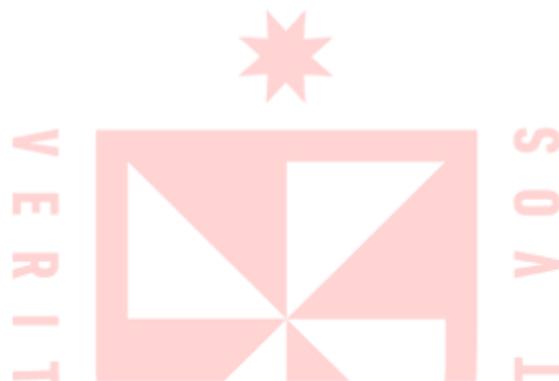
**PRESENTADA POR
DANIEL EDUARDO CHÁVEZ HINOJOSA
ALEXIS ALBERTO LÁZARO ESCALANTE**

ASESORES

**JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

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

**LIMA – PERÚ
2022**



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

Facultad de
Ingeniería y
Arquitectura

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN DE SIKALASTIC - 1K PARA LA
IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL,
DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA,
DEPARTAMENTO AMAZONAS**

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

PRESENTADA POR:

**CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO
LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO**

ASESORES:

**MAG. OBLITAS SANTA MARÍA, JUAN MANUEL
MAG. VILLAR GALLARDO, ERNESTO ANTONIO**

LIMA - PERÚ

2022

Dedico esta tesis a Dios, quien me ilumina por el camino correcto y me da las fuerzas necesarias para lograr mis objetivos y metas; a mis padres, por brindarme todo su apoyo y confiar en mí en todo momento de mi vida.

Daniel Chávez

Dedico esta tesis a Dios por permitirme ser parte de esta investigación; a mi familia por su apoyo incondicional en todo momento y por darme las fuerzas necesarias para no rendirme ante las adversidades; a mis 2 hijos, Adiel y Rodrigo, por ser la motivación para alcanzar mis objetivos y por regalarme su tiempo para poder lograr mis metas; a mis padres por su lealtad durante todo este tiempo.

Alexis Lázaro

Agradecemos a Dios por darnos vida y permitirnos vivir experiencias hermosas; a nuestros padres y familiares por brindarnos su constante apoyo en el desarrollo de este proyecto de investigación; a los asesores e ingenieros que aportaron su conocimiento durante el desarrollo de esta investigación; al Consorcio Saneamiento Sauce por brindarnos las facilidades de acudir a obra y realizar las distintas pruebas y a la Universidad de San Martín de Porres por formarnos como buenos profesionales.

A todos los mencionados, gracias.

Daniel Chávez

Alexis Lázaro

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xxi
INTRODUCCIÓN	xxiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción de la Situación Problemática	1
1.2 Argumentación del Problema	8
1.3 Formulación del Problema	12
1.4 Objetivos	13
1.5 Justificación	13
1.6 Impacto Potencial	15
1.7 Viabilidad	16
1.8 Limitaciones	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de Investigación	20
2.2 Bases Teóricas	26
2.3 Definición de Términos Básicos	73
2.4 Hipótesis	74
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	
3.1 Diseño Metodológico	76
	Pág.

3.2 Población y Muestra	78
3.3 Definición de Variables	87
3.4 Operacionalización de Variables	91
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	92
3.6 Técnicas y Herramientas de Procesamiento de Datos	92
3.7 Procedimiento	93
3.8 Materiales y Equipos	95
CAPÍTULO IV: DESARROLLO	
4.1 Estado Situacional del Tanque Imhoff antes de la Intervención	98
4.2 Procedimiento de Evaluación y Aplicación del Sikalastic – 1K	113
CAPÍTULO V: RESULTADOS	
5.1 Absorción del Concreto Endurecido ASTM (NTP 339.187 & NTP 339.601)	176
5.2 Resistencia a los Álcalis, Cloruros y Sulfatos	195
5.3 Puenteo de Microfisuras	200
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	
6.1 Contrastación de Hipótesis	223
6.2 Discusión de Antecedentes	240
CONCLUSIONES	243
RECOMENDACIONES	245
FUENTES DE INFORMACIÓN	247
ANEXOS	255

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Descargas de Aguas Residuales Domésticas sin Tratamiento, según Departamento, 2013-2019 (metros cúbicos)	2
Tabla 2: Criterios para las Propuestas de Mejora	9
Tabla 3: Criterios de Importancia para el Proyecto	10
Tabla 4: Fórmula para una Población Infinita	79
Tabla 5: Cuantía de Testigos para el Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días de Curado	80
Tabla 6: Cuantía de Testigos para el Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días de Curado	80
Tabla 7: Cuantía de Testigos Patrón para el Ensayo de Absorción del Concreto	81
Tabla 8: Cuantía de Testigos para el Ensayo de Absorción con la Aplicación con Rodillo	82
Tabla 9: Cuantía de Testigos para el Ensayo de Absorción con la Aplicación con Brocha	82
Tabla 10: Cuantía de Testigos para el Ensayo de Absorción con la Aplicación con Plancha	82
Tabla 11: Cuantía de Muestras para el Ensayo de Resistencia a los Álcalis	83
Tabla 12: Cuantía de Muestras para el Ensayo de Resistencia a los Cloruros	84

	Pág.
Tabla 13: Cuantía de Muestras para el Ensayo de Resistencia a los Sulfatos	84
Tabla 14: Cuantía de Testigos para Verificar el Punteo de Microfisuras con la Aplicación con Rodillo	85
Tabla 15: Cuantía de Testigos para Verificar el Punteo de Microfisuras con la Aplicación con Brocha	86
Tabla 16: Cuantía de Testigos para Verificar el Punteo de Microfisuras con la Aplicación con Plancha	86
Tabla 17: Variable Dependiente e Independiente	87
Tabla 18: Definición Conceptual de Variable Independiente	87
Tabla 19: Definición Conceptual de Variable Dependiente	88
Tabla 20: Definición Operacional de Variable Independiente	89
Tabla 21: Definición Operacional de Variable Dependiente	90
Tabla 22: Operacionalización de Variables	91
Tabla 23: Contrastación de Hipótesis General	223
Tabla 24: Contrastación de Hipótesis Específica 1	224
Tabla 25: Contrastación de Hipótesis Específica 2	229
Tabla 26: Contrastación de Hipótesis Específica 3	233
Tabla 27: Discusión de Antecedente Internacional	240
Tabla 28: Discusión de Antecedente Internacional	241
Tabla 29: Discusión de Antecedente Nacional	241
Tabla 30: Discusión de Antecedente Nacional	242

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Histograma de Descargas de Aguas Residuales sin Tratamiento en Amazonas	3
Figura 2: Proyección de m ³ de Aguas Residuales	4
Figura 3: Cantidad de Litros de Aguas Residuales al día	5
Figura 4: Estado Situacional de la Estructura del Tanque Imhoff	8
Figura 5: Propuestas de Mejora para el Proyecto según Expertos	9
Figura 6: Importancia de la Ejecución del Proyecto según Expertos	10
Figura 7: Diagrama Ishikawa	11
Figura 8: Beneficiados, Población del Caserío Laurel	14
Figura 9: Oficina del Consorcio Saneamiento Sauce	17
Figura 10: Letrero del Caserío Laurel	17
Figura 11: Decreto Supremo N.º 035-2022-PCM.	19
Figura 12: Componentes del Concreto	27
Figura 13: Resistencia a la Compresión Axial	33
Figura 14: Resistencia a la Tracción	33
Figura 15: Resistencia a la Flexión	34
Figura 16: Rejilla de una PTAR	37
Figura 17: Corte Transversal del Tanque Imhoff del Caserío Laurel	40
Figura 18: Red Emisora de Aguas Residuales	42
Figura 19: Ingreso de Aguas Residuales hacia el Tanque Imhoff	43
Figura 20: Cámara de Sedimentación, Muros Inclinados	44
Figura 21: Cámara de Digestión	44

	Pág.
Figura 22: Ventanas de Ventilación	45
Figura 23: Válvula de Expulsion de Lodos	46
Figura 24: Cámara de Rejas	49
Figura 25: Vista del Tanque Imhoff	50
Figura 26: Filtro Biológico	51
Figura 27: Lecho de Secado	52
Figura 28: Sedimentador	52
Figura 29: Cámara de Cloración	53
Figura 30: Buzón de Lixiviados	54
Figura 31: Aguas Residuales	55
Figura 32: Representación de una Fisuración por Asiento en la Unión de Dintel a Columna	59
Figura 33: Representación de una Fisuración por Retraccion Plástica	60
Figura 34: Representación de una Fisuración por Asiento del Subsuelo	61
Figura 35: Representación de una Fisuración por Torsión en Vigas de Borde de Escalera	62
Figura 36: Representación de una Fisuración Leve por Flexión	62
Figura 37: Representación de una Fisuración por Esfuerzo Cortante	63
Figura 38: Representación de una Fisuración por Retracción por Secado	64
Figura 39: Representación de una Fisuración por el Ataque de Sulfatos	65
Figura 40: Representación de una Fisuración por Reactividad Álcali del Agregado	66
Figura 41: Sikalastic – 1K	70
Figura 42: Ciclo de Desarrollo del Proyecto	97
Figura 43: Filtraciones en las Paredes del Tanque Imhoff	98
Figura 44: Filtraciones en la Estructura Hidráulica	99
Figura 45: Filtraciones Detectadas en el Muro	99
Figura 46: Filtraciones en la Parte Inferior Derecha del Tanque	100
Figura 47: Filtraciones en el Tanque Imhoff	100
Figura 48: Filtraciones en Parte Inferior de la Brida Rompe Aguas	101
Figura 49: Formación de Moho por Exceso de Saturación	101
Figura 50: Filtraciones en Muro del Tanque	102

	Pág.
Figura 51: Filtraciones Visibles en la Parte Exterior	102
Figura 52: Irregularidad en Muros de 2 Centímetros	103
Figura 53: Medición de Irregularidades en todos los Muros	104
Figura 54: Limpieza del Mortero y Brea	105
Figura 55: Brea Impregnada en los Muros de Concreto	105
Figura 56: Remoción de Mortero y Brea de los Muros del Tanque	106
Figura 57: Remoción del Mortero y Brea de los Muros Interiores	106
Figura 58: Remoción del Mortero con Brea a la Altura del Water Stop	107
Figura 59: Aplicación de Mortero con Impermeabilizante 1:3 C:A	108
Figura 60: Resanes con Mortero en Paredes del Tanque Imhoff	108
Figura 61: Resane Mal Ejecutado con Brea y Mortero	109
Figura 62: Resanes con Mortero a la Altura del Water Stop	109
Figura 63: Aditivo Chema Clean Multiuso	110
Figura 64: Aditivo Chema Flex	111
Figura 65: Preparación del Aditivo Chema Flex	111
Figura 66: Aplicación del Chema Flex a la Estructura del Tanque Imhoff	112
Figura 67: Aplicación de Chema Flex a todos los Muros	112
Figura 68: Aplicación de la Primera Capa	113
Figura 69: Frasco con Líquido Residual	114
Figura 70: Muestra de Agua Residual Captada de Red Colectora	115
Figura 71: Resultados de Muestra 001	116
Figura 72: Resultados de Muestra 002	117
Figura 73: Resultados de Muestra 003	118
Figura 74: Mezcla de la Hormigonera	119
Figura 75: Muestras Cilíndricas y Rectangulares	120
Figura 76: Vaciado de Muestras Rectangulares	121
Figura 77: Vaciado de Concreto	122
Figura 78: 25 Golpes con Varilla	122
Figura 79: 15 Golpes con Martillo de Goma	123
Figura 80: Enrasado de Material	123
Figura 81: Probetas Cilíndricas	124
Figura 82: Vaciado de Muestras Rectangulares	124

	Pág.
Figura 112: Aplicación del Sikalastic – 1K con Rodillo, Tercera Capa	142
Figura 113: Testigos Revestidos con 3 Capas de Sikalastic – 1K, con Rodillo	143
Figura 114: Aplicación con Brocha al Testigo Rectangular	143
Figura 115: Testigos Revestidos con 3 Capas de Sikalastic – 1K, con Brocha	144
Figura 116: Aplicación con Espátula	144
Figura 117: Testigos Revestidos con 3 Capas de Sikalastic – 1K, con Espátula	145
Figura 118: Equipo de Compresión	146
Figura 119: Resultados del Ensayo a Compresión de las Probetas	147
Figura 120: Pesaje de Muestras Patrón	148
Figura 121: Muestras Sumergidas en Agua para Ensayo de Absorción	148
Figura 122: Saturación de Muestras	149
Figura 123: Muestras con la Aplicación del Aditivo con Diferentes Capas	150
Figura 124: Muestras Secados en el Horno a 110°C	150
Figura 125: Muestras con la Aplicación del Aditivo Sumergidas en Agua	151
Figura 126: Morteros para Ensayo de Resistencia Química	152
Figura 127: Aplicación del Aditivo a los Morteros.	152
Figura 128: Muestras para Prueba con Álcalis y Cloruros	153
Figura 129: Muestras para Prueba con Sulfatos	153
Figura 130: Muestras con la Aplicación del Aditivo Sumergidas en Agua	154
Figura 131: Muestras Fisuradas	155
Figura 132: Muestras Fisuradas con la Aplicación del Aditivo	155
Figura 133: Muestras Fisuradas con la Aplicación del Aditivo	156
Figura 134: Muestras Fisuradas en Proceso de Secado en el Horno a 110°C	156
Figura 135: Muestras Fisuradas Sumergidas en Agua para Ensayo de Absorción	157
Figura 136: Sikalastic – 1K en Campo	158
Figura 137: Preparación del Sikalastic – 1K	158

	Pág.
Figura 138: Aplicación del Sikalastic – 1K en el Tanque Imhoff, Primera Capa	159
Figura 139: Aplicación de la Primera Capa del Sikalastic – 1K con Rodillo	159
Figura 140: Aplicación del Sikalastic – 1K en el Tanque Imhoff, Segunda Capa	160
Figura 141: Aplicación del Sikalastic – 1K en el Tanque Imhoff, Tercera Capa	160
Figura 142: Llenado del Tanque Imhoff por Medio de Red Colectora	161
Figura 143: Tanque Imhoff Completamente Lleno	162
Figura 144: Primera Prueba Hidráulica con Presencia del Residente y Supervisión	162
Figura 145: Primera Prueba Hidráulica en Presencia del Residente, Supervisión y Autoridades del Caserío Laurel	163
Figura 146: Prueba Hidráulica del Tanque Imhoff	163
Figura 147: Verificación de la Prueba Hidráulica Después de la Aplicación del Aditivo	164
Figura 148: Prueba Hidráulica Tanque Imhoff Lleno de Agua hasta su Máximo Nivel	164
Figura 149: Exterior de la Estructura del Tanque Imhoff donde se Verifica que ya no Existen Filtraciones	165
Figura 150: Estructura del Tanque Imhoff sin Presencia de Filtraciones	165
Figura 151: Tanque Imhoff Caserío Laurel Después de la Primera Prueba Hidráulica	166
Figura 152: Estado de la Estructura Después de la Prueba Hidráulica	166
Figura 153: Llenado del Tanque Imhoff	167
Figura 154: Proceso de Llenado para la Realización de la Prueba Hidráulica	167
Figura 155: Tanque Imhoff Lleno de Agua	168
Figura 156: Prueba de Estanqueidad	169
Figura 157: Prueba de Estanqueidad	169
Figura 158: Medición del Nivel de Agua del Tanque Imhoff	170

	Pág.
Figura 159: Medición del Nivel de Agua en la Cámara de Natas del Tanque	170
Figura 160: Medición del Nivel de Agua	171
Figura 161: Primera Medición del Nivel de Agua, 70cm	171
Figura 162: 2da Medición del Nivel de Agua	172
Figura 163: Medición del Nivel de Agua	173
Figura 164: Segunda Medición del Nivel de Agua, 70.2cm	173
Figura 165: Medición del Nivel de Agua en la Cámara de Digestión	174
Figura 166: Medición del Nivel de Agua en otras Partes del Tanque Imhoff	175
Figura 167: Medición para Comprobar el Nivel de Agua en otras Zonas	175
Figura 168: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos Patrón	177
Figura 169: Porcentajes Obtenidos del Concreto Patrón	178
Figura 170: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos con 1 Capa, Rodillo	179
Figura 171: Porcentajes Obtenidos de Concreto con 1 Capa, Rodillo	179
Figura 172: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos con 2 Capas, Rodillo	180
Figura 173: Porcentajes Obtenidos de Concreto con 2 Capas, Rodillo	181
Figura 174: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos con 3 Capas, Rodillo	182
Figura 175: Porcentajes Obtenidos de Concreto con 3 Capas, Rodillo	183
Figura 176: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos con 1 Capa, Brocha	184
Figura 177: Porcentajes Obtenidos de Concreto con 1 Capa, Brocha	185
Figura 178: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos con 2 Capas, Brocha	186
Figura 179: Porcentajes Obtenidos de Concreto con 2 Capas, Brocha	187
Figura 180: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos con 3 Capas, Brocha	188
Figura 181: Porcentajes Obtenidos de Concreto con 3 Capas, Brocha	189

	Pág.
Figura 182: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos con 1 Capa, Plancha	190
Figura 183: Porcentajes Obtenidos de Concreto con 1 Capa, Plancha	191
Figura 184: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos con 2 Capas, Plancha	192
Figura 185: Porcentajes Obtenidos de Concreto con 2 Capas, Plancha	193
Figura 186: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos con 3 Capas, Plancha	194
Figura 187: Porcentajes Obtenidos de Concreto con 3 Capas, Plancha	195
Figura 188: Resultados del Ensayo de Resistencia a los Álcalis	196
Figura 189: Niveles de Reactividad Obtenidas con la Metodología ASTM C289	196
Figura 190: Resultados del Ensayo de Resistencia a los Cloruros	197
Figura 191: Niveles de Reactividad Obtenidas con la Metodología ASTM D512	198
Figura 192: Resultados del Ensayo a Testigos Patrón	199
Figura 193: Niveles de Reactividad Obtenidas con la Metodología ASTM D516	199
Figura 194: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos Fisurados con 1 Capa, Rodillo	201
Figura 195: Porcentajes Obtenidos de Concreto Fisurado con 1 Capa, Rodillo	202
Figura 196: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos Fisurados con 2 Capas, Rodillo	203
Figura 197: Porcentajes Obtenidos de Concreto Fisurado con 2 Capas, Rodillo	204
Figura 198: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos Fisurados con 3 Capas, Rodillo	205
Figura 199: Porcentajes Obtenidos de Concreto Fisurado con 3 Capas, Rodillo	206
Figura 200: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos Fisurados con 1 Capa, Brocha	207

	Pág.
Figura 201: Porcentajes Obtenidos de Concreto Fisurado con 1 Capa, Brocha	208
Figura 202: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos Fisurados con 2 Capas, Brocha	209
Figura 203: Porcentajes Obtenidos de Concreto Fisurado con 2 Capas, Brocha	210
Figura 204: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos Fisurados con 3 Capas, Brocha	211
Figura 205: Porcentajes Obtenidos de Concreto Fisurado con 3 Capas, Brocha	212
Figura 206: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos Fisurados con 1 Capa, Plancha	213
Figura 207: Porcentajes Obtenidos de Concreto Fisurado con 1 Capa, Plancha	214
Figura 208: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos Fisurados con 2 Capas, Plancha	215
Figura 209: Porcentajes Obtenidos de Concreto Fisurado con 2 Capas, Plancha	216
Figura 210: Resultados del Ensayo de Absorción a Testigos Fisurados con 3 Capas, Plancha	217
Figura 211: Porcentajes Obtenidos de Concreto Fisurado con 3 Capas, Plancha	218
Figura 212: Verificación de la Prueba de Estanqueidad	219
Figura 213: Verificación de Muros Exteriores, sin Filtraciones	219
Figura 214: Primera Medición del Nivel de Agua	220
Figura 215: Primera Medición del Nivel de Agua, Resultado= 70cm	221
Figura 216: Segunda Medición del Nivel de Agua, Resultado= 70.2cm	222
Figura 217: Prueba de Estanqueidad	223
Figura 218: Porcentajes Obtenidos del Concreto Patrón	225
Figura 219: Comparación de Porcentajes Promedios Obtenidos con 1 Capa	225

	Pág.
Figura 220: Comparación de Porcentajes Promedios Obtenidos con 2 Capas	226
Figura 221: Comparación de Porcentajes Promedios Obtenidos con 3 Capas	227
Figura 222: Comparación de Porcentajes Promedios de los Diferentes Métodos de Aplicación con cada una de las Capas	228
Figura 223: Químicos Presentes en Aguas Residuales según Análisis Físico – Químico	230
Figura 224: Reactividad a los Álcalis	230
Figura 225: Reactividad a los Cloruros	231
Figura 226: Reactividad a los Sulfatos	232
Figura 227: Comparación de Porcentajes Promedios Obtenidos en Testigos Fisurados con 1 Capa	234
Figura 228: Comparación de Porcentajes Promedios Obtenidos en Testigos Fisurados con 2 Capas	235
Figura 229: Comparación de Porcentajes Promedios Obtenidos en Testigos Fisurados con 3 capas	236
Figura 230: Comparación de Porcentajes Promedios de los Diferentes Métodos de Aplicación con cada una de las Capas	237
Figura 231: Paredes Exteriores de la Estructura del Tanque Imhoff sin Filtraciones de Agua	238
Figura 232: Primera Medición del Nivel de Agua, Resultado= 70cm	239
Figura 233: Segunda Medición del Nivel de Agua, Resultado= 70.2cm	239

RESUMEN

En la actualidad se han suscitado múltiples factores que han ocasionado que las estructuras pertenecientes a la planta de tratamiento de aguas residuales presenten filtraciones debido a una falta control de calidad y seguimiento de los procesos constructivos, esto ha conllevado a la utilización y aplicación de aditivos impermeabilizantes para extender su vida útil.

Esta tesis propone determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic – 1K para la impermeabilización de la estructura del tanque Imhoff, garantizando así la correcta funcionalidad de la planta de tratamientos de líquidos residuales. La metodología tiene un tipo descriptivo – experimental con un enfoque cuantitativo, realizando 63 testigos de concreto y 27 morteros, sometiéndolos a ensayos de laboratorio para obtener la relación óptima y solucionar las filtraciones presentadas.

Se efectuaron los ensayos permisibles determinando los factores relevantes a tomarse en cuenta para revestir la estructura del tanque con el Sikalastic – 1K, como resultado se obtuvo que, con la aplicación del aditivo se redujo considerablemente el porcentaje de absorción hasta un 88.5 % comparando el concreto patrón con la muestra más óptima, también se obtuvo que es resistente al 100% al ataque de álcalis, cloruros y sulfatos. Las muestras con fisuras obtuvieron un porcentaje de absorción de 0.38% logrando puentear las microfisuras, por lo tanto, se concluyó que con la

aplicación del Sikalastic – 1K se impermeabiliza la estructura del tanque de tratamiento de aguas residuales y se logra puentear las microfisuras presentadas en el tanque Imhoff.

Palabras claves: aguas residuales, álcalis, cloruros, sulfatos, microfisuras, tanque Imhoff, impermeabilización

ABSTRACT

Currently, multiple factors have caused the structures belonging to the wastewater treatment plant to leak due to a lack of quality control and monitoring of the construction processes. This has led to the use and application of waterproofing additives to extend their useful life.

This thesis proposes to determine the influence of the application of Sikalastic - 1K for the waterproofing of the Imhoff tank structure, thus guaranteeing the correct functionality of the wastewater treatment plant. The methodology has a descriptive-experimental type with a quantitative approach, performing 63 concrete cores and 27 mortars, subjecting them to laboratory tests to obtain the optimum ratio and solve the leaks presented.

Permissible tests were carried out to determine the relevant factors to be considered to coat the tank structure with Sikalastic - 1K; as a result, it was obtained that, with application of the additive, the absorption percentage was considerably reduced up to 88.5 % comparing the standard concrete with the most optimal sample, also, it was obtained that it is 100% resistant to the attack of alkalis, chlorides and sulfates. Samples with cracks obtained an absorption percentage of 0.38%, bridging the microcracks, therefore, the application of Sikalastic - 1K waterproofed the structure of the wastewater treatment tank, bridging the microcracks in the Imhoff tank.

Key words: wastewater, alkalis, chlorides, sulfates, microcracks, Imhoff tank, waterproofing.

NOMBRE DEL TRABAJO

**APLICACIÓN DE SIKALASTIC - 1K PARA
LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE
DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUAL
E**

AUTOR

**DANIEL EDUARDO CHÁVEZ HINOJOSA A
LEXIS ALBERTO LÁZARO ESCALANTE**

RECuento DE PALABRAS

37281 Words

RECuento DE CARACTERES

202122 Characters

RECuento DE PÁGINAS

280 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

22.3MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 21, 2022 12:38 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 21, 2022 12:41 PM GMT-5

● **8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



INTRODUCCIÓN

En el Perú se generan 2'217,946 m³ de líquidos residuales al día, donde solo un 32% pasan por una planta de tratamiento y el 68% restante no son tratadas, generando un gran impacto ambiental como la contaminación de los recursos hídricos. En la selva del Perú cada habitante genera 136 litros de líquidos residuales como promedio. Debido al crecimiento poblacional se estima que para el 2024 la cantidad de aguas negras se dupliquen considerablemente ocasionando un alto riesgo ambiental esto según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

Una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) es un conjunto de estructuras de concreto armado que consta de cámara de rejillas, tanque séptico o Imhoff, lecho de secado, sedimentador, clorinador y un buzón de lixiviados los cuales forman un sistema que se encargan de purificar las aguas residuales y ser reutilizadas para el riego de sembríos o ser dirigidos nuevamente al cauce de los ríos, lagos o quebradas.

Los proyectos de abastecimiento de agua y alcantarillado son proyectados a 20 años, los cuales requieren un mantenimiento de operación constante para su correcto funcionamiento. Los expedientes técnicos de estos proyectos contienen muchas deficiencias de diseño ya que son copiados de otros proyectos y no son tratados como uno en particular, esto ha conllevado a tener muchas deficiencias durante su ejecución y sumándole a eso los

factores climáticos que no permiten una correcta construcción de las estructuras, ocasionando elementos con microfisuras, filtraciones y cangrejas.

Las filtraciones en estructuras hidráulicas son muy recurrentes por inadecuados procesos constructivos. Hay muchos factores que intervienen como los controles de calidad, la mano de obra no especializada, agregados de pésima calidad, inadecuado almacenamiento de materiales y las condiciones climáticas. Hoy en día existen infinidad de aditivos para dar soluciones a diversos problemas encontrados durante su ejecución y puesta en funcionamiento. Para solucionar filtraciones existen aditivos impermeabilizantes que garantizan el funcionamiento y mejoran la calidad de estas estructuras.

Para este proyecto se propone utilizar el Sikalastic – 1K, que es un aditivo impermeabilizante mono componente flexible, para impermeabilizar y puentear las microfisuras del tanque Imhoff; este aditivo también presenta una resistencia a los álcalis. El Sikalastic – 1K no es muy conocido aún en el mercado, pero está ganando un lugar en el rubro de la construcción debido a su sencilla aplicación y múltiples beneficios.

Los agentes químicos son elementos perjudiciales para el concreto. En esta tesis se analizaron tres agentes corrosivos para el concreto, entre ellos están los álcalis, los cuales tienen agentes muy perjudiciales como el óxido de calcio y potasio que ocasionan el deterioro del concreto generando la fracturación de este, exponiendo al acero de la estructura. También tenemos a los sulfatos que generalmente producen presiones internas en el concreto logrando fisurarlo, lo que ocasiona la disminución de la resistencia mecánica. Por último; los cloruros, son agentes ubicados en las aguas negras. Estos atacan directamente al concreto, generando corrosión del acero, desintegración del concreto y un acorte considerable de la vida útil de cualquier estructura de concreto.

Como antecedentes para el progreso de este proyecto se investigó sobre los ensayos permitidos para estos casos de impermeabilización de estructuras hidráulicas para determinar la influencia de distintos aditivos en el concreto. Estudiaron la influencia adicionando distintos porcentajes de masa del aditivo en concretos con resistencias variadas. Con respecto a las microfisuras, hubo investigaciones donde realizaron fisuras a probetas para luego reducir el ancho de estas e impermeabilizar las probetas con la aplicación de aditivos.

La problemática de esta investigación se elaboró en base al estado situacional en el que se encontraba la estructura del tanque Imhoff, el cual presentaba filtraciones de agua en todo su perímetro (muros) después de ser sometida a una prueba hidráulica a los 28 días después del vaciado de concreto, generando el malestar social y presionando a la empresa ejecutora para una respectiva demolición.

El proyecto de tesis que se presentará posteriormente tiene como uno de los objetivos específicos determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic – 1K en la absorción del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ sometiendo 30 testigos de concreto al ensayo de absorción según las normas NTP 339.187 y NTP 399.601.

También se determinará la influencia de la aplicación de Sikalastic – 1K en la resistencia al ataque de los álcalis, cloruros y sulfatos en el concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ de la planta de tratamiento de aguas residuales realizando un análisis físico – químico al líquido residual de la red colectora de una PTAR cercana ubicada en el distrito de Jamalca para obtener la concentración máxima de partículas por millón de estos químicos y poder someter los morteros a concentraciones mayores de las máximas encontradas, siguiendo las normas ASTM C289, ASTM D512 y ASTM D516 respectivamente.

En el último objetivo se determinará la influencia de la aplicación de Sikalastic – 1K en el puenteo de microfisuras del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ del tanque Imhoff sometiendo 27 testigos de concreto fisurado con una amoladora

al ensayo de absorción según las normas NTP 339.187 y NTP 399.601 para luego revestir la estructura del tanque Imhoff con el aditivo y puentear las microfisuras identificadas.

La importancia de esta investigación es lograr impermeabilizar y solucionar filtraciones revistiendo superficialmente el Sikalastic – 1K en las paredes de la estructura del tanque Imhoff en beneficio de los pobladores del caserío Laurel y de esta manera poder incluir al aditivo en futuros expedientes técnicos como solución inmediata a estos problemas, garantizando la correcta funcionalidad de estructuras hidráulicas. También es importante porque permite mejorar y extender la vida útil de la estructura durante su funcionamiento.

En el primer capítulo se describe la problemática presentada en el proyecto, buscando mejorar los conocimientos sobre el tema. Después se genera la formulación del problema, donde se plantea el problema general y los problemas específicos, de igual manera, se plantea el objetivo general y los específicos de la investigación. Luego se realiza la justificación del proyecto donde se detalla la importancia, viabilidad, alcance y limitaciones que pudieron presentarse en el desarrollo de esta tesis.

En el segundo capítulo se abordan los argumentos pertenecientes al marco teórico, realizando un resumen de los cinco antecedentes nacionales y los cinco antecedentes internacionales de la investigación remarcando sus objetivos, el diseño y los resultados obtenidos por cada tesis investigada. También se definen las bases teóricas que sostienen el desarrollo de esta investigación en conjunto con las terminologías usadas en ella.

En el tercer capítulo se detalla la hipótesis y la operacionalización de las variables dependiente e independiente. En el cuarto capítulo se detalla el diseño metodológico desarrollado en el transcurso de la elaboración de la tesis, se define el método de investigación del proyecto, su enfoque, el nivel, tipo y diseño de investigación, así como la población a estudiar, la muestra de estudio para los ensayos y los instrumentos, equipos y materiales a utilizar

durante el proceso. En el quinto capítulo se entregan los resultados de la investigación, se desarrolla la contrastación de la hipótesis y se discuten los resultados. Finalmente, se entregan las conclusiones, recomendaciones, fuentes de información y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Situación Problemática

Entre el 2013 y 2019, en el Perú, la cantidad de descargas de aguas residuales sin tratamiento ha ido aumentando considerablemente, como se puede apreciar en la tabla 1, esto debido al crecimiento poblacional. Este crecimiento no solo se ve reflejado en zonas urbanas, si no, también en zonas rurales donde el tratamiento de estas aguas no es controlado debido a un mal manejo de las municipalidades y de las entidades supervisoras, indica la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2019).

Tabla 1

Descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento, según departamento, 2013-2019 (Metro cúbicos).

Departamento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019 P/
Total	440 978 498	357 752 336	335 447 711	346 029 577	234 418 233	243 087 012	262 696 865
Amazonas	3 810 909	3 740 994	3 540 970	3 695 193	4 153 054	4 332 274	4 600 050
Áncash	13 728 096	13 875 179	15 320 583	16 264 590	15 173 521	16 390 841	16 632 112
Apurímac	3 453 636	3 170 666	4 137 603	3 831 353	4 235 956	4 449 259	4 565 208
Arequipa	33 659 065	32 392 630	37 994 486	36 766 861	3 126 464	3 335 065	3 258 512
Ayacucho	13 419	18 682	4 836	110 993	202 053	-	10 606
Cajamarca	7 516 715	6 888 962	7 259 626	7 621 997	7 504 667	7 714 778	8 401 039
Cusco	9 676 200	7 120 237	7 300 393	7 640 346	9 767 191	7 342 430	9 140 161
Huancavelica	2 105 898	2 092 571	2 170 211	2 195 772	2 267 556	2 252 490	2 341 298
Huánuco	10 023 804	10 166 074	10 526 166	10 181 638	10 293 541	10 724 665	11 859 623
Ica	1 578 209	2 038 582	728 730	6 343 158	5 694 794	6 238 131	7 432 825
Junín	28 242 502	27 600 196	27 071 848	28 407 427	29 533 345	29 428 215	29 423 042
La Libertad	12 731 312	15 013 308	216 872	...	12 323 885	11 836 937	12 258 801
Lambayeque	2 303 832	2 141 599	1 125 069	13 825 332	263 962	461 193	384 088
Lima	239 373 547	159 221 443	156 129 386	146 851 652	69 834 095	75 927 981	88 559 064
Loreto	10 410 486	10 582 606	10 559 733	10 926 389	10 562 500	10 390 062	12 645 911
Madre de Dios	1 608 334	1 470 857	1 524 967	1 617 093	1 757 965	1 974 087	2 099 715
Moquegua	3 140 583	2 726 633	1 123 689	419 623	150 128	396 082	288 799
Pasco	1 448 576	1 295 385	1 285 252	1 215 262	1 263 531	1 219 562	1 524 455
Piura	22 609 876	23 392 196	15 694 554	13 053 220	10 561 269	12 261 887	10 970 117
Puno	7 404 738	6 817 084	4 994 780	7 179 415	6 297 863	6 540 805	6 889 966
San Martín	9 239 677	9 235 985	9 183 545	9 810 508	10 252 174	10 532 988	10 665 525
Tacna	3 592 161	3 232 929	3 409 016	4 093 734	4 878 084	5 482 920	5 091 173
Tumbes	4 809 406	4 149 745	4 667 660	4 241 358	3 923 571	3 686 002	3 646 967
Ucayali	8 497 517	9 367 793	9 477 736	9 736 663	10 397 064	10 168 358	10 007 808

Nota: La tabla muestra los datos de los líquidos residuales domésticos descargados sin tratamiento en los departamentos del Perú entre los años 2013 - 2019.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020.

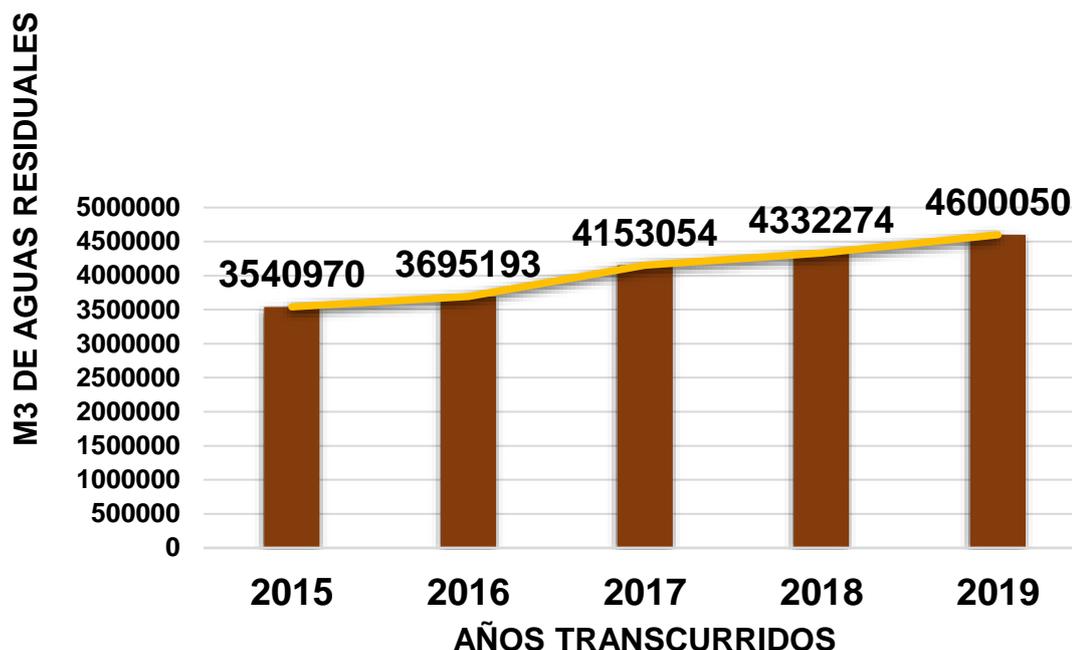
En las zonas rurales se establecen Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), quienes se encargan del mantenimiento y operacionalización de las plantas de tratamiento de líquidos residuales; dichas organizaciones están conformadas por los propios beneficiarios que son capacitados por la empresa ejecutora del proyecto para el correcto mantenimiento de las diversas estructuras que conforman una PTAR. En la región selva, en los últimos años, se ha estado percibiendo un aumento en la cantidad de metros cúbicos de descarga de líquidos residuales sin tratamiento alguno, lo que perjudica al medio ambiente de la zona. Uno de

esos departamentos es Amazonas, quién aumentó considerablemente la cantidad de descarga en los últimos 7 años, como se aprecia en la figura 1.

Figura 1

Histograma de la cantidad de aguas residuales en la región Amazonas

Histograma de la cantidad de aguas residuales en el departamento Amazonas



Nota: La figura muestra las cifras de aguas residuales generadas entre los años 2015 y 2019 en el departamento de Amazonas.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020.

En el Perú se vierte una cantidad aproximada de aguas negras de 809'550,294 m³ a las redes de alcantarillado suministradas por las Empresas Prestadores del Servicio de Saneamiento (EPS), de los cuales 370'715,946 m³ se generan en la sierra y selva; el resto, 438'834,348 m³, son producidas en Lima Metropolitana, números que representan el 54% de lo producido. A nivel nacional se tiene 50 Empresas Prestadores del Servicio de Saneamiento, quiénes ofrecen un servicio de alcantarillado a 15'392,203 ciudadanos, estos representan el 69,65% de la población de zonas de tipo urbano. En las zonas rurales la situación es distinta, la gran

mayoría no cuenta con este servicio, indica la Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014).

En el país se genera 2'217,946 m³ aproximadamente de aguas negras por cada día siendo vertidas a una red de alcantarillado pertenecientes a las empresas que prestan servicios de saneamiento, donde solo un 32% de estas cifras logra obtener tratamiento. Se aprecia en la figura 2 una proyección de la cantidad de descargas de estas aguas hasta el 2024, que, según la OEFA, indica que se generará más del doble del líquido residual que hoy manejan las EPS Saneamiento.

Figura 2

Proyección de cantidad de líquidos residuales.



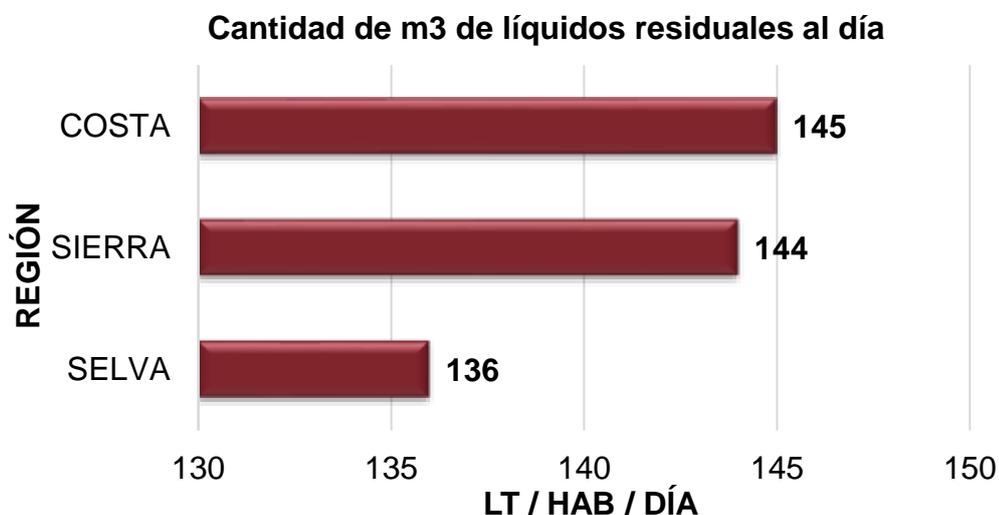
Nota: Esta figura muestra la cifra proyectada de líquidos residuales del año 2012 al 2024.

Fuente: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014

En la figura 3 se refleja que cada ciudadano del territorio nacional puede generar hasta 145 litros de aguas negras al día. En la selva, los pobladores, generan 136 litros por día.

Figura 3

Cantidad de m3 de líquidos residuales al día



Nota: Esta figura exhibe las cifras de cantidad de líquidos residuales generados al día en la selva, sierra y costa del Perú.

Fuente: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014

Debido al crecimiento acelerado poblacional en el Perú, tanto en zonas urbanas y zonas rurales, la polución de las fuentes de agua superficiales naturales y del subsuelo, la desigualdad del medio hídrico y las extensas temporadas de estiaje, han venido obligando la urgencia de propuestas nuevas e innovadoras como fuentes disyuntivas, es por esto que se crean proyectos de alcantarillado y abastecimiento de agua potable proyectados a 20 años, con el motivo de poder mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Con estas propuestas innovadoras se considera a las aguas negras como un recurso preciado del que se pueden rescatar diversos componentes como el agua, la energía y los nutrientes. Una vez procesadas, las aguas negras suelen usarse para sustituir el agua usada para riego de sembradíos, en algunos casos, estas aguas son llevadas a las quebradas manteniendo el flujo ambiental. Además de tener beneficios y ventajas ambientales para la vida humana, podría brindar beneficios

económicos al volverse a usar en distintos sectores. Según el Banco Mundial, una PTAR ahorra en el departamento de Cusco aproximadamente USD 230 000 en cargos por relleno de biosólidos y transporte aproximadamente. (2020).

Desde la antigüedad, en el Perú y el mundo, se construyen estructuras hidráulicas como reservorios, tanques elevados, plantas de tratamiento de agua potable, cisternas, plantas de tratamiento de líquidos residuales, represas, canales de irrigación, etc.; todos con el objetivo de tratar y administrar el uso del agua de manera adecuada, ya sea con fines de consumo humano o para uso industrial. Según el diario Gestión, en el país, hasta el año 2016, se contaba con un total de 204 plantas de tratamiento de aguas residuales, pero pocos son los proyectos que pueden llamarse exitosos. Esto sucede debido a la visión sosegada de las EPS que no logran conocer el poderío socioeconómico de estas aguas negras tratadas, por lo cual, a veces se califica como correctivo para los trabajadores efectuar actividades de mantenimiento y funcionamiento de las PTAR, asimismo, existe carencia de una cultura de protección del ambiente y la aceptación de requerimientos ilógicos para la construcción y el manejo de estas infraestructuras.

Estas plantas de tratamiento son construidas, por lo general, con concreto armado y con un tiempo de funcionalidad de 20 años. El concreto es el componente principal para la construcción de estructuras hidráulicas, el cual tiene que ser elaborado según las directivas del Reglamento Nacional de Edificaciones, NTP, ASTM y las normas ACI.

En la actualidad se han suscitado múltiples factores que han ocasionado que estas estructuras presenten filtraciones de agua. Esto va desde una falta de mantenimiento, hasta errores en el proceso constructivo. Estos proyectos, en su gran mayoría, tienen en su propiedad expedientes técnicos deficientes que dificultan la construcción de estas estructuras hidráulicas, cuentan con vicios ocultos e incompatibilidad entre los planos de las diferentes especialidades. Estas deficiencias se ven reflejadas

en el proceso constructivo de las estructuras, la mano de obra no especializada, agregados de baja calidad, la temperatura o humedad del ambiente, deficiencia de equipos y herramientas, sumadas a esos inconvenientes, el poco compromiso de las empresas para el debido control y mantenimiento de estas estructuras.

Existen también otros factores que generan este déficit en la estructura, estos son los agentes químicos perjudiciales para el concreto y que provienen de las redes emisoras de alcantarillado. Entre los agentes químicos más representativos que contienen estas aguas se tienen: los componentes orgánicos (pesticidas, aceites, grasas animales, carbohidratos,); gases (el sulfuro de hidrógeno, metano y oxígeno) e inorgánicos (la alcalinidad, los cloruros, nitrógeno, azufre). Los álcalis más perjudiciales en el concreto son el óxido de sodio y potasio, que generalmente, ingresan a los poros del concreto originando presiones internas hasta el punto de llegar a fracturarlas, generando fisuras y dando paso a la oxidación del acero, por consiguiente, resquebrajando la estructura. (SUNASS, 2015).

Todos los problemas mencionados anteriormente conllevan a muchas consecuencias, entre ellas, las filtraciones de agua en estas estructuras hidráulicas. Estas ocasionan que el acero de la estructura se pueda corroer, que la vida útil de la estructura se reduzca considerablemente y afectar de esa manera a su funcionalidad. Por esta problemática, a lo largo del tiempo se han ido encontrando métodos de soluciones eficientes y aplicadas en el menor tiempo posible. Estos métodos de solución se llaman aditivos impermeabilizantes que se encargan de sellar los microporos que presenta el concreto en su interior y en su superficie.

Es necesario conocer el estado situacional del tanque Imhoff para determinar el estado de conservación, nivel de gravedad y la presencia de filtraciones que afecten el tiempo de vida útil. Para establecer estos parámetros en la estructura se llevaron a cabo pruebas hidráulicas que mediante una inspección ocular permitieron detectar filtraciones de líquido residual en sus 4 paredes, como consta en la figura 4.

Figura 4

Estado situacional de la estructura del tanque Imhoff.



Nota: Esta figura muestra algunas filtraciones encontradas en la estructura del tanque Imhoff antes de la intervención.

Elaborado por: los autores

1.2 Argumentación del Problema

Para el desarrollo de esta tesis se realizó una comprobación externa realizada a 10 ingenieros expertos sobre el tema donde se recaudó información de la problemática para poder potenciar la investigación. Con esta técnica de recolección de datos se obtuvo propuestas de mejora en base a criterios indicados para determinar el problema general y los específicos, pudiendo relacionarlos con los objetivos donde se determinó como puntos de mejora, como se aprecia en la figura 5 y tabla 2, enfocar el tema en la impermeabilización de la estructura generando una alternativa de solución ante estos casos.

Figura 5

Propuesta de mejora para el proyecto según expertos.



Nota: Esta figura muestra las cifras obtenidas de las entrevistas realizadas a expertos para la mejora de este proyecto.

Elaborado por: los autores

Tabla 2

Criterios para las propuestas de mejora.

CRITERIO 1	De acuerdo con el título.
CRITERIO 2	Uso de aditivo Sikalastic – 1K como alternativa de solución para las filtraciones...
CRITERIO 3	Comparación en diferentes concentraciones de Sikalastic – 1K para solucionar las filtraciones...
CRITERIO 4	Metodología de aplicación de Sikalastic – 1K en la solución de filtraciones...
CRITERIO 5	Impermeabilización de estructuras hidráulicas aplicando el aditivo Sikalastic - 1K como alternativa de solución.

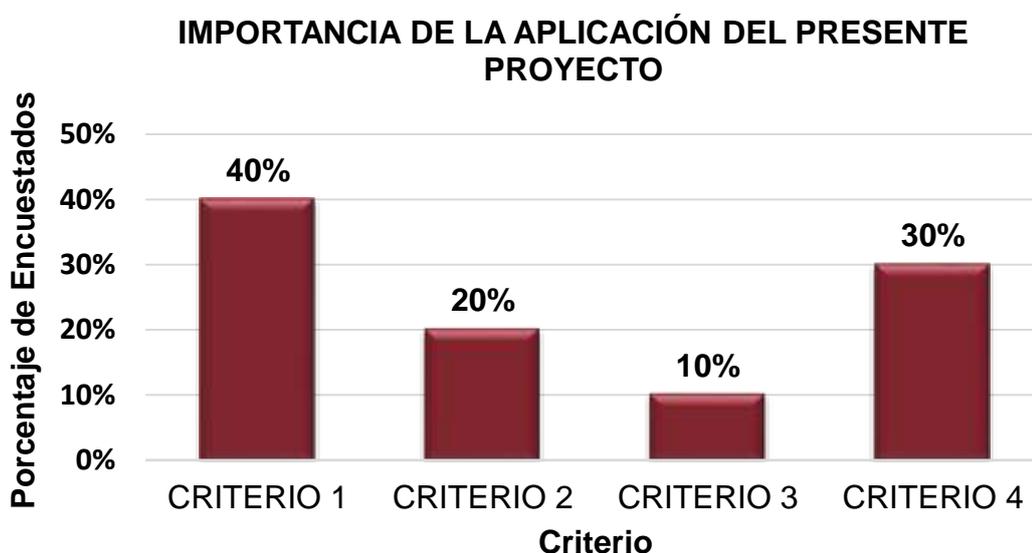
Nota: Se aprecia en la tabla 2 los resultados de las entrevistas realizadas a expertos donde brindaron propuestas de mejora para el proyecto.

Elaborado por: los autores

De la misma manera, estas encuestas brindaron mayores criterios de importancia para la ejecución del proyecto como se indica en las figuras de 6 y tabla 3.

Figura 6

Importancia de la ejecución del proyecto según expertos.



Nota: Esta figura muestra las cifras obtenidas de las entrevistas realizadas a expertos para conocer la importancia del presente proyecto.

Elaborado por: los autores

Tabla 3

Criterios de importancia para el proyecto.

CRITERIO 1	Sellar las filtraciones y evitar filtraciones futuras.
CRITERIO 2	Sellar las filtraciones e impermeabilizar la estructura.
CRITERIO 3	Garantizar la funcionalidad del tanque IMHOFF.
CRITERIO 4	Sellar a las filtraciones y extender la vida útil de la estructura.

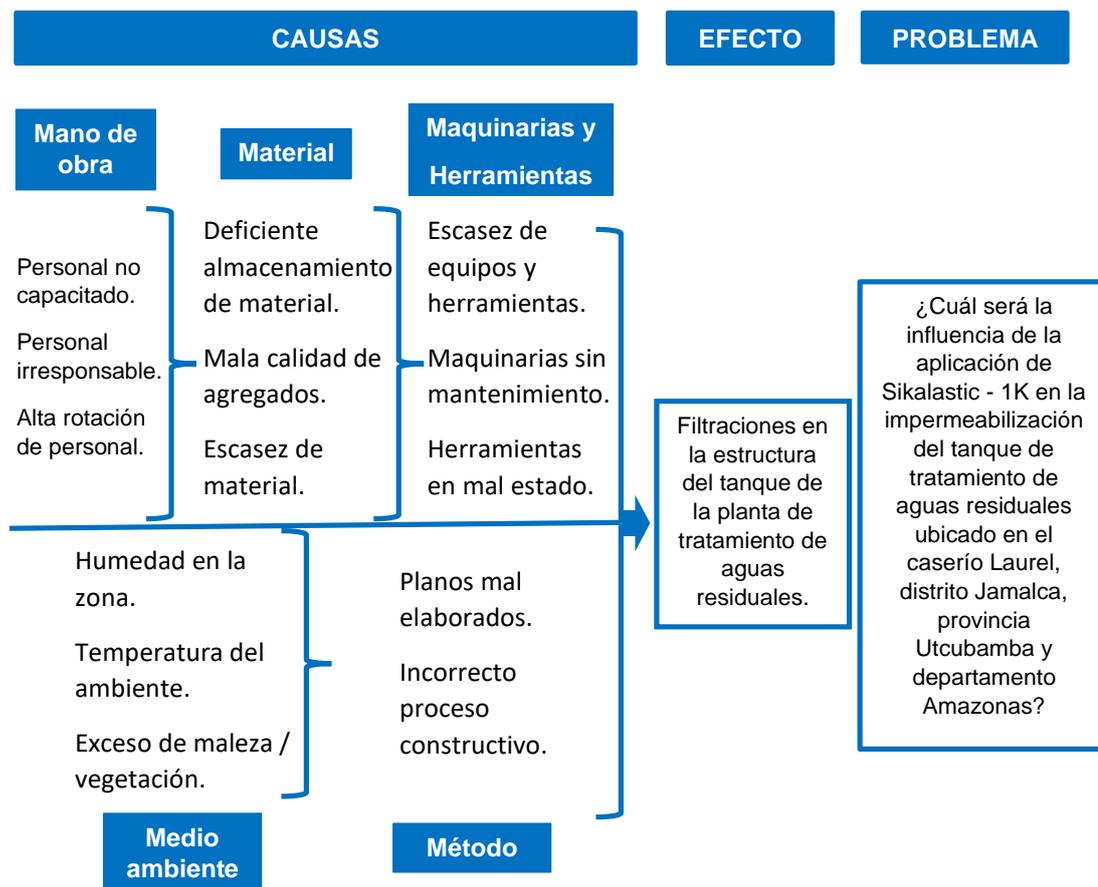
Nota: Se aprecia en la tabla 3 los resultados de las entrevistas realizadas a expertos para conocer más criterios de importancia para el proyecto.

Elaborado por: los autores

También se realizó el diagrama de causa – efecto (Figura 7) para poder mostrar todas las posibles causas que existieron detrás de la problemática.

Figura 7

Diagrama Ishikawa.



Nota: Esta figura muestra el diagrama de Ishikawa donde se identifica cuáles son las posibles causas y efecto del presente proyecto.

Elaborado por: los autores

Teniendo en consideración esta argumentación del problema y los criterios presentados, se busca con el presente trabajo de investigación brindar un proyecto que sea sostenible, económico, social y ambientalista con el propósito de poder considerar al aditivo dentro de futuras especificaciones técnicas de expedientes, asimismo, brindar soluciones inmediatas ante filtraciones en estructuras hidráulicas dando así seguridad y conformidad a todo diseño de mezcla, logrando estructuras de calidad.

Por esta razón se propone determinar la influencia del aditivo Sikalastic - 1K para la impermeabilización de la estructura del tanque de tratamiento de aguas residuales, el cual presentó filtraciones después de ser sometida a la prueba de estanqueidad. Para determinar la eficiencia de la aplicación del aditivo se realizaron ensayos de laboratorio evaluando las propiedades físicas del componente para luego revestirlo en la estructura y realizar 2 pruebas hidráulicas de verificación.

1.3 Formulación del Problema

1.3.1 Problema General

¿Cuál será la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en la impermeabilización del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas?

1.3.2 Problemas Específicos

¿Cómo influye la aplicación de Sikalastic - 1K en la absorción del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas?

¿De qué manera influirá la aplicación de Sikalastic - 1K en la resistencia a los ataques de álcalis, cloruros y sulfatos en el concreto $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$ del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas?

¿Cuál será la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en el puenteo de microfisuras del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en la impermeabilización del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.

1.4.2 Objetivo Específicos

- a) Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en la absorción del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.
- b) Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en la resistencia a los ataques de álcalis, cloruros y sulfatos en el concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.
- c) Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en el puenteo de microfisuras del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.

1.5 Justificación

1.5.1 Importancia de la Investigación

La realización de este proyecto tiene una importancia socioambiental, económica e ingenieril que se indicará seguidamente.

En cuanto a la importancia socioambiental, al brindar esta solución a las filtraciones detectadas en la estructura del tanque Imhoff, se beneficiarán los pobladores del caserío Laurel, quienes tendrán un sistema de alcantarillado que se encargará de conducir las aguas residuales

hacia la PTAR evitando la contaminación del ambiente. Asimismo, se garantiza la correcta funcionalidad de esta planta de tratamiento de aguas residuales. En la figura 7 se muestra la ubicación, por medio de Google maps, del caserío Laurel.

Figura 8

Beneficiados, población del caserío Laurel, distrito Jamalca.



Nota: Esta figura presenta la ubicación del caserío Laurel donde se realizó la presente investigación.

Elaborado por: los autores

Con relación a la relevancia económica; los pobladores del caserío Laurel, representada por sus autoridades, exigían a la empresa contratista que el tanque Imhoff sea demolido y reconstruido por presentar filtraciones en su estructura, esto debido a que, se realizaron 2 intervenciones como solución, las cuales resultaron fallidas. Luego de una reunión con el alcalde del distrito de Jamalca y las autoridades de dicho caserío, se llegó a un acuerdo que consistía realizar una última intervención a la estructura para solucionar las filtraciones. Con la aplicación del Sikalastic - 1K se logró el objetivo de solución, el cual fue sellar las filtraciones de la estructura y ser sometida nuevamente a la prueba hidráulica en presencia de la empresa contratista, autoridades y la supervisión, el cual después de 48 horas de realizada la prueba; se logró el objetivo principal, la impermeabilización y la no demolición de la estructura, evitando una pérdida económica muy alta para el contratista Consorcio Saneamiento Sauce,

teniendo en cuenta que la construcción del tanque Imhoff costó alrededor de s/. 102,839.44.

Con respecto a la relevancia ingenieril, al verificar la existencia de filtraciones en la estructura de la planta de tratamiento de aguas residuales, se aplicaron distintas alternativas de solución las cuales no lograron el objetivo correspondiente. Al aplicar el aditivo Sikalastic - 1K se logró impermeabilizar la estructura puenteando las microfisuras detectadas. De esta manera, el aditivo se podrá considerar dentro de futuras especificaciones técnicas de expedientes como solución inmediata ante filtraciones en estructuras hidráulicas.

1.6 Impacto Potencial

1.6.1 Impacto Práctico

Esta investigación benefició a toda la población del caserío Laurel y el medio ambiente de la zona, ubicado en el distrito de Jamalca, provincia Utcubamba, departamento de Amazonas. La aplicación de este aditivo impermeabilizante, aparte de solucionar la problemática presentada, reducirá los costos presupuestales, ya que, en un inicio se planteaba su demolición y reconstrucción. Otro de los aportes de esta investigación es la realización de ensayos químicos a morteros de concreto revestido superficialmente con el aditivo verificando su capacidad de resistencia frente al ataque de los álcalis, cloruros y sulfatos.

Por consiguiente, esta investigación servirá como precedente para futuros expedientes técnicos y proyectos que presenten problemáticas similares, produciendo la solución de manera inmediata, garantizando la funcionalidad de cualquier estructura hidráulica y la conformidad del aditivo impermeabilizante Sikalastic - 1K.

1.6.2 Impacto Teórico

La investigación aporta una alternativa de solución para sellar filtraciones en estructuras hidráulicas donde se realizaron

un conjunto de pruebas de laboratorio y pruebas de estanqueidad siguiendo las normativas correspondientes.

Al presentarse el problema de filtraciones se realizó un estudio previo en laboratorio para determinar la influencia de la aplicación del Sikalastic – 1K realizando ensayos de absorción del concreto normal y fisurado, siguiendo la norma NTP 339.187, también se realizó los ensayos de resistencia al ataque de los álcalis, cloruros y sulfatos, siguiendo las normas ASTM C642, D512 y D516. Posterior a los ensayos se realizó el revestimiento de la estructura hidráulica del tanque de tratamiento de aguas residuales para luego ser sometida a una prueba hidráulica.

1.7 Viabilidad

Cada participante de la tesis está enfocado y comprometido en la realización del trabajo de investigación por completo, asimismo, disponemos del tiempo requerido para poder participar a lo largo de todo el proceso de elaboración, que abarca desde la investigación del tema estudiar, recolección de datos e información, hasta la ejecución del trabajo en el campo.

En la primera parte se realizaron ensayos de laboratorios para determinar la influencia del aditivo en las probetas de concreto preparadas con las especificaciones técnicas de la estructura hidráulica brindadas por la empresa contratista Consorcio Saneamiento Sauce para desarrollar el trabajo de investigación. Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto, Inversiones Licera.

Para el desarrollo de los trabajos a realizar en campo fue imprescindible dirigirse al sector donde se encuentra ubicada la estructura del tanque de tratamiento de aguas residuales. Para la ejecución de estos trabajos se contó con el permiso de la Empresa Contratista Consorcio Saneamiento Sauce, que permitió la estadía de los tesisistas en la oficina presentada en la figura 9 y en la obra hasta la ejecución de las pruebas hidráulicas.

Figura 9

Oficina de Consorcio Saneamiento Sauce.



Nota: Esta figura muestra la oficina del Consorcio Saneamiento Sauce, empresa ejecutora del proyecto.

Elaborado por: los autores

Finalmente, para el traslado de los tesisistas hasta el caserío Laurel, ubicado en el distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas, se tiene a disposición el tiempo y el dinero correspondiente para el viaje.

Figura 10

Ingreso al caserío Laurel.



Nota: En esta figura se presenta el letrero de ingreso hacia el caserío Laurel.

Elaborado por: los autores

1.8 Limitaciones

A causa de la aparición del COVID-19, todo el planeta ingresó a un estado de emergencia sanitaria considerando la situación como una pandemia global. A inicios de marzo del 2020 se aseguró el primer caso de esta enfermedad en el país, creando una situación insólita, diez días posteriores se comunicó el principio del estado de emergencia añadiendo la suspensión de todo tipo de actividad. En la actualidad se tienen menos restricciones, pero al tratarse de una pandemia mundial y apariciones de distintas variantes o mutaciones de este virus, en otros países están regresando a cuarentena ciertas ciudades en su totalidad por aumentos considerables de casos.

Además, el día 28 de marzo de 2022 se dio inicio al paro indefinido de transportistas de carga pesada a nivel nacional en más de 9 regiones donde bloquearon más de 40 vías generando paralización de toda movilización interprovincial en el país. Después de casi 2 semanas se declaró estado de emergencia a la red vial nacional para asegurar la libre circulación en las vías interprovinciales, como se visualiza en la figura 11.

Figura 11

Decreto Supremo N.º 035-2022-PCM.



Nota: Esta figura exhibe las restricciones del estado de emergencia en la Red Vial Nacional.

Fuente: Presidencia del Consejo de Ministros, 2022

Ante estas situaciones, si el Perú regresa a un estado de emergencia o el paro de transportistas se agrava, podrían verse afectadas las fechas de desarrollo de la presente investigación ya que se imposibilitarían los viajes interprovinciales y cerrarían los laboratorios de ingeniería.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Kmick, Gazolla, Da Silva, Capraro &

Moreira (2021). Este artículo comparó distintos componentes sometiéndolos a ensayos de impermeabilización teniendo como objetivo realizar el análisis comparativo de efectividad y eficiencia de 3 sistemas de impermeabilización, emulsión de asfalto, resina acrílica y resina termoplástica. Diseñaron 32 muestras cilíndricas de 0.10m x 0.20m y 4 losas de concreto de 0.60m x 0.60m x 0.07m con una relación a/c de 0.495. Realizaron pruebas de estanqueidad a las losas, exponiéndolas a láminas de agua de 0.003mm por 72 horas por medio un recipiente de vidrio sellado. Paralelamente, se realizó con 12 probetas el ensayo de absorción por inmersión, aplicando los productos a 3 testigos cada uno, dejando 3 para la serie referencia. En el ensayo de absorción por capilaridad utilizaron 20 probetas, donde 5 fueron del concreto patrón y los demás fueron distribuidos equitativamente en 5 muestras por cada producto. En esta investigación se tuvo como resultado un comportamiento semejante en las 4 variables para el ensayo de estanqueidad, en el ensayo de absorción por inmersión los resultados no tuvieron mucha diferencia, lo más notable fue el desempeño de la membrana acrílica con un

0.34%. Por último, en el ensayo de absorción por capilaridad se obtuvo un mejor desempeño de la resina termoplástica.

Gupta, R. & Biparva, A. (2017). En este artículo se estudiaron los aditivos impermeabilizantes, se buscó conocer si estos componentes de marcas distintas mejoran la retracción plástica por secado del concreto en climas cálido. Se realizaron probetas de concreto patrón con unas dimensiones para ambos aditivos de 35cm x 56cm x 10cm donde se les instaló en su estado fresco durante su proceso de fraguado una placa metálica la cual fue colocada en el fondo del molde para conseguir fisurar el concreto en edad temprana. Las condiciones climáticas en las que fueron sometidas estas muestras son más críticas que las que indica la norma ASTM. Los aditivos descritos en el siguiente artículo fueron identificados con las siguientes variables K, P y X donde se obtuvo como promedio anchos de fisuración para el concreto patrón entre 0.5mm y 1mm, las dimensiones obtenidas en las probetas con inclusión de los aditivos fueron las siguientes: para la muestra con el aditivo K se logró reducir el ancho promedio de fisuración hasta 0.22mm, el aditivo P se logró una fisuración de 0.45mm y la muestra X alcanzó a conseguir un ancho de fisuras de 0.62mm. Se llegó a la conclusión que los aditivos impermeabilizantes dentro del concreto ayudan a reducir las fisuras por contracción por secado.

Fernandes de Sousa, Ana (2018). En su trabajo de tesis profesional estudió la resistencia del hormigón después de la aplicación de aditivos impermeabilizantes en probetas de hormigón mediante ensayos de laboratorio teniendo como finalidad evaluar la influencia de dos aditivos con características impermeabilizantes en la absorción capilar y en la resistencia del hormigón, asimismo, determinaron la trabajabilidad del concreto comparando con un concreto patrón sin adición. Para los ensayos de realizaron 30 testigos de forma circular de 10cm x 20cm de altura, las cuales 10 eran de un concreto convencional, 10 con el primer aditivo y 10 con el segundo. Para cada diseño de mezcla, se utilizaron 7 testigos para el ensayo de resistencia a compresión y 3 para la prueba de absorción de agua con el factor agua/cemento de 0.52 para ambos ensayos. Se logró concluir

que con la adición de impermeabilizantes hubo una reducción en los porcentajes de permeabilidad de las muestras. El aditivo A mostró una reducción de $\pm 1.5\%$, mientras que el segundo aditivo solo del $\pm 0.3\%$. Con respecto a la resistencia a la compresión, el aditivo A presenta una pequeña diferencia de 5.14% con respecto a la media del hormigón convencional. Con la aplicación del aditivo B la resistencia se redujo en promedio de 9.93% con relación al concreto utilizado como referencia, por lo tanto, se concluye que los aditivos no interfieren negativamente en las propiedades y desempeño del concreto.

Vilela, P., Teixeira, G & Campos, F. (2021).

Investigaron los efectos que ocasiona la utilización de aditivos cristalizantes en la reacción de álcalis – agregado. Tiene como objetivo primordial evaluar la efectividad de la utilización de diversos porcentajes de aditivo cristalizante para prevenir la reacción de los álcalis con los agregados realizando ensayos de expansión de barras de mortero y ensayos de resistencia mecánica, porosidad, porcentaje de vacíos y porosidad. Diseñaron probetas prismáticas de $30\text{mm} \times 25\text{mm} \times 285\text{mm}$ los cuales pasaron por ensayos de laboratorio obteniendo como conclusiones que el aditivo curador tiene efectos sobre el estado fresco del mortero, es decir, mientras mayor porcentaje de aditivo se aumenta el esparcimiento, la masa específica y se reduce los niveles de aire. En los ensayos mecánicos obtuvieron mejores desempeños con la adición de 1% y 2% del aditivo, concluyendo que, se optimizó la resistencia a la compresión, tracción y flexión, reduciendo también la absorción por porosidad y el índice de vacíos. En la absorción capilar se redujo considerablemente el coeficiente y porcentaje de absorción, de un 0.2292 a 0.1875 , llegando a la conclusión que el producto es conveniente para estructuras que están bajo constante contacto con líquidos.

Rego Ferreira, Walter (2020). En este proyecto de investigación se analizó las consecuencias sobre la resistencia mecánica y la impermeabilización del hormigón por medio de la implantación de Biodiesel y uno de los derivados de hidrólisis, ácido linoleico, porque los ácidos grasos contienen atributos hidrofugantes. El diseño se elaboró con

piedra triturada, arena gruesa, cemento CP II-F-32 y agua. Realizaron 18 testigos de concreto, 6 de ellos sin aditivos, 6 con el aditivo biodiesel y 6 con aditivos con ácido linoleico, que, después fueron sometidos a la prueba de compresión y absorción para analizar la influencia de estos aditivos en dichas características. Como resultado se obtuvo que hubo una reducción en la resistencia a compresión del hormigón con la adición de aditivos, siendo un 43.17% con la adición de biodiesel y del 48.22% con la del ácido linoleico, causado probablemente por la relación de a/c de 0.50. En la absorción de agua se redujo con la adición de biodiesel en un 5.26%.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Pino Chambilla, Albert (2018). En este proyecto de tesis se realizó una evaluación a los aditivos impermeabilizantes para la eficiencia del concreto en estructuras hidráulicas para los distritos de Curibaya, Candave. Los aditivos impermeabilizantes que se utilizaran en los ensayos son el Z1 líquido, chema líquido y Sika 1. Se realizaron 76 testigos con un porcentaje de adición de aditivos con una cantidad 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3%, 3.5%, 4%, 4.5% y 5%, la dosificación del componente va en relación al peso del cemento. Se realizaron testigos con resistencias de 175 kg/cm² y 210 kg/cm². Después de realizar los ensayos se llegó a la conclusión que el primer aditivo Z 1 obtuvo una penetración de agua en las probetas mayor, con 30 mm de penetración, los aditivos chema líquido y Sika 1 alcanzaron una profundidad de 28 mm, cabe resaltar que la profundidad de penetración de agua en las probetas de concreto convencional obtuvieron 37mm de penetración de agua en su estructura. El coeficiente de permeabilidad del concreto con aditivo alcanzo un $K= 2.48 \text{ E-}12 \text{ m/s}$ una velocidad 50% menor que la del concreto convencional con un $K= 5.38 \text{ E-}12 \text{ m/s}$, esto quiere decir que los aditivos chema líquido y Sika 1 reducen la permeabilidad del concreto en un 50%.

Barreda, Waldo & Cahuata, Franck (2018).

En esta investigación se buscó reducir la permeabilidad del concreto con aditivos impermeabilizantes por cristalización para ser aplicados en

estructuras hidráulicas y mejorar sus propiedades físicas. Se realizaron 3 muestras cilíndricas con dimensiones 100mmx50mm. Los ensayos realizados fueron los de absorción y permeabilidad que dieron como resultado una mejora considerable con respecto al concreto convencional con una reducción de penetración de un 38% en comparación con el concreto convencional que se obtuvo un 19 % con una relación a/c de 0.45, se resalta en la investigación que a menor relación a/c disminuye la permeabilidad y con adición de aditivos se mejora la penetración del agua y se reduce en mayor porcentaje la absorción del concreto.

Minaya Ingunza, Harriet (2019). En este proyecto se utilizaron testigos con la aplicación de aditivos impermeabilizantes por cristalización e impermeabilizantes hidrofóbicos buscando estudiar la permeabilidad del concreto en reservorios comparando el efecto de ambos aditivos. Se realizaron 104 probetas de 150mmx200mm para ensayos de permeabilidad, testigos de forma circular de 100mmx50mm para los ensayos de absorción y para la resistencia a compresión se realizaron 107 muestras para ser sometida a esfuerzos axiales a 3, 7 y 28 días, y 36 probetas de 6"x12" a esfuerzos a los 28 días. Los aditivos que se utilizaron en estos ensayos fueron el Penetron Admix y el Sika Cem hidrofóbico, las muestras fueron elaboradas con una relación a/c de 0.45, que es la relación máxima permisible en reservorios de agua. Se incorporaron un porcentaje de 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% y 3% obteniendo como resultado una mejora en la permeabilidad y absorción con los aditivos por cristalización con una velocidad de penetración de 3.16 E-12 m/s a 7E-12 m/s y con los aditivos hidrofóbicos una velocidad de penetración de 1.13 E-11 m/s a 1.74 E-11 m/s.

Neyra, Jorge & Santos, Rodrigo (2018). En su trabajo de titulación analizaron el nivel de permeabilidad y resistencia al ataque de sulfatos comparando concretos patrones con concretos permeables, teniendo como objetivo realizar ensayos para determinar dichos valores, asimismo, determinar también la capacidad y el porcentaje de absorción capilar del concreto. Se tuvo como diseño los concretos de $f'c = 210$ kg/cm², $f'c = 280$ kg/cm², $f'c = 350$ kg/cm². Se usó el cemento tipo I logrando

conseguir un concreto con mayor resistencia al ensayo de inmersión en sulfatos, con una absorción capilar parecida o mejor a la del concreto con otros tipos de cemento. El aditivo impermeabilizante penetron aumentó ligeramente la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ llegando a un promedio de $f'c= 347 \text{ kg/cm}^2$. En el diseño de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvo una mayor resistencia, el promedio fue de $f'c= 429 \text{ kg/cm}^2$. De igual manera, en el diseño de $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$ se logró mejorar la resistencia llegando a un promedio de $f'c= 484.66 \text{ kg/cm}^2$, pero, el concreto sin presencia de estos componentes no alcanzó la resistencia requerida, llegando solamente a los 291.76 kg/cm^2 . En la evaluación de la absorción capilar se concluyó que para cemento tipo IP se logró una menor tasa de absorción, teniendo como resultado 2.218mm , 1.699mm y 1.441mm para cada diseño de concreto respectivamente. Para la mezcla con cemento IP tenemos una menor tasa de absorción de 1.699mm , 1.441mm y 1.817mm respectivamente. En la mezcla con cemento HE también se logró reducir la tasa de absorción, teniendo como resultado 1.852mm , 1.852mm y 1.639mm . Por último, en la mezcla con cemento tipo I se logró reducir la tasa de absorción a comparación del concreto convencional, teniendo así 2.166mm , 2.055mm , 1.910mm . La tasa de absorción capilar varió en un rango de 0 a 1mm para los concreto con cemento tipo HE e IP, mientras que en el concreto tipo I se obtuvo un rango de 0 a 2mm .

Benites, P. & Moreno, M. (2018). En este proyecto de investigación se desarrolló la adición de aditivos impermeabilizantes con Sika WT-100, Sika 1 líquido y Sika 1 en polvo teniendo como objetivo principal determinar su influencia en la permeabilidad y resistencia a la compresión del concreto con diseño de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando la norma ACI 211. Elaboraron probetas de concreto basándose en las normas técnicas generadas en Perú y las normas UNE. En total se usaron 72 testigos de concreto para realizar los ensayos requeridos, 60 para el ensayo de compresión y 12 para el ensayo de permeabilidad. El aditivo Sika WT-100 fue adicionado en un 2% del peso del cemento, en cambio, con Sika 1 líquido aplicaron el 2%, 3% y 4%; mientras el aditivo Sika 1 en polvo tenía una relación de 1kg por bolsa de cemento. Luego de la realización de los

ensayos se llegó a la conclusión que la adición de estos aditivos influenció de manera que la resistencia a la compresión del concreto aumentó en un 19.43%, 18.48%, 14.90%, 9.48% y 8.06% a comparación del concreto patrón con curado a los 28 días. Asimismo, se redujo la permeabilidad del concreto con la adición de los aditivos obteniendo un 90.01%, 88.75%, 69.70%, 76.19% y 78.79% respectivamente.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Concreto

Es un material de construcción muy importante para la elaboración de diferentes tipos de estructuras, es una piedra artificial compuesta principalmente por agregados de tipo fino y agregado grueso, agua, aire atrapado y principalmente por cemento portland quien es el encargado de brindarle las principales propiedades mecánicas y físicas.

Es un tipo de material artificial, que está compuesto de un ligante llamado pasta (combinación de agua y cemento), donde existen diversas partículas de diversos tamaños denominado como agregados.

Es indispensable revisar que el cemento reaccione químicamente con el agua y logre alcanzar su máxima resistencia requerida, esto puede suceder en los siete primeros días, por lo que es necesario tenerlo en humedad durante este tiempo estimado; a esto se le denomina como curado del concreto.

2.2.2. Componentes del concreto

En la siguiente figura se puede identificar los componentes principales del concreto junto a algunas adiciones comunes para la optimización de sus propiedades.

Figura 12

Componentes del concreto.



Fuente: Zambrano, Karina (2020)

a) Cemento:

Conglomerante que tiene la capacidad de unir partículas y formar una mezcla homogénea. El cemento al tener contacto con agua obtiene una reacción química denominada calor de hidratación el cual tiene que ser controlada con el curado; que es la reposición de agua. Este producto se vende en bolsas de 42.5 Kg. Según CEMEX (2019), en Perú existen diversos tipos, siendo de los más utilizados los de tipo I e IP.

a.1) Grupo I, Cemento Portland

Se subdivide en 5 tipos:

Tipo I, se mantiene un uso constante de este tipo en construcciones de concreto y en lugares u obras donde no sea necesario propiedades con requerimientos especiales, se suele utilizar en toda obra normal.

Tipo II, presenta una conservadora resistencia a sulfatos, también se utiliza donde se necesite una resistencia adecuada al calor de hidratación.

Tipo III, desarrollo de altas resistencias preliminares, se suele dar uso cuando se requiere anticipar el desencofrado.

Tipo IV, bajo calor de hidratación, es necesario usarlo en obras donde se necesite un vaciado de concreto a gran escala como ejemplo, en las presas hechas de concreto.

Tipo V, elevada resistencia a la arremetida de sales, es aceptable utilizarlo en lugares donde haya mucha presencia de sulfatos.

a.2) Grupo II, Cemento Pozolánico

Tipo IP, tiene una relación pozolánica entre 15% - 45%, tiene un color medio rojo y se adquiere de arcillas un tanto calcinadas, ladrillos pulverizados o cenizas pulverizados. Retiene agua por lo que permite una mayor adherencia.

Tipo IPM, portland Tipo I pozolánico modificado, contiene una relación hasta de un 15% aproximadamente, se usa en lugares donde se necesite calor de hidratación moderado.

a.3) Grupo III, Cemento Adicionado

Tipo IS, contiene influencia de escorias de hornos, molidas entre 25% - 70% de su total.

Tipo ISM, contiene influencia de escorias de hornos, molidas hasta un 15% del total.

b) Agua:

Es elemento esencial en la elaboración del concreto, gracias a ella se forma la pasta de cemento que es la encargada de envolver en toda su superficie a cada una de las partículas (agregado fino y grueso) que conforman el concreto.

c) Aire:

Es el conjunto homogéneo de distintos gases atmosféricos reprimidos por la gravedad que existe alrededor del planeta.

Durante el procedimiento de elaboración del mezclado del concreto cuando se adicionan los diferentes componentes que lo conforman, es frecuente

que quede aire atrapado en su interior, pero este puede disminuir con una buena compactación y un buen proceso constructivo. Es difícil eliminar todo el aire atrapado de la mezcla.

d) Agregados:

Es un material mixto granular. Se clasifican en agregados de tipo fino y grueso, contienen arena, piedra triturada o molida, grava y finos los cuales se pueden encontrar en diversas canteras. Estos son importantes en la estructura del concreto, si bien es cierto conforman un 70 % del volumen total del concreto el cual hacen que sea económico y que el concreto sea resistente.

e) Agregado Fino:

Formadas por la desintegración de rocas artificiales y piedras extraídas de forma natural, los cuales pasan por un tamiz de 9,5 mm (3/8") quedando retenido en la malla N° 200 especificado por la norma.

f) Agregado Grueso:

Agregado que queda retenido en el tamiz 4.75 mm (No 04) según la norma, esta es obtenida por desintegración de piedras, también se les puede denominar como grava natural o triturada, piedra chancada, etc.

g) Aditivos:

Son componentes que proporcionan al concreto mejoras en sus propiedades, un concreto con aditivo es más costoso, pero este le agrega propiedades que el concreto convencional no puede alcanzar sin estos aditivos. En la actualidad su utilización ha aumentado y hace que las construcciones de gran envergadura sean más durables y resistentes.

2.2.3. Tipos de concreto

Según Aceros Arequipa (2018),
tenemos los siguientes tipos:

a) Concreto Simple:

Es el concreto convencional que conocemos. Material de cemento portland, agua, grava y agregado fino.

b) Concreto Armado:

Este concreto es óptimo para resistir esfuerzos de compresión y tracción ya que ambos materiales actúan juntos. Es un concreto con barras de acero en su interior.

c) Concreto Pretensado:

Existen 2 tipos, puede ser pretensado y post- tensado. Contiene en su interior del concreto un acero especial donde se aplica el esfuerzo a tracción.

d) Concreto Ciclópeo:

Concreto que adiciona piedras grandes y son usados en su mayoría para construir cimentaciones y sobre cimientos.

2.2.3.1 Propiedades del Concreto en Estado Fresco.

Tienen gran importancia en la preparación del concreto, los cuales, son los elementos fundamentales que influyen en la resistencia del concreto. Estas propiedades son difíciles de controlar en obra debido a las características de los elementos estructurales, sin embargo, se tiene que controlar tomando todas las medidas necesarias, mano de obra calificada y buenos procesos constructivos, indica GEOSEISMIC (2017).

a) Trabajabilidad:

Es de gran importancia en la preparación de la mezcla, ya que, esta le atribuye al concreto mayor facilidad de ser colocado y compactado evitando la segregación, exudación, los cuales son perjudiciales para el concreto fresco y cuando este ya ha alcanzado su resistencia.

b) Segregación:

Esta propiedad es muy importante ya que es la separación entre la mezcla del concreto y el agregado grueso debido a la falta de cohesión, por consecuencia la distribución de los agregados dentro de la mezcla deja de ser homogénea y uniforme.

c) Exudación o Sangrado:

Es cuando el agua del concreto asciende hacia la superficie, debido a una mala dosificación donde se adiciono demasiada agua al concreto. El concreto ya en su estado endurecido no alcanzará la resistencia deseada, y en pavimentos rígidos tendrán baja resistencia de compresión y a la abrasión.

2.2.3.2 Propiedades del Concreto en Estado Endurecido

a) Elasticidad:

Es la virtud que tiene el concreto al sufrir deformaciones hasta recuperar su estado inicial. El concreto por naturaleza no es muy elástico.

b) Resistencia:

Es un material muy resistente frente a las sollicitaciones, esto va a depender de la dosificación, relación a/c, el tipo de agregados y muchos más. El concreto, por sus propiedades mecánicas, tiene la posibilidad de poder soportar cargas ya que en su estructura interna todos sus componentes están unidos químicamente y forman un concreto monolítico.

c) Extensibilidad:

Es una propiedad relevante ya que es la deformación que sufre el concreto sin presentar en su superficie fisuraciones o grietas.

d) Cambios de Volumen:

El concreto sufre agrietamientos en su estructura debido a los cambios de volumen que este sufre por causas internas y externas. Se pueden producir

por excedente de agua en el concreto; relación de a/c inadecuada, la corrosión del acero, contracción por secado y los cambios de temperatura al que están expuestas y que sufren bruscamente.

e) Permeabilidad:

Es la capacidad que tiene el concreto de aprobar que un líquido atraviese la estructura interna del concreto. El concreto es por naturaleza poroso, debido principalmente a la evaporación del agua durante el proceso de fraguado.

f) Peso Unitario:

La masa de un concreto normal es de 2300 kg por metro cúbico, el cual su masa unitaria depende fundamentalmente de la masa de los agregados, ya que, estos forman entre un 56% y 81% del volumen total del concreto.

g) Resistencia a Compresión:

Reside en atribuir una carga axial de compresión gradualmente ascendiente a una probeta de tamaño estándar hasta que ocurra la denominada fractura como en la figura 13. Esta propiedad es realizada usualmente a los 7 días, 14 días, 21 días y 28 días, el concreto alcanza una resistencia aproximada del 70 % en los primeros 7 días, después va aumentando progresivamente con el pasar de los días hasta ser constante. Para que el concreto alcance su máxima resistencia tiene que ser elaborado con un buen proceso constructivo, diseño de mezclas y tener su respectivo curado.

Figura 13

Resistencia a la compresión axial.



Nota: La figura muestra el equipo durante el ensayo de compresión.

Elaborado por: los autores

h) Resistencia a Tracción:

Esta resistencia señala la fuerza máxima de tracción que puede soportar un material de una determinada sección como se refleja en la figura 14. El concreto presenta deficiencia importante en la resistencia a tracción debido a que carece de componentes con estas propiedades. Hoy en día el concreto y el acero se complementa de tal forma que ambos forman un gran matrimonio; el concreto armado, el cual posee resistencia a la compresión y tracción.

Figura 14

Resistencia a la tracción.



Nota: Esta figura exhibe el equipo durante el ensayo de resistencia a tracción.

Elaborado por: los autores

i) Resistencia a Flexión:

Las estructuras que se encuentran sometidas a cargas flexionantes tienen una sección que trabajan a tracción y a compresión, trabajando a compresión el concreto y a tracción el acero, este se da en losas y vigas.

Esta resistencia se realiza por medio de la aplicación de cargas en un espécimen o testigo de forma prismática a través de dos rodillos, los cuales transmiten una presión sobre la viga de concreto que está apoyada en sus extremos inferiores como se presenta en la figura 15.

Figura 15

Resistencia a la flexión.



Nota: Esta figura muestra el equipo durante el ensayo de resistencia a flexión.

Elaborado por: los autores

2.2.4. Ensayos de Laboratorio y Prueba

Hidráulica

2.2.4.1 Ensayo de Absorción del Concreto

Este ensayo consiste en determinar la capacidad que tiene el concreto de absorber el agua en un tiempo determinado después de ser sumergidas en agua. Las muestras no deben ser menor que 350 cm³ según la norma ASTM C642 para luego ser pesada en una balanza y luego ser colocada en un recipiente lleno de agua durante 24 horas, posteriormente serán retirados, pesadas nuevamente y colocadas al horno a 110 °C durante 24 horas. Los resultados se representan en

porcentajes donde se utilizó la masa y el volumen de las muestras obtenidas en laboratorio. En este ensayo se determinará la densidad de la muestra, la cantidad de vacíos y la absorción del concreto.

2.2.4.2 Ensayos Químicos

a) Metodología Empleada ASTM C289:

Este procedimiento validado consiste en disolver cantidades de óxido de calcio y óxido de potasio en agua para determinar cuántas partículas por millón son capaces de soportar los materiales.

Este procedimiento ayuda a conocer que cantidad en partículas por millón de óxido de calcio y óxido de potasio es capaz de resistir un material cuando entra en contacto con los álcalis.

b) Metodología Empleada ASTM D512: Este procedimiento validado consiste en disolver en agua sustancias de cloruros para determinar los iones de cloruros en agua, aguas residuales y salmueras. Se puede realizar mediante tres métodos de prueba:

- Método de prueba A (valoración mercurio métrica).
- Método de prueba B (Valoración con nitrato de plata).
- Método de prueba C (método de electrodo selectivo de iones).

El método C se usa únicamente para ensayos en aguas residuales.

c) Metodología Empleada ASTM D516:

Este procedimiento validado consiste en disolver cantidades de azufre en agua para determinar cuántas partículas por millón son capaces de soportar los materiales.

Este procedimiento ayuda a conocer que cantidad en partículas por millón de sulfato es capaz de resistir un material cuando entra en contacto con este.

2.2.4.3 Prueba Hidráulica

El propósito de las pruebas hidráulicas es constatar que antes de ser puestas en funcionamiento, estructuras de almacenamiento hayan sido construidas de tal manera que no presenten filtraciones, si llegaran a presentar filtraciones se tendrá que vaciar el agua y realizar las reparaciones pertinentes y volver a realizar la prueba hidráulica hasta que la estructura ya no presente filtraciones y sea aprobada por el supervisor.

Las pruebas hidráulicas son solicitadas por el residente de obra de la empresa ejecutora del proyecto mediante el cuaderno de obra, esto se tiene que realizar con 24 horas de anticipación.

2.2.5. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Es un requisito valioso para el sostenimiento de vida en el mundo y la conservación del agua. Es un conjunto de estructuras que se ocupa de limpiar y purificar el agua de uso doméstico y aguas negras para que pueda retornar de manera positiva al curso de los ríos, lagos y evitar contaminar las fuentes de agua. Elimina los sólidos, reduce la materia orgánica y contaminante, y restaura el oxígeno.

Existen 4 tipos de tratamiento de líquidos residuales.

2.2.5.1 Tratamiento Preliminar

En este tratamiento se remueven sólidos de mayor dimensión y arenas ubicadas en las aguas residuales. Según Farias de Marquez (2016), se sabe que es el desarrollo de supresión de los componentes de las aguas negras que podrían causar perjuicios al sistema de funcionalidad de estos equipos implicados en las distintas fases y maniobras que forman el sistema de tratamiento.

Esta fase del tratamiento puede usar los accesorios o equipos siguientes:

- Rejas medianas y gruesas
- Cedazos finos
- Rejillas
- Trituradores
- Cribas
- Desarenadores

Figura 16

Rejilla de una PTAR.



Nota: Rejilla que forma parte de la cámara de rejas de la PTAR de Pururco.

Elaborado por: los autores

2.2.5.2 Tratamiento Primario

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2021), determina que, el objetivo primordial de este tratamiento es la supresión de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables para reducir la carga en el tratamiento biológico. Estos sólidos destituidos deben de estar procesados para su distribución final. Esta fase suprime el 40 - 60% de los sólidos acumulados.

a) Sedimentación

Se basa en la división de sólidos por medio de la gravedad, es decir, por su propio peso. Menciona Farias de Márquez (2016) que, estos

sedimentadores suelen ser de estructura circular, rectangular y cuadrada, y pueden ser de escurrimiento radial o escurrimiento vertical. Tienen complementos de entrada y salida garantizando la repartición homogénea del agua en la estructura completa para prevenir la conformación de áreas muertas y corrientes de agua.

b) Flotación

Tiene como función separar los aceites, los sólidos y las grasas de poca densidad que no han podido ser suprimidas en fases anteriores, para esta funcionalidad se emplea la entrada de aire del depósito que crea la ascensión de burbujas de aire que genera que los sólidos asciendan a la superficie, donde luego terminan siendo retirados; este proceso de flotación puede suprimir un 75% de los sólidos en suspensión, indican en Fibras y Normas de Colombia (2017).

c) Coagulación

Según Farias de Márquez (2016), este proceso se basa en la desestabilización de los coloides. Estos son partículas cuya dimensión está entre 1 a 400µm y no pueden ser divididas por centrifugación estándar, ni sedimentadas de manera apreciable. Al poder desestabilizar los coloides se logra la ruptura de este.

En este suceso de coagulación se agrupa a mezclas rápidas.

c.1) Floculación

Después de la coagulación sigue la floculación, este proceso de formación del floculo se agrupa a mezclas más pausadas para que se forme y se dirija al fondo por medio de la sedimentación, menciona Farias de Márquez. (2016).

c.2) Coagulación – Floculación

Es un sistema combinado. La especialista en tratamiento de aguas residuales, Farias de Márquez (2016) indica que, esta división se realiza por medio de la adherencia de burbujas de aire micronizadas a

las partículas sólidas, lo que da de efecto una diferencia en densidad autosuficiente para causar una rápida flotación y eficaz división.

d) Tanques Imhoff

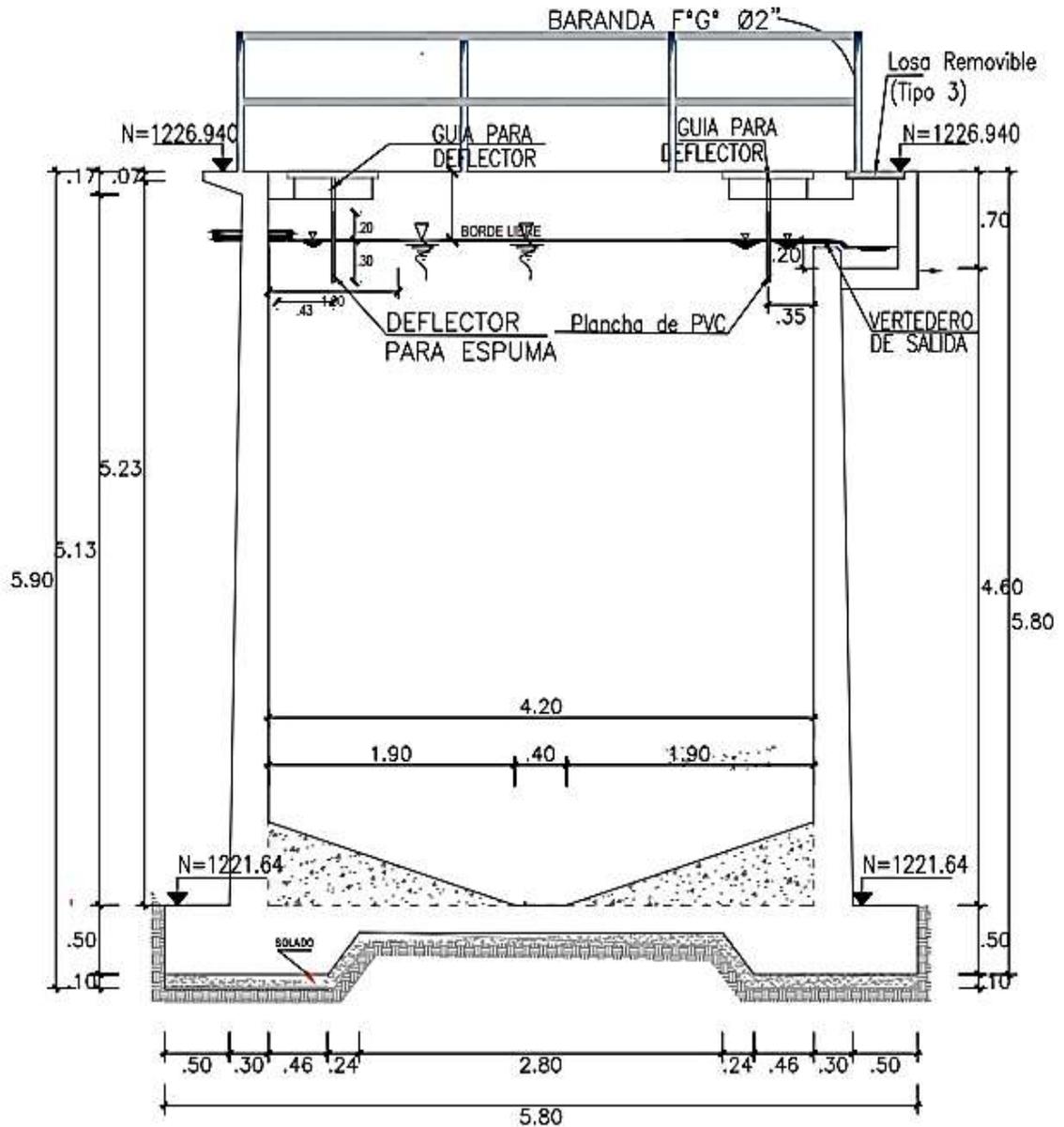
Son tanques que se emplean en la sedimentación primaria de las aguas residuales, en él se añade la digestión de lodos en un compartimiento ubicado en la parte inferior, reduciendo su contenido en sólido en suspensión, tanto como flotantes y sedimentables (RNE, 2020, pág. 205). Constan de un solo depósito que dispone de 2 zonas distintas; la zona de sedimentación, se sitúa en la parte superior, y la zona de digestión de lodos, el cual se ubica en la parte inferior del depósito.

El tanque Imhoff es bifuncional, ya que, se encarga de recibir y procesar las aguas residuales mediante procesos físicos y biológicos, donde actúan las bacterias anaeróbicas. En su interior posee dos paredes inclinadas donde se inicia el proceso de sedimentación, estas paredes son inclinadas para evitar que los gases que se producen en la parte inferior del tanque durante el proceso de digestión no interfieran en el proceso de sedimentación de los sólidos y así ser desviadas por dos ventanas de ventilación del tanque Imhoff por donde serán expulsadas y acumuladas en las natas.

En el tanque Imhoff ocurren tres procesos, la sedimentación, la digestión, ventilación y acumulación de natas. A continuación, en la figura 17, se presenta un corte transversal del tanque Imhoff del caserío Laurel.

Figura 17

Corte transversal del tanque Imhoff del caserío Laurel.



CORTE B - B / ELEMENTOS DE TANQUE IMHOFF

ESC. 1/50

Nota: Esta figura presenta el corte B-B del tanque Imhoff en el plano.

Elaborado por: los autores

En la operatividad de este tanque se tienen 2 procesos.

d.1) Procesos Físicos:

El proceso físico que se producen en el interior del tanque es la sedimentación, los líquidos residuales que ingresan por la cámara de sedimentación por acción de la gravedad descienden hacia la parte

piramidal de la estructura aglomerándose en forma de lodos en la zona inferior donde se origina el proceso de digestión.

Según el Dr. Juan Salas (2020), las grasas, los flotantes y los aceites, se aglomeran en la parte superior de la zona donde se sedimenta los sólidos, que tiene a la entrada y salida baffles para prohibir que los flotantes fugen con los efluentes tratados.

d.2) Procesos Biológicos:

Esta se origina en la cámara de digestión, seguidamente del proceso de sedimentación de los sólidos de los líquidos residuales. Se acumulan en el fondo que tiene forma piramidal y donde actúan las bacterias anaeróbicas, las cuales son encargadas de degradar las partículas sólidas hasta un 40 %. Durante este proceso de digestión se producen gases, como el metano, dióxido de carbono que serán expulsados al exterior del tanque por unas ventas de ventilación que conforman el tanque Imhoff, indica el Dr. Juan Salas (2020).

d.3) Funcionamiento del Tanque Imhoff

Las aguas negras son dirigidas y conducidas por las redes de alcantarillado hacia una red emisora que será la encargada de llevar estas aguas a la planta de tratamiento. Se presenta en la figura 18 la red emisora principal que conducirá las aguas residuales del caserío Laurel hacia la PTAR ubicada unos metros más abajo.

Figura 18

Red emisora de aguas residuales.



Nota: Esta figura muestra el estado actual de la red emisora del caserío Laurel.

Elaborado por: los autores

Luego de ser dirigidas hacia la planta de tratamiento de aguas residuales, la primera estructura en recibir estas aguas es la cámara de rejas, que se encarga de retener objetos o elementos que hayan sido arrojados a las redes de alcantarillado para luego ser retirados, seleccionados y desechados como botellas, bolsas, papeles, etc.

Después de pasar por la cámara de rejas y ser retenido los elementos extraños ingresan por una tubería hacia el tanque Imhoff como se aprecia en la figura 19.

Figura 19

Ingreso de aguas residuales hacia el tanque Imhoff.



Nota: Esta figura muestra la tubería de ingreso de las aguas residuales hacia el tanque Imhoff.

Elaborado por: los autores

Seguidamente las aguas residuales llegarán hacia la cámara de sedimentación, figura 20, donde se origina el proceso físico en el cual se encuentran las paredes inclinadas que impiden que los gases generados durante el proceso de digestión interfieran en el proceso de sedimentación.

Figura 20

Cámara de sedimentación, muros inclinados



Nota: Muros inclinados del tanque Imhoff.

Elaborado por: los autores

Después del proceso de sedimentación, cuando los sólidos por acción de la gravedad descienden hacia el fondo del tanque, se origina el proceso de digestión donde se inicia el proceso biológico, en la cual actúan las bacterias anaeróbicas degradando las partículas sólidas hasta un 40%.

Figura 21

Cámara de digestión.



Nota: Se aprecia en la figura la cámara de digestión del tanque Imhoff.

Elaborado por: los autores

En la cámara de digestión presentada en la figura 21 se producen gases como el metano y el dióxido de carbono por acción del proceso biológico donde actúan las bacterias anaeróbicas, las cuales serán expulsados al exterior por las ventanas de ventilación que conforman el tanque Imhoff, como se indica en la figura 22. En estas ventanas no solo se expulsarán los gases, sino que también por acción de la expulsión de estos gases también serán expulsadas partículas sobrenadantes hacia la superficie que son conocidas como natas.

Figura 22

Ventanas de ventilación.



Nota: Exhibe las ventanas de ventilación donde se almacena las natas producidas en el proceso de digestión.

Elaborado por: los autores

Seguidamente después de todo este proceso, los lodos ya degradados serán expulsados por una tubería que sale desde el fondo de la estructura donde se produce la digestión de sólidos. Esa tubería está compuesta por una válvula, representada en la figura 23, que conducirá los lodos hacia el lecho de secado en la cual pasarán por un proceso de deshidratación para luego ser utilizados como abono

para el mejoramiento de las tierras agrícolas. El exceso de agua que contiene los lodos que por efectos de deshidratación serán filtrados a través del lecho de secado, se almacenarán en un buzón llamado lixiviados, que luego serán dirigidos nuevamente hacia el tanque Imhoff con la ayuda de un sistema de bombeo.

Figura 23

Válvula de expulsión de lodos.



Nota: La figura muestra la válvula por donde se expulsarán los lodos hacia el lecho de secado.

Elaborado por: los autores

d.4) Procedimiento de Operación del Tanque Imhoff

Para poner en funcionamiento el tanque Imhoff se necesita llenarlo de agua y agregarle en el caso se requiera, abono o estiércol, para iniciar el proceso de digestión, sedimentación, ventilación y la acumulación de natas. Cuando se da el proceso de digestión, se eliminan los gases hacia la parte superior y llevando con ellas partículas hacia la superficie, formando acumulación de las natas, las cuales cuando hay un exceso de estas se neutraliza el PH, en algunos casos con cal hasta llegar a un punto neutro, para evitar que estas pasen a la cámara de sedimentación o rebalsen de la estructura.

e) Tanques de Sedimentación

Estos tanques acogen las aguas negras. Normalmente suele ser antes del tratamiento biológico secundario, su estructura puede ser de forma rectangular o circular. Las aguas negras crudas entran por medio de una serie de ranuras y se desplaza por la estructura, con poca velocidad, hasta vertir por el extremo contrario sobre un vertedero. Esta baja velocidad del flujo permite que las partículas sedimentables se hundan, mientras que los componentes que pesan menos que el agua flotan hacia la superficie. (Paredes, 2012)

f) Tanques de Flotación

Se utiliza en aguas negras para revolver partículas finas en suspensión y poca densidad, utilizando al aire como agente de flotación. Luego que los sólidos han sido elevados a la superficie del líquido, son removidos en una operación de desnatado, (RNE, 2020, pág. 206).

Este proceso necesita de un mayor grado de mecanización que los tanques comunes de sedimentación; la utilización de este tendrá que ser justificado ante el organismo competente.

2.2.5.3 Tratamiento Secundario

Es aquel tratamiento que se sostiene en el uso de procesos biológicos que se encargan de degradar constantemente la materia orgánica (residuos de alimentos, jabones, detergentes, residuos humanos, etc.) que se encuentren presente en las aguas negras para luego transformarlas en sólidos suspendidos, haciendo más fácil la extinción del mismo por procesos primarios. (Fibras y normas Colombia, 2017).

Según Farias de Marquez (2016), este tratamiento asume la aplicación preliminar del tratamiento primario de tipo físico que genera la división de sólidos suspendidos por medio de la sedimentación, flotación de partículas o de acción físico químico donde se genera la división de partículas con el apoyo de la coagulación – floculación de sólidos en estado coloidal.

a) Lodos Activados:

Este es un proceso secundario de oxidación biológica que viene de un tratamiento primario de aguas negras basándose en la utilización de microorganismos que se desarrollan en las aguas negras, transformando la materia orgánica diluidas en productos más sencillos como el dióxido de carbono, nuevas bacterias y agua.

Según Farias de Márquez (2016), el lodo activado se procesa principalmente por una aireación extendida que se encuentra con ciertas condiciones y características que apoyan el aumento de organismos con la posibilidad de oxidar la materia orgánica.

b) Lagunas de Estabilización:

Es de los procesos fundamentales para el tratamiento de líquidos residuales complementado con procesos comunes de tratamientos. En estas lagunas las bacterias aeróbicas y anaeróbicas se realizan la descomposición de materia orgánica, que consiguen el oxígeno disuelto de estas aguas y de la atmosfera, indica Farías de Márquez. (2016).

Son reservorios o estanques excavados en el suelo y subsuelo, en algunos casos, encerrado de terraplenes. Aquí se descargan los líquidos cloacales crudos o los que vienen del tratamiento anterior para ser detenidos por un tiempo. Se clasifican en aeróbicas, facultativas y anaeróbicas.

2.2.5.4 Tratamiento Terciario

Son distintos procesos suplementarios para suprimir contaminantes remanentes, en estado coloidal o suspendido, antes de que estas aguas puedan ser reutilizadas o regresadas al medio ambiente. Este tratamiento accede a reducir la carga contaminante, es decir, la materia orgánica de aguas residuales aceptando, no solo su descarga a cauces naturales, sino la reutilización como un alternativo recurso hídrico.

2.2.6. Elementos que Conforman una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

2.2.6.1. Cámara de Rejas

Es la estructura visualizada en la figura 24, encargada de recibir las aguas residuales de los emisores de las redes de alcantarillado, cumpliendo la función principal de retener objetos extraños que no sean biodegradables (botellas, bolsas, papeles, etc). (SUNASS, 2015)

Figura 24

Cámara de rejas.



Nota: Esta figura muestra la cámara de rejas a su máximo nivel.

Elaborado por: los autores

2.2.6.2. Tanque Imhoff

Estructura presentada en la figura 25, encargada de recibir las aguas servidas, y separar, por el método de sedimentación, los sólidos de las aguas residuales. En el interior de este

tanque se genera un proceso anaeróbico, son bacterias que se encargan de degradar los residuos sólidos, estas bacterias pueden vivir sin oxígeno.

Figura 25

Vista del tanque Imhoff



Nota: La figura muestra el tanque Imhoff donde se observa la cámara de sedimentación y la cámara de ventilación.

Elaborado por: los autores

2.2.6.3. Filtro Biológico

Es una estructura que cuenta con material filtrante de diferente granulometría que tiene como objeto eliminar y degradar gran parte de la carga contaminante que contiene el agua. Contiene gravas de diferentes tamaños como se aprecia en la figura 26. (SINIA, 2017)

Figura 26

Filtro biológico.



Nota: Esta figura exhibe el filtro biológico con la grava y las tuberías perforadas.

Elaborado por: los autores

2.2.6.4. Lecho de Secado

Es la estructura de la figura 27, encargada de almacenar los sólidos que serán extraídos del tanque Imhoff mediante una válvula, permanecerán en el lecho de secado hasta que los desechos pierdan toda su humedad y sean retirados para que puedan ser utilizados como abono en la agricultura (SUNASS, 2015).

Cuenta con un cuarto de bombas que servirá para conducir las aguas filtradas al tanque Imhoff nuevamente.

Figura 27

Lecho de secado.



Nota: Estructura del lecho de secado del caserío Laurel.

Elaborado por: los autores

2.2.6.5. Sedimentador

Se visualiza en la figura 28, es la encargada de sedimentar las aguas que proceden del filtro biológico, es un segundo filtro, la cual sedimenta las partículas que el filtro biológico no logró sedimentar (SUNASS, 2015).

Figura 28

Sedimentador



Nota: Esta figura presenta el sedimentador con todos sus elementos del caserío Laurel.

Elaborado por: los autores

2.2.6.6. Cámara de Cloración

La estructura de la figura 29 se encarga de desinfectar las aguas provenientes del sedimentador para luego ser conducidas nuevamente al curso de los ríos, quebradas, lagos y evitar la contaminación de las aguas (SUNASS, 2015)

Figura 29

Cámara de cloración.



Nota: La figura muestra la cámara de cloración como último proceso de desinfección del líquido residual.

Elaborado por: los autores

2.2.6.7. Buzón de Lixiviados

Según Álvarez y Vargas (2020), es un buzón donde se depositan las aguas filtradas del lecho de secado, el cual es llevado nuevamente al tanque Imhoff mediante una bomba. En la figura 30 se visualiza el buzón presente en el caserío Laurel.

Figura 30

Buzón de lixiviados.



Elaborado por: los autores

2.2.7. Aguas Residuales

UNESCO (2017) indicó que, más del 80% de líquidos residuales generados en el mundo son descargadas al ecosistema sin un previo tratamiento.

Son aguas con características distintas y de menor calidad a las aguas potables ya que son modificadas a diario por actividad del ser humano. Contienen impurezas y no tienen valor inmediato para el uso inicial que se le dio, es por ello, que antes de ser reusadas deben tener un previo tratamiento. En la figura 31 se presenta el líquido residual dentro del tanque Imhoff proveniente de la red emisora.

Figura 31

Aguas residuales.



Elaborado por: los autores

Ahora bien, se pueden distinguir 3 tipos de aguas residuales según su origen, estas son las siguientes.

2.2.7.1. Aguas Residuales Domésticas

Este tipo son las que vienen de servicios, viviendas y residencias, están generadas principalmente por actividades del ser humano en el ámbito doméstico y su metabolismo.

2.2.7.2. Aguas Residuales Industriales

Estas aguas son las provenientes de industrias o de servicios comerciales, son esas aguas que vienen del desarrollo de un proceso productivo minero, agrícola, industrial, energética, o de lugares con finalidad comercial, entre otras.

2.2.7.3. Aguas Residuales Urbanas o Municipales

Este tipo trata de aguas negras de viviendas y comercios que suelen estar combinadas con líquidos del drenaje pluvial o aguas negras industriales que son previamente tratadas para que estén permitidas en los sistemas de alcantarillado.

2.2.8. Agentes Químicos

Son elementos que son producidos intencionalmente o producidos de forma natural, como son los desechos generados por los seres humanos, son contaminantes peligrosos que generan un gran impacto ambiental si no son tratados de la forma correcta esto debido a un mal manejo.

2.2.8.1. Químicos Presentes en Aguas Residuales

Las aguas residuales contienen infinidad de agentes químicos muy perjudiciales para el medio ambiente, si estos agentes no son tratados de forma correcta se generaría una contaminación ambiental no solo de los recursos hídricos si no, también, del suelo. Los agentes más resaltantes y que se encuentran en las aguas residuales tenemos a los cloruros, pesticidas, metales pesados y gases como el hidrogeno, metano, etc. (Pire, 2019).

2.2.8.2. Químicos Perjudiciales para el Concreto

a) Ataques Ácidos

Los agentes ácidos más resaltantes y agresivos para el concreto son los agentes orgánicos, inorgánicos o minerales. Estos agentes estar en contacto con el concreto reaccionan directamente con el cemento ocasionando reacciones químicas y deteriorando el concreto por tal motivo siempre es recomendable protegerlo con aditivos impermeabilizantes y evitar su deterioro a corto y mediano plazo.

b) Lixiviación

Estos se generan cuando el concreto ingresa en contacto directo con aguas con impurezas, reaccionan el contenido de calcio que contiene el cemento y da lugar al deterioro y resquebrajamiento de este.

c) Carbonatación

El dióxido de carbono afecta el pH del concreto dando lugar a que este ya no sea más un protector del acero de las estructuras de concreto armado, ocasionando corrosión del acero lo cual conlleva a una reducción de área acero con la cual fue diseñada la estructura y reduciendo considerablemente la resistencia mecánica.

d) Sulfatos

Son agentes que se encargan de deteriorar el concreto ocasionando en ellos fisuraciones, fracturación del concreto ocasionado por presiones internas y la disminución de la cohesión entre la pasta cementante y los agregados. Se muestran normalmente de forma superficial como manchas blanquecinas.

e) Cloruros

Este tipo de agente químico actúa introduciéndose dentro del concreto mediante sus poros o fisuras generadas por malos procesos constructivos ocasionando corrosión del acero de refuerzo del concreto. (Asociación Colombia de Productos de Concreto, 2020).

f) Álcalis

Los cementos contienen 0.6 % como cantidad máxima permitida de álcalis, esto para evitar fisuras en el concreto. Según Del Rosal (2020), los álcalis que afectan directamente al concreto son el óxido de potasio y el óxido de sodio que se encargan de destruir el concreto desde su interior, generando presiones internas hasta el punto de fracturarlos y dando paso a la oxidación del acero.

2.2.9. Fisuras en el Concreto

Son pequeñas discontinuidades que aparecen por prácticas indebidas en el proceso constructivo o por deficiencias en el diseño estructural. Estas se presentan en elementos estructurales como columnas, losas, tanques, taludes, placas, cisternas de concreto, entre otras y de esta forma se genera una alerta en la que está comprometida la durabilidad y funcionalidad de las estructuras.

Estas fisuras son de un ancho máximo de 1mm de abertura y afectan solo a la superficie de la estructura de concreto pero que podría ocasionar filtraciones de agua o corrosión del acero si no se trata con prontitud. Pueden producirse en el concreto fresco y endurecido, su aparición está relacionada a los cambios de humedad, temperatura y al estado de tensión de armaduras en la estructura.

Las fisuras se presentan en los 2 estados del concreto, dentro de ellos existen variedad de fisuras.

2.2.9.1. Fisuras en Estado Fresco

a) Fisuración Plástica

Con la presencia de agua, el concreto se contrae y reacciona químicamente con algunos componentes cementantes después del inicio del fraguado. Es común que se generen fisuras severas en elementos de concreto.

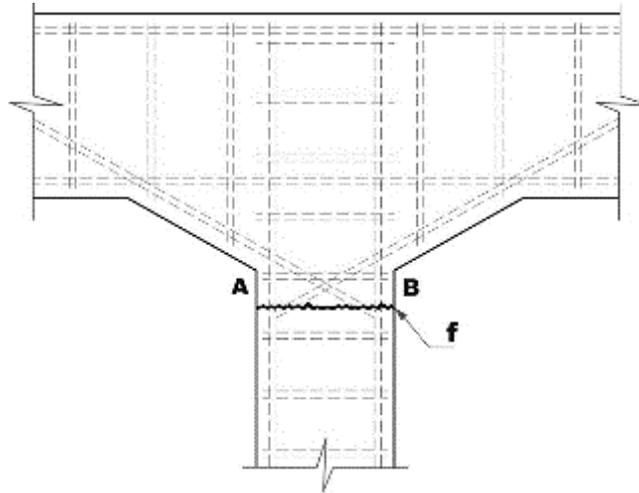
a.1) Fisuras por Asiento

Estas fisuras se generan después del vaciado y vibración del concreto. En el momento en que el concreto está consolidándose por sí solo con un breve asentamiento puede estar restringidos por los aceros o algunos encofrados causando vacíos y fisuras inmediatas a los elementos presentes. Estos agrietamientos aparecen normalmente en el asiento de columnas, dinteles, como se aprecia en la figura 32, vigas con fisuras con anchos desde 0,2 mm a 0,4 mm. Sus causas son por lo general un mal diseño de mezcla de concreto,

exceso de exudación, altas temperaturas del ambiente, el viento y relaciones a/c excesivamente elevadas.

Figura 32

Representación de una fisuración por asiento en la unión de dintel a columna.



Nota: Esta figura presenta la fisura entre la unión de un dintel y una columna.

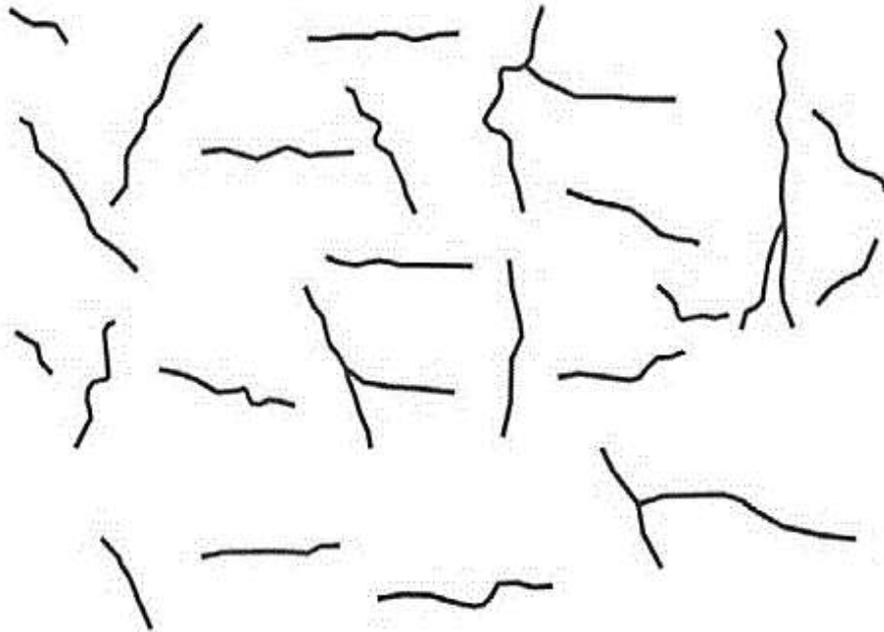
Fuente: FOPAE & AIS, 2011

a.2) Fisuras por Retracción Plástica

Se presentan con anchos aproximados entre 0,2 mm y 0,4 mm y son de pequeña profundidad. Se dan normalmente a las 6 horas de haber vaciado el concreto en la estructura a utilizar. Las causas principales de estos sucesos se dan por la velocidad pausada de exudación, la veloz evaporación del agua de la superficie, las altas relaciones de agua y cemento, inadecuada aplicación de retardantes o cementos, temperaturas ambientales variables, exceso de finos en la arena o mal curado del concreto. Su forma es parecida a la representación de la figura 33.

Figura 33

Representación de una fisuración por retracción plástica.



Nota: Esta figura presenta las fisuras aleatorias generadas en el concreto por retracción plástica.

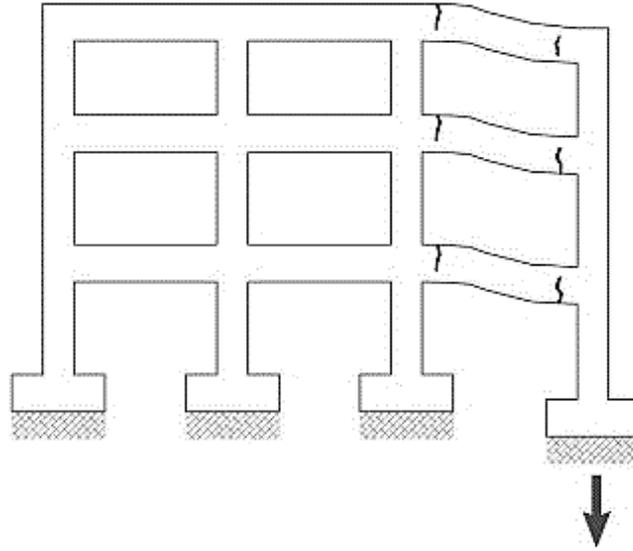
Fuente: FOPAE & AIS, 2011

b) Fisuración por Movimiento del Subsuelo

La mayoría de suelos o bases de un pavimento rígido son inestables o tienen movimientos debido a las cargas existentes. Estos movimientos hacen que los apoyos de una estructura de concreto tienden a padecer asentamientos mientras que la construcción se va acumulando de cargas superiores como se muestra en la figura 34. El cambio repentino del nivel freático del suelo, asentamiento de columnas esquineras, la humedad, entre otras, son las causas de este tipo de fisuras. Los anchos de estas fisuras son variables, suelen ser de dirección vertical o con poca pendiente.

Figura 34

Representación de una fisuración por asiento del subsuelo.



Nota: La figura muestra las fisuras por asentamiento diferenciales en suelos inestables.

Fuente: FOPAE & AIS, 2011

2.2.9.2. Fisuras en Estado Endurecido

a) Fisuración por Cargas

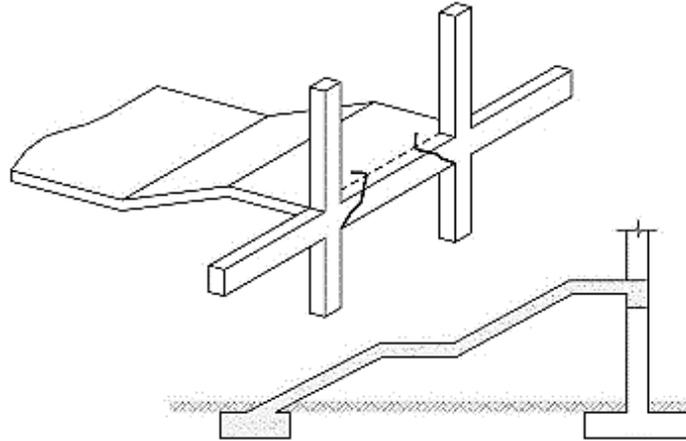
El concreto se fractura por lo general por aspectos vinculados al diseño estructural y fatiga de materiales presionados con cargas mecánicas reiterativas. Todo esto produce desperfectos sucesivos entre los agregados, la matriz del concreto, hasta incluso verse deteriorado el acero de refuerzo. Estas fisuras ocasionadas puede ser una magnitud mayor a las anteriores mencionadas y están ubicadas en el lugar donde se generó el exceso de esfuerzo sobre el elemento estructural.

a.1) Fisuras por Torsión

Son de tipo helicoidal como en la figura 35 y su ancho es pequeño, de aproximadamente 0.1mm e incluso menores a ese espesor. Producidas comúnmente por errores en el dimensionamiento de una parte del nervio al borde del elemento estructural o por la posición incorrecta de las armaduras sobre una columna.

Figura 35

Representación de una fisuración por torsión en vigas de borde de escalera.



Nota: Esta figura presenta las fisuras que se generan en las vigas por torsión en el borde de una escalera de concreto.

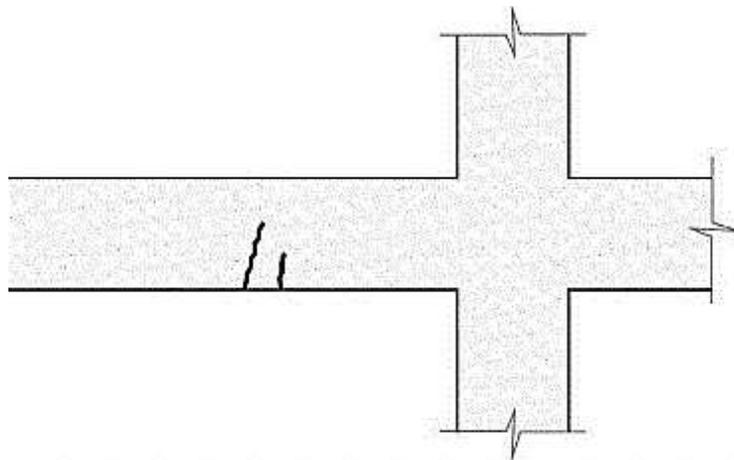
Fuente: FOPAE & AIS, 2011

a.2) Fisuras por Flexión

Por lo general, en la gran mayoría de vigas con concreto reforzado hay posibilidad de que ocurra este tipo de fisuración debido al alto grado de flexión que puede sufrir un elemento estructural en su tiempo de vida útil. La representación de la figura 36 refleja fisuras por flexión en vigas de concreto.

Figura 36

Representación de una fisuración leve por flexión.



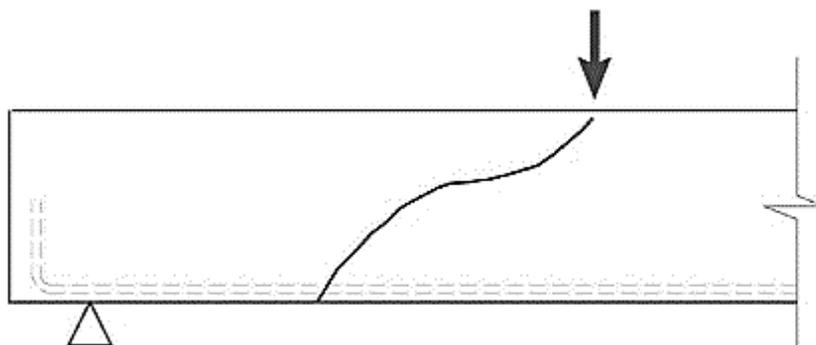
Fuente: FOPAE & AIS, 2011

a.3) Fisuras por Esfuerzos Cortantes

Son fisuras que tienen un ancho que varía de acuerdo con el incremento de cargas y se detectan en gran cantidad. Al tener cargas continuas el espesor de este tipo de fisura se expande hasta el punto de considerarse como una grieta. Su aspecto suele ser inclinado y curvado en dirección a la carga concentrada como se visualiza en la figura 37. Son generadas por un alto grado del esfuerzo cortante o por un exceso de tracción diagonal.

Figura 37

Fisuras por esfuerzo constante



Nota: Esta figura muestra una fisura por esfuerzo cortante, generada por un esfuerzo puntual.

Fuente: FOPAE & AIS, 2011

b) Fisuración en Cabeza de Columna y Nudos

Son las que se producen cuando existe una escasa resistencia del concreto. Se suelen encontrar de manera paralelas en concretos muy secos en forma diagonal y en concreto con alta humedad siendo su figura de forma vertical con rasguño. Son causadas debido a la falta o deslizamiento de estribos en la zona interior o por una resistencia baja del concreto.

c) Fisuración por Exposición al Medio Ambiente

El medio ambiente contiene agentes fisicoquímicos y efecto termodinámicos que afectan directamente a los componentes del concreto y al acero de refuerzo.

c.1) Fisuración por Contracción Térmica

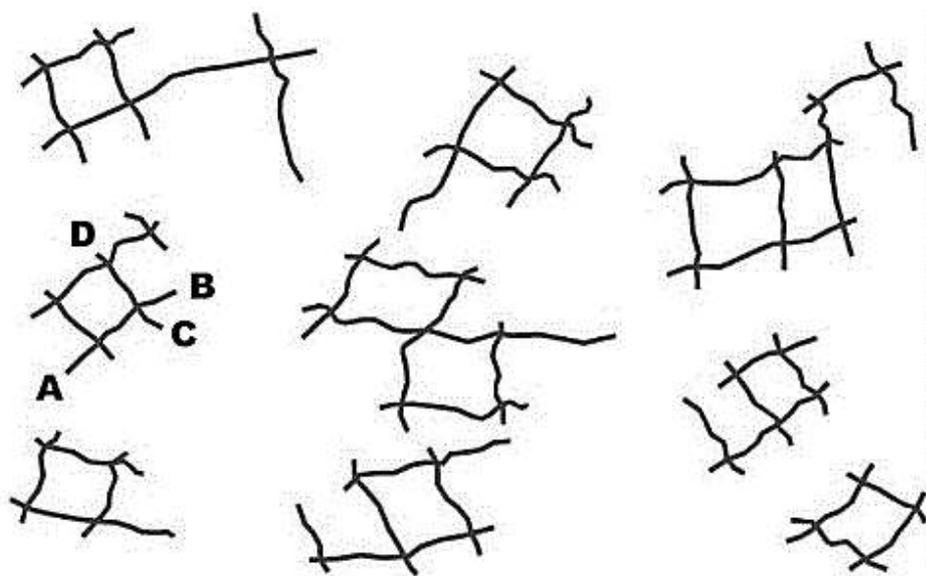
Las fisuras por contracción térmica inicial tienen un ancho entre 0,15 mm y 0,3 mm. Son generadas por un cambio térmico, es decir, un enfriamiento rápido o temperaturas elevadas causadas por la lenta disipación del calor de hidratación o el uso de un inadecuado cemento. Aparecen normalmente en muros sin existencia de junta de contracción y en el tiempo de un día a una semana a partir del vaciado del concreto.

c.2) Fisuras por Retracción por Secado

Se origina por la pérdida de humedad de la pasta del cemento. Este tipo de fisuras aparecen tiempo después del endurecimiento del concreto y tienen un ancho pequeño de 0,05 mm a 0,2 mm con una forma aleatoria como en la figura 38. Las causas más probables son un curado escaso y el exceso de finos en la arena. La magnitud de estas fisuras depende del contenido de aguas y del tipo de agregado usado.

Figura 38

Representación de una fisuración por retracción por secado



Nota: Esta figura muestra fisuraciones por retracción por secado por exceso de agua en el concreto.

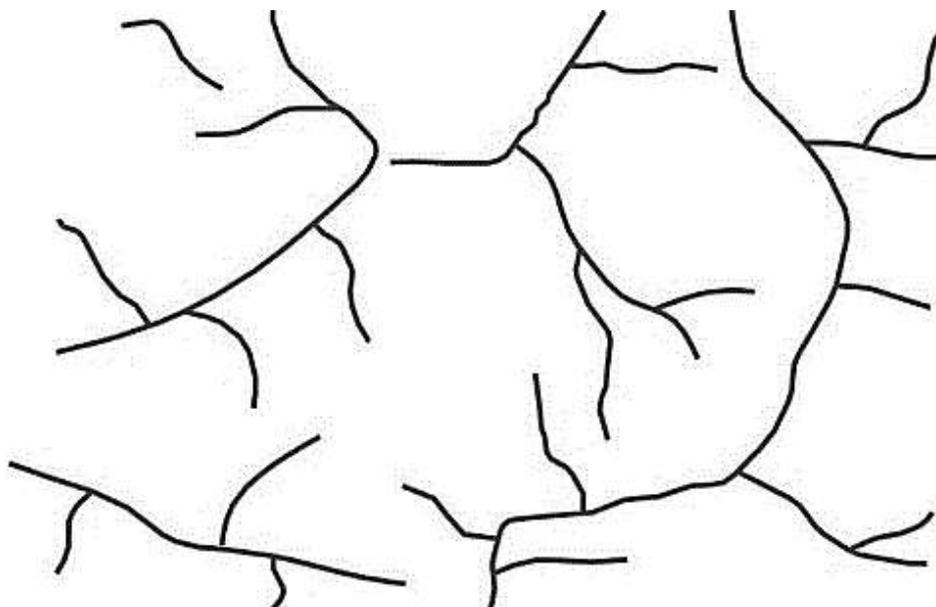
Fuente: FOPAE & AIS, 2011

c.3) Fisuras por Ataque de Sulfatos

Son ocasionadas por los ataques formados generalmente por mezclas de sulfuros y sal con otros compuestos químicos, como el sodio y el magnesio, que reaccionan con algunos componentes del cemento, como el calcio, los aluminatos, etc.; generando fisuras con una distribución aleatoria como se aprecia en la figura 39.

Figura 39

Representación de una fisuración por el ataque de sulfatos



Nota: Esta figura muestra fisuras generadas por el ataque de los sulfatos.

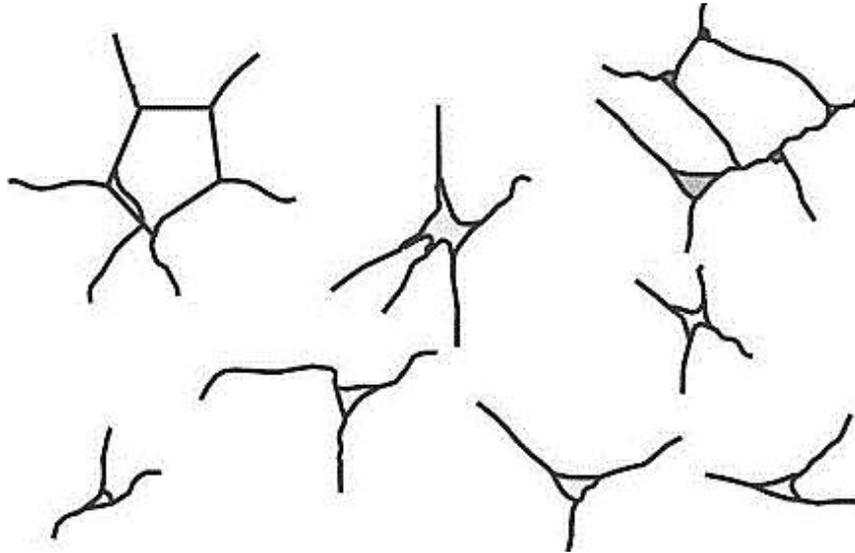
Fuente: FOPAE & AIS, 2011

c.4) Fisuras por Reactividad Alkali del Agregado

Las características de estas fisuras es que son de forma de malla o estrella, como se identifica en la figura 40. Causada por la reacción de agregados que contengan sílice u otros minerales reactivos con los iones alcalinos del cemento. Aparecen en estructuras hidráulicas que estén en constante contacto con la humedad. Normalmente se visualizan a partir de los 2 años de edad del concreto, todo dependerá de la cantidad de humedad y agentes químicos que estén presentes en la zona.

Figura 40

Representación de una fisuración por reactividad álcali del agregado



Fuente: FOPAE & AIS, 2011

2.2.10. Aditivos

Son químicos que se adicionan al concreto para optimizar sus propiedades fisicomecánicas, hay aditivos que se adicionan al concreto en la etapa de mezclado y otro en concretos endurecidos. (Umirri Flores, 2019).

Los aditivos han ido evolucionando en el transcurso del tiempo, logrando extender la vida útil, durabilidad y calidad del concreto.

2.2.10.1. Historia

La utilización del primer aditivo impermeabilizante se remonta a los años 1910 por el fundador suizo de la marca Sika Kaspar Winkler. El primer aditivo impermeabilizante utilizado fue el Sika 1, este aditivo se aplicó en el túnel del Gotardo entre los años 1910 - 1935 impermeabilizando 67 túneles ferroviarios en Suiza.

Entre los años de 1926 y 1928 Kaspar Winkler decidió expandir su empresa y llevarla a otros países como Inglaterra, Italia y Francia. En 1935 la marca Sika tenía presencia internacional, se

encontraba en otros continentes como Sudamérica, Europa y Asia. En la actualidad Sika se mantiene como líder indiscutible en productos químicos para la construcción.

2.2.10.2. Uso de los Aditivos

Según Umirri Flores (2019), los aditivos tienen muchas aplicaciones y se utilizan para lograr mejorar las propiedades fisicomecánicas de los concretos, entre sus principales beneficios se tienen:

- Mejorar la trabajabilidad sin afectar la relación a/c.
- Reducir segregación.
- Acelerar la resistencia a la compresión en edades tempranas.
- Reducir la permeabilidad.
- Reducir la cantidad de agua del concreto sin afectar su trabajabilidad.
- Impermeabilización de concreto para obras hidráulicas.

2.2.10.3. Tipo de Aditivos

a) Plastificantes

Se utilizan para concretos de alta resistencia donde la relación agua cemento se encuentra entre 0.40, el efecto que realiza en el concreto es lograr obtener concretos de alta resistencia sin afectar la resistencia proyectada. (Umirri Flores, 2019).

b) Superplastificantes

Se encarga de distribuir homogéneamente los agregados dentro de la mezcla de concreto y ayuda a reducir la necesidad de agua en la mezcla en un 30%. (Umirri Flores, 2019).

c) Incorporadores de Aire

Es un aditivo que se adiciona al agua del concreto antes de ser mezclado, para mejorar su trabajabilidad, extensión de su vida útil, calidad y tenga un comportamiento óptimo en climas de hielo y deshielo. (Umirri Flores, 2019).

d) Acelerantes

Según Umirri, se encarga de acelerar el fraguado del concreto. Se utiliza en vaciado de estructuras donde se requiera desencofrar elementos horizontales a pocos días de realizado el vaciado. (2019).

e) Retardantes

Su aplicación en el concreto se da específicamente cuando se realizan vaciados de gran magnitud en zonas muy calurosas, estructuras sin discontinuidades donde el objetivo es lograr un concreto monolítico y cuando el concreto es preparado en planta y la obra se encuentra muy alejada. Es un aditivo que permite que su colocación sea trabajable y que su tiempo de fraguado sea mayor al de un concreto convencional. (Umirri Flores, 2019).

f) Impermeabilizantes

Son aditivos que se encargan de sellar los microporos del concreto, su aplicación se da en concretos frescos y endurecidos. Hay impermeabilizantes en polvo que se agregan a morteros durante su mezclado y aditivos que se agregan al concreto en estado líquido durante su elaboración.

Según Sika Perú S.A.C. (2013), en la actualidad existen variedad de aditivos impermeabilizantes que son aplicados en estructuras hidráulicas que estarán sometidas a presiones negativas y positivas las cuales son colocadas en las superficies del concreto ya endurecido.

g) Reparadores de Fisuras

Son aditivos que se aplican en losas y reservorios cuando el concreto a alcanzado su máxima resistencia, son aplicadas en superficies que han sufrido fisuras por contracción plástica por secado, dichas fisuras son generadas por malas prácticas constructivas.

h) Morteros

Son morteros de alta resistencia, nivelación y revestimiento que se encargan de reparar superficies que se encuentran deterioradas. También nivelan superficies irregulares. Se aplica en espesores de hasta 3 cm de espesor.

i) Curadores

Son componentes que se encargan de formar una membrana sobre la superficie del concreto, para evitar la evaporación del agua por efectos del clima como son el aire, el sol y otros factores.

2.2.10.4. Clasificación de Aditivos Impermeabilizantes

a) Poliuretanos

Son aditivos que ofrecen muy buena resistencia a la abrasión, su aplicación se da en superficies totalmente secas para lograr su óptimo desempeño, si son aplicadas en superficies con contenido de humedad el aditivo no se adhiere correctamente. (Lopez, 2018).

b) Epóxicos

Presentan y ofrecen una muy buena resistencia, es utilizado en pisos, tanques de agua, estructuras que están en contacto directo con el agua, no es recomendable su aplicación en superficies que se encuentren expuestas a los rayos UV. (Lopez, 2018).

c) Selladores Penetrantes

Son aquellos que se encargan de sellar los poros del concreto para proteger a la estructura de la penetración del agua. Estos aditivos no cambian la superficie del concreto, son transparentes. (Lopez, 2018).

d) Selladores Formadores de Capa

Se encargan de formar una capa en la superficie del concreto con la finalidad de lograr una superficie impermeable, se usan mayormente en

concretos decorativos donde resaltan el acabado de la superficie del concreto. (Lopez, 2018).

2.2.11. Sikalastic – 1K

Es un mortero cementicio mono componente reforzado con fibras que permiten al mortero una alta flexibilidad, es resistente a los álcalis y fácil de aplicar en superficies de concreto y posee una muy buena adherencia en superficies no porosas. (Sika Perú S.A.C., 2019).

Figura 41: *Sikalastic – 1K*



Nota: Esta figura muestra la presentación del Sikalastic – 1K.

Fuente: Sika Perú S.A.C. (2019).

2.2.11.1. Usos del Aditivo

- a) Impermeabilización de estructuras hidráulicas de concreto, tanques, cisternas, tuberías, baños, terrazas, piscinas, etc.
- b) Impermeabilización de paredes exteriores que se encuentren expuestas a humedad o donde tenga contacto directo con el terreno.
- c) Recubrimiento flexible para estructuras de concreto armado que se encuentre en climas de congelación y descongelación.

2.2.11.2. Ventajas del Aditivo

- a) Solo necesita añadirle agua, respetando la ficha técnica.
- b) Puede ser aplicada con rodillo, brocha o llana.
- c) Puede aplicarse en superficies verticales.
- d) Buena adherencia en sustratos no porosos.
- e) Se puede aplicar en superficies con un porcentaje de humedad de 4%.
- f) Capacidad de puente de fisuras debido a su alta flexibilidad.
- g) Presenta buena resistencia al pandeo.

2.2.11.3. Beneficios del Aditivo

- a) Recubrimiento flexible para estructuras de concreto armado expuestas a climas de hielo y deshielo.
- b) Impermeabilización para presiones negativas.
- c) Impermeabilización de tanques de agua, reservorios, cisternas.
- d) Puenteo de fisuras.

2.2.11.4. Características del Aditivo

a) Base Química:

Es un producto que contiene cemento modificado con polímeros resistente a los álcalis, contiene fibras que hacen que el aditivo sea flexible y esta es a base de agregados seleccionados.

b) Empaques:

El producto viene en presentaciones de bolsas de 20 kg.

c) Apariencia:

El aditivo es de color gris claro al igual que los morteros convencionales.

d) Vida útil:

Tiene un tiempo de vida útil de 12 meses después de su fecha de elaboración y tiene que estar en un ambiente fresco, libre de humedad y sobre una base de madera entre 5 °C y 25 °C.++++

2.2.11.5. Información Técnica del Aditivo

a) Capacidad de Puenteo de Fisuras:

Es un producto altamente con la capacidad de puentear fisuras mayores a 0.5mm a una temperatura de + 23°C, fisuras $\geq 0.75\text{mm}$ a una temperatura de 23°C y a - 5°C, resaltando que estos valores fueron Recuperados con un espeso de capa total de 3mm.

b) Absorción Capilar:

Es el proceso por el cual un elemento posee atracción sobre un fluido, llenando sus poros y sus capilares permeables.

2.2.11.6. Pre – Tratamiento del Aditivo

- a)** La superficie donde se hará la aplicación del aditivo tiene que encontrarse lo más uniforme posible, sana, limpie de aceites, grasas, partículas sueltas o sustancias extrañas.
- b)** Se recomienda realizar un aseo a la superficie con agua a presión de 400 bar o mediante cepillo metálico.
- c)** Si la superficie se encuentra irregular, tiene que ser subsanado antes de aplicar el aditivo.
- d)** El mezclado tiene que realizarse en un tiempo recomendado de 3 a 4 minutos hasta lograr una masa totalmente homogénea y sin grumos para evitar vacíos y una dispersión inadecuada del componente.
- e)** Su aplicación se puede realizar de tres formas: llana, rodillo y brocha.
- f)** Luego de la aplicación de la primera capa, esperar que se encuentre totalmente seca para la siguiente aplicación.

2.2.11.7. Aplicación del Aditivo

a) Proporción de la Mezcla:

Este producto de puede aplicar de 3 formas:

a.1) Primera Forma:

Es aplicarlo con rodillo con una adición de agua por bolsa (20 kg) de 7 litros.

a.2) Segunda Forma:

Aplicarlo con brocha con una adición de agua por bolsa (20 kg) de 6 litros.

a.3) Tercera Forma:

Aplicación con llana con una adición de agua por bolsa (20 kg) de 4.4 litros.

b) Consumo:

El rendimiento de este producto es de aproximadamente 1.2 kg/m² por cada milímetro de espesor. Puede variar dependiendo de la rugosidad de la superficie.

c) Espesor de Capa:

Tiene un espesor de 3 mm con una aplicación constante de 2 capas. El máximo espesor aceptable por capa es de 2 mm cuando su aplicación es con llana y de 1 mm cuando es aplicado con brocha.

2.3. Definición de Términos Básicos

a) Absorción Capilar

Se le dice al aumento en masa de los agregados dado a una penetración de agua en poros de las estas partículas a lo largo de un tiempo preestablecido. Es el recorrido del agua por medio de la red capilar, como resultado de la interacción de las fuerzas de contacto líquido - sólido, es decir, concreto endurecido o parcialmente saturados con el agua.

b) Alcalis

Es una sustancia química que se disuelve en agua. Son carbonatos de los metales alcalinos, hidróxidos, óxidos, que trabajan como bases muy hidrosolubles y resistentes.

c) ASTM

Conocida como Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. En inglés significa American Society for Testing and Materials, es la organización de

normas internacionales que se encarga de procesar y publicar acuerdos con las normas técnicas.

d) NTP

Son normas técnicas establecidas para especificaciones de calidad de procesos, servicios y productos. Existen normas de métodos de ensayos, muestreos, terminologías, etc.

e) Impermeabilización de Estructuras

Se basa en impedir el paso del agua, proteger la estructura y evitar la penetración o filtración de líquidos u otros fluidos hacia el exterior o interior de una estructura. Sirve para extender la vida útil de las mismas.

f) Puenteo de Microfisuras

Consiste en subsanar una fisura superficialmente. El objetivo es hacer un puente entre los dos labios de la fisura para impermeabilizar la estructura.

g) Reactividad Química

Es la facultad de una sustancia, que al entrar en contacto con ella misma u otras sustancias, padece una reacción química. Se mide en niveles de reactividad baja, media y alta. Mientras haya mayor reacción química, menos resistencia tendrá la sustancia.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

HG: La aplicación de Sikalastic - 1K logró impermeabilizar el tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.

2.4.2. Hipótesis Específicas

H1: Con la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K se reducirá la absorción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ del tanque

de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.

H2: Con la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K se resistirá el ataque de los álcalis, cloruros y sulfatos en el concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.

H3: Con la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K se puentearán las microfisuras del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Método de la Investigación

El método es descriptivo – experimental ya que se efectuó una revisión de los distintos conceptos teóricos y normas aplicadas en este proyecto de investigación, las cuales fueron utilizadas para la realización de muestras que fueron analizadas con ensayos en un laboratorio para determinar sus propiedades físicas y posteriormente realizar las pruebas hidráulicas.

3.1.2. Enfoque de la Investigación

El enfoque es cuantitativo puesto que los resultados a obtener en el laboratorio son valores numéricos medibles, buscando obtener el porcentaje de absorción del concreto aplicado superficialmente con Sikalastic - 1K, de la misma manera, determinar la resistencia frente al ataque de álcalis, cloruros y sulfatos para así demostrar que este aditivo puentea microfisuras y otorga al concreto mejoras en sus propiedades físicas frente a las presiones de agua y los químicos. También se obtiene valores numéricos al realizar la prueba de estanqueidad en la estructura.

3.1.3. Tipo de Investigación

La orientación de la tesis es de tipo aplicada ya que se aplica conocimientos existentes en las normas ASTM y NTP para realizar los ensayos de laboratorio y ser aplicada como alternativa de solución en el tanque de tratamiento de aguas residuales, obteniendo un concreto impermeable, de larga vida útil y sostenible en el tiempo. Se tiene como finalidad puentear las microfisuras del tanque Imhoff determinando las causas y el comportamiento físico del concreto con la aplicación superficial del Sikalastic - 1K. Para la realización de estos ensayos se elaboraron testigos que permitan observar el proceso causa-efecto, para luego ser aplicado a la estructura con el fin de lograr la impermeabilización.

3.1.4. Nivel de la Investigación

Consta de tres niveles. Descriptiva, porque estima parámetros, se trabaja con muestras, se usan instrumentos estandarizados y se desarrollan análisis cuantitativos. Explicativa, porque para la realización de estos ensayos se elaboraron testigos con un procedimiento detallado de la elaboración de estos y la aplicación del aditivo Sikalastic – 1K para que permitan observar el proceso causa-efecto, ya que la variable independiente influenciará sobre la dependiente. Aplicativa, ya que planteamos resolver los problemas presentados en obra, las cuales son las filtraciones presentadas en la estructura del tanque Imhoff.

3.1.5. Diseño de la Investigación

Se utilizará un diseño de tipo experimental, porque se aplicará el aditivo Sikalastic – 1K a los testigos de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, realizando pruebas de laboratorio con la finalidad de poder obtener el porcentaje óptimo de adición del aditivo para mejorar las propiedades físicas y su resistencia ante el ataque de los álcalis, sulfatos y cloruros para que este pueda posteriormente ser aplicado al tanque de tratamiento de aguas residuales para lograr la impermeabilización y el puenteo de microfisuras presentes en la estructura.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

La población está compuesta por probetas cilíndricas, probetas rectangulares, mortero de cemento-arena y la estructura del tanque Imhoff, que es parte de la planta de tratamiento de líquidos residuales, el cual se encuentra ubicado en el caserío Laurel.

3.2.2. Muestra

La muestra de esta investigación es probabilística ya que todos los componentes pertenecientes a la población contienen una probabilidad superior de cero de ser seleccionados como la muestra.

El método a utilizar es el muestreo estratificado puesto que parte de la población se reagrupa según estratos (método de aplicación, número de capas, aditivo y tiempo de curado).

Se consideraron variables cuantitativas asumiendo poblaciones infinitas. Para Lopez, P. & Fachelli, S. (2015), la fórmula para delimitar la magnitud de la muestra contiene los posteriores elementos.

- a) Z = es el nivel de confianza fijado por el investigador. Puede ser de 90% hasta el 99%.
- b) S = es la desviación estándar adquirida por antiguos estudios, criterio de profesionales expertos, distribución de población o muestras piloto.
- c) E = es el error del muestreo en porcentaje, también es designada por el investigador.
- d) n_0 = Tamaño de la muestra.

Tabla 4

Fórmula para una población infinita

VARIABLE	CUANTITATIVA
Población infinita (Cuando no se conoce n_0)	$n_0 = \frac{Z^2 \times S^2}{E^2}$

Nota: En la tabla se exhibe la fórmula para hallar el tamaño de la muestra del proyecto.

Fuente: Lopez, P. & Fachelli, S., 2015

En base a lo expuesto, se tienen los siguientes resultados.

- a) Z = el nivel de confianza fijado por será de un 96% (1.96).
- b) S = la desviación estándar considerada para esta investigación será de 0.045.
- c) E = el error de muestreo estimado para el proyecto será de 5% (0.05).
- d) n_0 = Tamaño de muestra.
- e) Reemplazando estos valores en la fórmula de la tabla 4 obtuvimos el tamaño de la muestra por estrato:

$$n_0 = \frac{1.96^2 \times 0.045^2}{0.05^2}$$

$$n_0 = 3.0$$

3.2.2.1. Para la Resistencia a la Compresión del Concreto

Las muestras se estudiaron teniendo como referencia la norma ASTM C-39 y NTP 339.034, se elaboraron 6 testigos de forma cilíndrica a quienes se les realizará el ensayo de resistencia a la compresión. A los 14 días se sometió al ensayo a 3 testigos como se figura en la tabla 5 y los otros 3 a los 28 días de curado, tabla 6, para verificar y

comprobar que se está trabajando con el mismo diseño de mezcla indicado en las especificaciones técnicas de la estructura del tanque Imhoff, un concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 5

Cuántía de testigos para el ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días de curado

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
Días de curado	14	
Concreto	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	
PROBETAS	Q MUESTRAS	SUMA
CONCRETO PATRÓN	3	3
TOTAL		3

Elaborado por: los autores

Tabla 6

Cuántía de testigos para el ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de curado.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
Días de curado	28	
Concreto	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	
PROBETAS	Q MUESTRAS	SUMA
CONCRETO PATRÓN	3	3
TOTAL		3

Elaborado por: los autores

a) Para el Porcentaje de Absorción del Concreto

Las muestras se estudiaron teniendo como referencia las normas NTP 339.187 y NTP 399.601. Se elaboraron testigos de tipo prismático rectangular (forma de ladrillo), con las dimensiones 24cm x 10cm x 13cm, con un diseño de mezcla de 210 kg/cm². Se realizaron 30 probetas, como se aprecia desde la tabla 7 hasta la 10, de las cuales 3 fueron de concreto

convencional y el resto se aplicó de 3 maneras y en 3 capas; para la aplicación con rodillo se utilizaron 9 en total, 3 cubiertas superficialmente con 1 capa, 3 serán cubiertas superficialmente con 2 capas y 3 cubiertas superficialmente con 3 capas del aditivo Sikalastic - 1K. Para la aplicación con brocha se trabajó con 9 muestras, 3 serán cubiertas superficialmente con 1 capa, 3 serán cubiertas superficialmente con 2 capas y 3 cubiertas superficialmente con 3 capas del aditivo Sikalastic - 1K. Por último, la aplicación con plancha, se tiene de igual manera 9 muestras, 3 cubiertas superficialmente con 1 capa, 3 cubiertas superficialmente con 2 capas y 3 cubiertas superficialmente con 3 capas del aditivo Sikalastic - 1K; con la finalidad de poder determinar la influencia del aditivo en el porcentaje de absorción del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 7

Cuántía de testigos patrón para el ensayo de absorción del concreto

TESTIGOS PATRÓN		
Días de curado	28	
Concreto	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	
PROBETAS	Q MUESTRAS	SUMA
CONCRETO PATRÓN	3	3
TOTAL		3

Elaborado por: los autores

Tabla 8*Cuantía de testigos para el ensayo de absorción con la aplicación con rodillo*

APLICACIÓN CON RODILLO		
Días de curado	28	
Concreto	f'c= 210 kg/cm²	
PROBETAS	Q MUESTRAS	SUMA
1 CAPA	3	3
2 CAPAS	3	3
3 CAPAS	3	3
TOTAL		9

Elaborado por: los autores

Tabla 9*Cuantía de testigos para el ensayo de absorción con la aplicación con brocha*

APLICACIÓN CON BROCHA		
Días de curado	28	
Concreto	f'c= 210 kg/cm²	
PROBETAS	Q MUESTRAS	SUMA
1 CAPA	3	3
2 CAPAS	3	3
3 CAPAS	3	3
TOTAL		9

Elaborado por: los autores

Tabla 10*Cuantía de testigos para el ensayo de absorción con la aplicación con plancha*

APLICACIÓN CON PLANCHA		
Días de curado	28	
Concreto	f'c= 210 kg/cm²	
PROBETAS	Q MUESTRAS	SUMA
1 CAPA	3	3
2 CAPAS	3	3
3 CAPAS	3	3
TOTAL		9

Elaborado por: los autores

b) Para la Resistencia Ante el Ataque de Álcalis, Cloruros y Sulfatos

Los ensayos se realizaron siguiendo la metodología ASTM C289 para el ensayo de resistencia a los álcalis, metodología ASTM D512 para el ensayo de resistencia a los cloruros y la metodología ASTM D516 para los sulfatos. Se estudiaron 27 muestras, como se contabiliza en las tablas 11, 12 y 13, donde se aplicó el aditivo superficialmente a pequeños morteros de 4cm x 4cm x 3cm que luego fueron sumergidos en un frasco con una concentración en ppm de álcalis, cloruros y sulfatos, dónde se observó el nivel de reactividad que este presentó en las diferentes proporciones agregadas. Las muestras representativas fueron de 9 por cada ensayo sometidas a concentraciones diferentes que aumentaban en patrones de 100 ppm.

Se adicionaron las concentraciones de solución en proporciones de 100 ppm hasta las 900 ppm para obtener resultados estadísticos más precisos. Los niveles que se reflejaron en los ensayos fueron bajo, medio y alto, dónde bajo indica que el aditivo presenta buena resistencia, medio indica que el aditivo empieza a presentar cambios físicos y alto indica que el aditivo no resiste la presencia de estos compuestos químicos y reacciona desfavorablemente.

Tabla 11

Cuantía de muestras para el ensayo de resistencia a los álcalis

ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS ÁLCALIS		
Número de capas	3 CAPAS	
Concreto	f'c= 210 kg/cm²	
CONCENTRACIÓN	Q MUESTRAS	SUMA
100ppm - 900ppm	9	9
TOTAL		9

Elaborado por: los autores

Tabla 12*Cuántía de muestras para el ensayo de resistencia a los cloruros*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS CLORUROS		
Número de capas	3 CAPAS	
Concreto	f'c= 210 kg/cm²	
CONCENTRACIÓN	Q MUESTRAS	SUMA
100ppm - 900ppm	9	9
TOTAL		9

Elaborado por: los autores

Tabla 13*Cuántía de muestras para el ensayo de resistencia a los sulfatos*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS SULFATOS		
Número de capas	3 CAPAS	
Concreto	f'c= 210 kg/cm²	
CONCENTRACIÓN	Q MUESTRAS	SUMA
100ppm - 900ppm	9	9
TOTAL		9

Elaborado por: los autores

c) Para el Punteo de Microfisuras en el Concreto

Las muestras se estudiaron teniendo como referencia las normas NTP 339.187 y NTP 399.601, se elaboraron testigos con las dimensiones 24 cm x 13 cm y 10 cm con un diseño de mezcla de 210 kg/cm². Se realizaron 27 probetas, indicados en las tablas 14, 15 y 16, los cuales después de los 28 días de curado se les generó pequeñas fisuras con una amoladora de 4mm de espesor para poder puentearlas con la aplicación del aditivo Sikalastic – 1K. Se consideró los testigos patrón realizados anteriormente. Al resto de testigos se les aplicó de 3 maneras y en 3 capas; para la aplicación con rodillo se utilizaron 9 en total, 3 cubiertas superficialmente con 1 capa, 3 fueron cubiertos superficialmente con 2 capas y 3 cubiertos superficialmente con 3 capas del aditivo Sikalastic - 1K. Para la aplicación

con brocha se trabajó con 9 muestras, 3 fueron cubiertos superficialmente con 1 capa, 3 fueron cubiertos superficialmente con 2 capas y 3 testigos cubiertos superficialmente con 3 capas del aditivo Sikalastic - 1K. Por último, la aplicación con plancha, se tiene de igual manera 9 muestras, 3 cubiertas superficialmente con 1 capa, 3 cubiertas superficialmente con 2 capas y 3 cubiertas superficialmente con 3 capas del aditivo Sikalastic - 1K; con la finalidad de poder determinar la influencia del aditivo en el porcentaje de absorción del concreto fisurado para que luego este pueda ser aplicado en las paredes del tanque Imhoff.

Tabla 14

Cuantía de testigos para verificar el puenteo de microfisuras con la aplicación con rodillo

APLICACIÓN CON RODILLO		
Días de curado	28	
Concreto	f'c= 210 kg/cm²	
PROBETAS	Q MUESTRAS	SUMA
1 CAPA	3	3
2 CAPAS	3	3
3 CAPAS	3	3
TOTAL		9

Elaborado por: los autores

Tabla 15

Cuantía de testigos para verificar el puenteo de microfisuras con la aplicación con brocha

APLICACIÓN CON BROCHA		
Días de curado	28	
Concreto	f'c= 210 kg/cm²	
PROBETAS	Q MUESTRAS	SUMA
1 CAPA	3	3
2 CAPAS	3	3
3 CAPAS	3	3
TOTAL		9

Elaborado por: los autores

Tabla 16

Cuantía de testigos para verificar el puenteo de microfisuras con la aplicación con plancha

APLICACIÓN CON PLANCHA		
Días de curado	28	
Concreto	f'c= 210 kg/cm²	
PROBETAS	Q MUESTRAS	SUMA
1 CAPA	3	3
2 CAPAS	3	3
3 CAPAS	3	3
TOTAL		9

Elaborado por: los autores

3.3. Definición de Variables

Tabla 17

Variable dependiente e independiente

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE
IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	APLICACIÓN DE SIKALASTIC 1K

Elaborado por: los autores

3.3.1. Definición Conceptual

3.3.1.1. Variable Independiente

Tabla 18

Definición conceptual de variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL
APLICACIÓN DE SIKALASTIC – 1K	<p>La finalidad de revestir la estructura del tanque Imhoff con la aplicación del Sikalastic – 1K es impermeabilizarlo y solucionar las filtraciones encontradas. Es por esto que se considera variable independiente a la Aplicación de Sikalastic – 1K, pues, esto influenciará sobre la variable dependiente.</p> <p>Para realizar la impermeabilización del tanque de tratamiento de aguas residuales con la aplicación de Sikalastic - 1K es necesario conocer sus características y componentes. Es un aditivo impermeabilizante que se encarga de sellar fisuras y poros presentados en estructuras de concreto armado con la finalidad de lograr estructuras hidráulicas de calidad y con una vida útil más extensa. Está compuesto por refuerzo de fibras flexibles, con áridos seleccionados de granulometría fina, aditivos para la impermeabilización de soportes sujeto a deformaciones y con cemento modificado con polímeros con resistencia a los álcalis. Este aditivo también ofrece resistencia frente a las sales de hielo - deshielo, absorción capilar y la capacidad de puenteo de micro fisuras siendo un componente flexible con adherencia al concreto. Sikalastic - 1K está diseñado especialmente para su aplicación mediante brocha, rodillo o llana; se puede aplicar hasta en 3 capas, con un espesor por capa de 1mm a 2mm.</p>

Nota: En la tabla 18 se exhibe la definición conceptual de la variable independiente.

Elaborado por: los autores

3.3.1.2. Variable Dependiente

Tabla 19

Definición conceptual de variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL
IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	<p>Teniendo en consideración que la variable independiente debe de influenciar a la variable dependiente, estimamos que la variable dependiente es la Impermeabilización del Tanque de Tratamiento de Aguas Residuales, puesto que se verá influenciado al revestir sus paredes con la aplicación de Sikalastic – 1K.</p> <p>El objetivo de la impermeabilización del tanque de tratamiento de aguas residuales es impedir que el agua penetre la estructura y se pueda puentear las fisuras presentadas con la aplicación de Sikalastic - 1K tratando de explicar la relación de una variable independiente con una variable dependiente para lograr el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales y extender la vida útil de la estructura hidráulica.</p>

Nota: En la tabla 19 se muestra la definición conceptual de la variable dependiente.

Elaborado por: los autores

3.3.2. Definición Operacional

3.3.2.1. Variable Independiente

Tabla 20

Definición operacional de variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES
APLICACIÓN DE SIKALASTIC – 1K	La absorción capilar según la información técnica del aditivo, usando la norma EN 1062-3 es de $\sim 0,077 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$. Para determinar la impermeabilización del aditivo se aplicará en distintas cantidades de capas (1, 2 y 3). Los testigos serán revestidos superficialmente con el aditivo para luego someterlos a ensayos de laboratorio.	Absorción capilar
	Para determinar la cantidad de aditivo a aplicar en la estructura hidráulica, requeriremos de la proporción de mezcla indicada por la ficha técnica para verificar el método de aplicación y su dosificación agua/aditivo previo estudio con ensayos de laboratorio.	Porcentaje de adición del aditivo
	La capacidad de puenteo de fisuras según la información técnica del aditivo, usando la norma EN 1062-7 es $>0.50 \text{ mm}$ ($23 \text{ }^\circ\text{C}$) y con la norma EN 14891 es $\geq 0.75 \text{ mm}$ ($+23 \text{ }^\circ\text{C}$) & $\geq 0.75 \text{ mm}$ ($-5 \text{ }^\circ\text{C}$).	Capacidad de puenteo de microfisuras

Nota: En la tabla 20 se muestra la definición operacional de la variable independiente y sus dimensiones.

Elaborado por: los autores

3.3.2.2. Variable Dependiente

Tabla 21

Definición operacional de variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES
IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Mediante un ensayo de absorción en concreto endurecido según la norma NTP 339.187 podremos obtener el % de absorción de un concreto patrón y de los testigos con 1 capa, 2 capas y 3 capas el aditivo Sikalastic - 1K para así determinar la capa más óptima para reducir el % de absorción con respecto al concreto patrón $f'c= 210\text{kg/cm}^2$.	Absorción del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$
	Con un ensayo de resistencia química podremos obtener el comportamiento del aditivo cuando entre en contacto con los agentes químicos. Se sumergió morteros de cemento-arena revestidos con el aditivo en un recipiente para verificar su reactividad química ante concentraciones 100 a 900 PPM de álcalis, cloruros y sulfatos.	Resistencia al ataque de los Álcalis, Cloruros y Sulfatos
	Se realizaron fisuras con una amoladora a testigos de concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ y posteriormente se aplicó en 1 capa, 2 capas y 3 capas el aditivo Sikalastic - 1K para así poder determinar la capa más óptima para el puenteo de microfisuras. Luego realizamos el ensayo de absorción en concreto endurecido según la norma NTP 339.187 para obtener el % de absorción en los testigos fisurados y revestidos superficialmente con el aditivo.	Puenteo de microfisuras

Elaborado por: los autores

3.4. Operacionalización de variables

Tabla 22

Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
OBJETIVO GENERAL	VARIABLES				
	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES DE V.I.	INDICADORES		
Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en la impermeabilización del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.	APLICACIÓN DE SIKALASTIC - 1K	Absorción capilar	Impermeabilidad del aditivo		
			Porcentaje de absorción		
		Porcentaje de adición del aditivo	Características		
			Dosificación		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en la resistencia a los álcalis, cloruros y sulfatos del concreto f'c= 210 kg/cm ² del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.	Capacidad de puenteo de micro fisuras	Cantidad de vacíos		
			Elasticidad		
	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES DE V.D.	INDICADORES	MEDICIÓN	
Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en el porcentaje de absorción del concreto f'c= 210 kg/cm ² del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.	IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Absorción del concreto	Ensayo de absorción del concreto. ASTM C642 & NTP 339.187.	Porcentaje de absorción del concreto	
				Porosidad	
Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en el puenteo de micro fisuras del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.	IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Resistencia a los Álcalis, Cloruros y Sulfatos	Ensayo para reactividad Álcali - Sílice de los agregados. ASTM C289.	Nivel de reactividad	
				Método de prueba para el Ion Sulfato en agua. ASTM D516.	Nivel de reactividad
					Nivel de reactividad
Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en el puenteo de micro fisuras del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.	IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Puenteo de micro fisuras	Ensayo de absorción del concreto. ASTM C642. NTP 339.187.	Porcentaje de absorción del concreto	
				Porosidad	
			Prueba de estanqueidad al tanque IMHOFF	Evaluación observacional de existencia de filtraciones en la estructura	
Evaluación medicional de existencia de filtraciones en la estructura					

Nota: En la tabla se aprecia la operacionalización de la variable dependiente e independiente junto con sus dimensiones e indicadores.

Elaborado por: los autores

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de datos usados para la investigación son:

- Encuestas.
- Manual estadístico.
- Diagrama Ishikawa.
- Expediente técnico de la obra.
- Observación experimental participativa.

Normas ASTM y NTP

- Fabricación y curado de especímenes de prueba de concreto en el campo según normas ASTM C31 y NTP 339.033.
- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Ladrillos de concreto. NTP 399.601.
- Ensayo de resistencia a la compresión según norma ASTM C39 y NTP 339.034.
- Absorción y vacíos en concreto endurecido según norma ASTM C642 y NTP 339.187.
- Ensayo estándar para reactividad potencial álcali-sílice de los agregados según norma ASTM C289.
- Método de prueba estándar para el Ion Cloruro en agua ASTM D512.
- Método de prueba estándar para el Ion Sulfato en agua ASTM D516.

3.6. Técnicas y Herramientas de Procesamiento de Datos

Las técnicas para el procesamiento de datos usados para la investigación son técnicas computarizadas, ensayos de laboratorio y pruebas hidráulicas.

- ✓ Ensayos de laboratorio.
- ✓ Pruebas hidráulicas.
- ✓ Microsoft Excel 2019.
- ✓ Microsoft Word 2019.
- ✓ AutoCAD 2021.

3.7. Procedimiento

Para desarrollar el proyecto de tesis se tuvo que realizar una prueba de estanqueidad a la estructura del tanque Imhoff de la PTAR para verificar su estado situacional actual y determinar la población. La estructura se encuentra ubicada en el Caserío Laurel, distrito de Jamalca, provincia de Utcubamba, departamento Amazonas, zona con mucha humedad en el suelo y con clima variado. Aplicando la técnica de observación experimental se detectó filtraciones de agua en las 4 paredes de la estructura. Posterior a ello se generó una discusión de propuestas para la solución a este problema donde en primera instancia predominó la aplicación de brea con mortero y del aditivo Chema Flex; siendo, ambas, una decisión errónea para la solución de la problemática.

Luego de haber fracasado con los 2 intentos anteriores, la directiva del consorcio y autoridades del Caserío Laurel se reunieron a debatir sobre el futuro de la estructura. Los pobladores y autoridades solicitaron la demolición y reconstrucción de la estructura, solicitud que afectaba en gran proporción económica a la empresa prestadora del servicio.

Teniendo en cuenta esta situación se dispuso buscar la solución más óptima, en menor tiempo y con menor costo, es así que se decidió comparar fichas técnicas y resultados de aplicación de aditivos impermeabilizantes a estructuras hidráulicas logrando definir al aditivo Sikalastic – 1K como diferente a los demás por su singular capacidad de puenteo de microfisuras y resistencia a diversos factores y agentes químicos, decidiendo realizar ensayos de laboratorio para determinar su influencia en el concreto.

Luego se procedió a generar encuestas para recaudar información de expertos y poder potenciar la investigación. Con esta técnica de recolección de datos se pudo determinar el problema general y los específicos, relacionándolos con el objetivo principal y específicos. También se logró delimitar los ensayos a realizar investigando normas técnicas

nacionales e internacionales para poder tener referencias al momento de la ejecución. Al no conocer la población exacta, se definió la cantidad de muestra utilizando la fórmula para una población infinita, asumiendo un nivel de confianza del 96% y error de muestreo del 5%.

En el transcurso de esta investigación se suscitaron problemas que retrasaron un poco el desarrollo, como fue el paro de transportistas a nivel nacional que inició el 28 de marzo donde se impidió el tránsito interprovincial por un tiempo aproximado de 3 semanas.

Se elaboraron 6 probetas cilíndricas y 57 de forma prismática rectangular de manera IN SITU, siendo expuestas al mismo ambiente al cual fue expuesto la estructura del tanque Imhoff. Las cilíndricas se usaron para el ensayo a compresión, para demostrar que se trabajó con el mismo diseño de mezcla indicado en el expediente técnico, y las de forma de ladrillo, normales y con fisuras, ambas con aplicación del Sikalastic – 1K en 1, 2 y 3 capas, se usaron para los ensayos de absorción. También se realizaron 27 morteros donde se les aplicó el aditivo para los ensayos químicos de resistencia ante el ataque de los álcalis, cloruros y sulfatos, distribuidas en 9 muestras para cada uno.

Las probetas cilíndricas fueron ensayadas en el laboratorio Terzaghi ubicada en Bagua Grande donde se pudo confirmar que efectivamente se trabajó con el mismo diseño de mezcla del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Los testigos de tipo ladrillo fueron trabajados en el laboratorio de suelos y concreto, Inversiones Licera, donde se realizó el ensayo estándar de absorción a los testigos de concreto patrón y a los testigos revestidos superficialmente en 1, 2 y 3 capas con el Sikalastic – 1K. Se realizó este mismo proceso a los testigos de concreto con fisuras.

Obteniendo resultados positivos en los ensayos se procedió a realizar el revestimiento superficial a la estructura del tanque Imhoff con la finalidad de poder impermeabilizarla y puentear las microfisuras detectadas en sus 4 paredes. Luego de tomar las medidas oportunas para un

correcto secado del aditivo posterior a la aplicación, se gestionó el llenado del tanque para realizar la respectiva prueba de estanqueidad después de 48 horas observando que se logró la impermeabilización del tanque Imhoff. Para confirmar la impermeabilización de la estructura se realizó una segunda prueba hidráulica luego de 30 días donde se afirma lo determinado en la primera prueba.

Para ordenar los datos recolectados anteriormente, los datos del expediente técnico, verificar datos del diseño de la estructura y generar la discusión de los resultados se utilizó Microsoft Word 2019, Microsoft Excel 2019 y AutoCAD 2021, generando un informe y matriz de consistencia que facilitó sistematizar cada avance del proyecto para poder analizar y comprender los procedimientos de esta investigación.

3.8. Materiales y Equipos

Materiales

- ✓ Cemento Pacasmayo tipo I.
- ✓ Agregado fino.
- ✓ Agregado grueso 1/2".
- ✓ Molde de probetas cilíndricas de PVC (10cm x 20cm).
- ✓ Cuchara de metal con capacidad ½ kg.
- ✓ Martillo carpintero.
- ✓ Martillo de goma.
- ✓ Regleta de metal de 30 cm.
- ✓ Varilla lisa de 12 mm.
- ✓ Madera.
- ✓ Moldes de Madera de 23x9x12.5 cm.
- ✓ Agua.
- ✓ Desmoldante para encofrado.
- ✓ Pala cuchara de 70 cm.
- ✓ Carretilla de carga de 100 litros.
- ✓ Regla de aluminio de 1 metro.
- ✓ Clavo 2" para madera.
- ✓ Serrucho.

- ✓ Flexómetro.
- ✓ Waype.
- ✓ Guantes de cuero.
- ✓ Cuaderno.
- ✓ Lapicero.

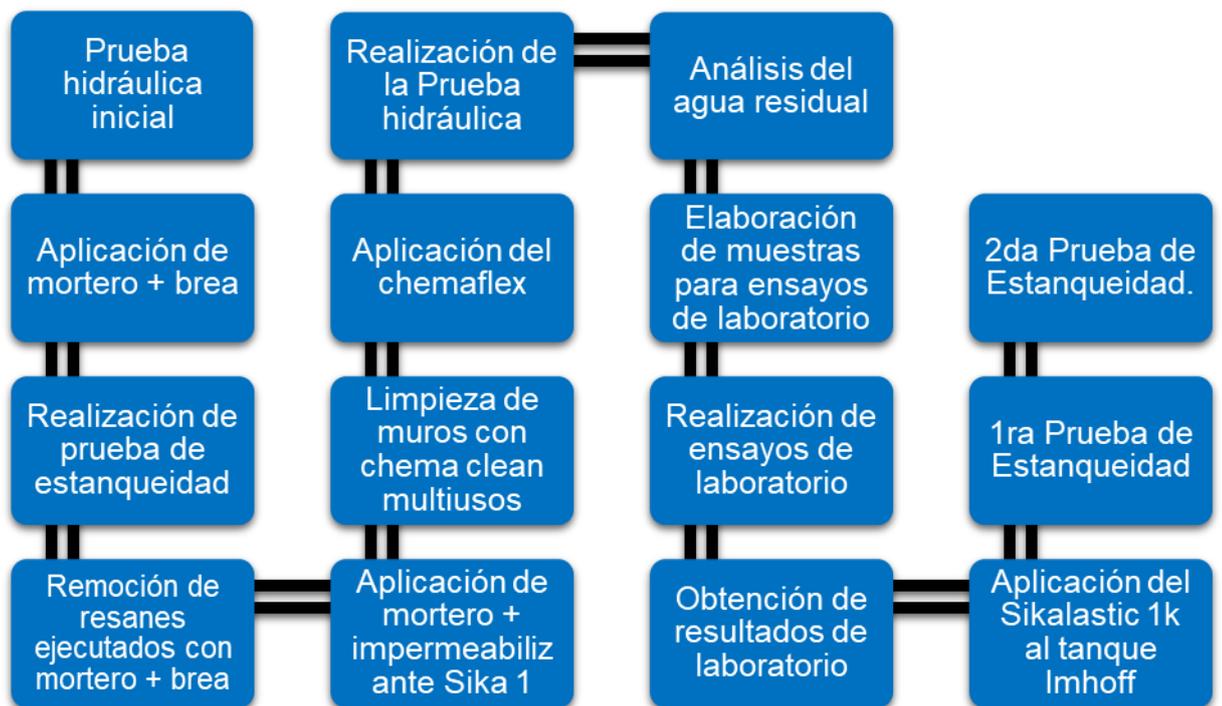
Equipos

- ✓ Horno marca METROTEST 110 °C +-10 °C.
- ✓ Máquina para ensayo a la compresión 1000 KN marca OHAUS.
- ✓ Balanza de 6 kg marca OHAUS.
- ✓ Balanza de 15 kg marca OHAUS.
- ✓ Criba Normalizada marca OHAUS.
- ✓ Hormigonera marca Davino de 3.5 m³ de capacidad.
- ✓ Compresora.
- ✓ Espectrofotómetro.
- ✓ Fotómetro.

CAPÍTULO IV DESARROLLO

Figura 42

Ciclo de desarrollo del proyecto



Nota: Esta figura presenta el ciclo de desarrollo del presente proyecto de tesis.

Elaborado por: los autores

4.1. Estado Situacional del Tanque Imhoff Antes de la Intervención

4.1.1. Primera Prueba Hidráulica

Para poder verificar la situación actual de la estructura del tanque Imhoff se realizó la prueba de estanqueidad a los 28 días después del vaciado del concreto, según el expediente técnico. Luego de 48 horas de estancamiento del agua se observó filtraciones de líquido residual en sus 4 paredes como se puede apreciar desde la figura 43 hasta la 51.

Figura 43

Filtraciones en pared del tanque Imhoff



Nota: Esta figura exhibe las filtraciones que presentaba el tanque Imhoff en una de sus paredes.

Elaborado por: los autores

Figura 44

Filtraciones en la estructura hidráulica

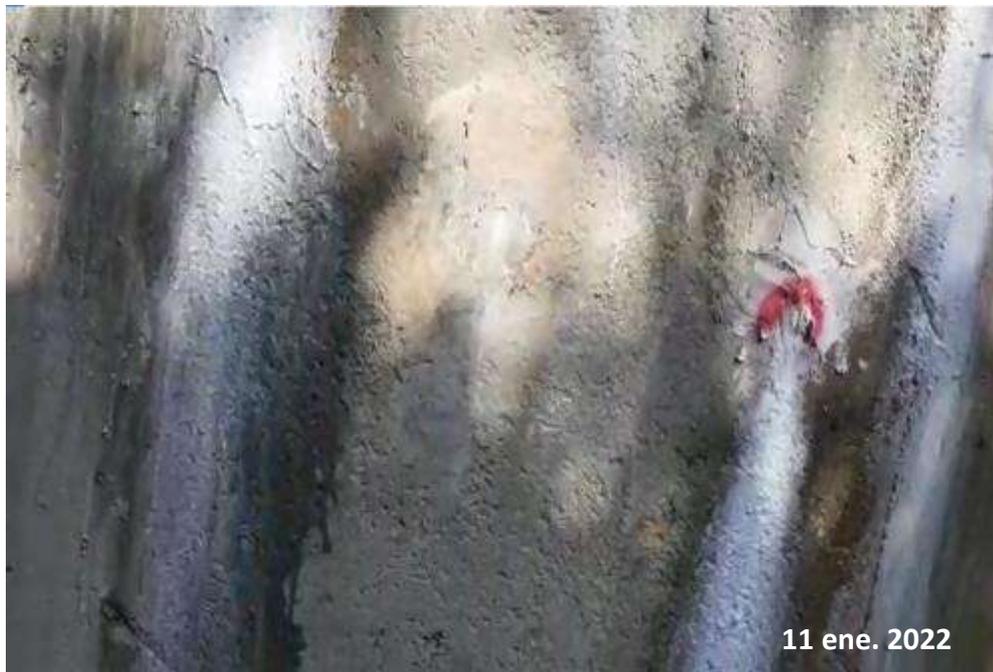


Nota: Esta figura exhibe las filtraciones encontradas en la parte inferior del tanque Imhoff.

Elaborado por: los autores

Figura 45

Filtraciones detectadas en el muro



Nota: Esta figura muestra las filtraciones identificadas con una señal de color rojo.

Elaborado por: los autores

Figura 46

Filtraciones en la parte inferior derecha del tanque



Elaborado por: los autores

Figura 47

Filtraciones en el tanque Imhoff



Elaborado por: los autores

Figura 48

Filtraciones en parte inferior de la brida rompe aguas



Nota: Esta figura exhibe filtraciones debajo de la válvula de expulsión del tanque hacia el lecho de secado.

Elaborado por: los autores

Figura 49

Formación de moho por exceso de saturación



Nota: Se muestra el estado en el que se encontraba el tanque Imhoff, toda su superficie cubierta de moho.

Elaborado por: los autores

Figura 50

Filtraciones en muro del tanque



Nota: Esta figura muestra las filtraciones en la junta del water stop.

Elaborado por: los autores

Figura 51

Filtraciones visibles en la parte exterior



Nota: Esta figura exhibe las filtraciones en la parte inferior de los muros del tanque Imhoff donde se genera la mayor presión estática de agua.

Elaborado por: los autores

Luego de apreciar todas las filtraciones encontradas en los muros se revisó internamente la estructura, de la mitad hacia la parte inferior de los muros, donde se presentaron irregularidades notorias en su superficie del orden de 2 cm en casi todo el perímetro como se puede distinguir en las figuras 52 y 53.

Figura 52

Irregularidad en muros de 2 centímetros



Nota: Se observan las irregularidades en los muros interiores.

Elaborado por: los autores

Figura 53

Medición de irregularidades en todos los muros



Nota: Se observa la medición de las irregularidades en el interior del tanque.

Elaborado por: los autores

Debido a esos problemas se decidió realizar algunas intervenciones de manera inmediata, sin mayores análisis, para solucionar el problema de filtraciones en los muros del tanque Imhoff teniendo como resultado, después de un intento de prueba de estanqueidad, la presencia aún del problema. Las filtraciones se visualizaron en distintas partes de la estructura, pero se notaron concentradas en la mitad y la parte inferior de los muros, debido a que las presiones de agua son mayores en esa zona.

Estos resanes ejecutados se hicieron con brea, el cual se despegaba con facilidad del muro de concreto, por lo que se tomó la decisión de removerlo completamente, eliminando todo tipo de material suelto dejando la superficie uniforme. En la figura 54 se visualiza la brea colocada y en las figuras del 55 hasta el 58 la remoción de la brea impregnada inicialmente.

Figura 54

Limpieza del mortero y brea



Nota: Esta figura muestra la pared del tanque Imhoff con mortero con brea.

Elaborado por: los autores

La remoción del mortero con brea se realizó en los 4 lados interiores de los muros: 2 lados de 4.60 m y 2 lados de 4.20 m con una altura de 4.30 m. Esta actividad se realizó utilizando comba y cincel, como se aprecia en la figura 56, evitando dañar la estructura y exponer el acero.

Figura 55

Brea impregnada en los muros de concreto



Nota: Esta figura muestra la remoción de la brea impregnada en los muros.

Elaborado por: los autores

Figura 56

Remoción de mortero y brea de los muros del tanque



Nota: Esta presenta la remoción con comba y cincel del mortero con brea.

Elaborado por: los autores

Figura 57

Remoción del mortero y brea de los muros interiores



Nota: Esta figura muestra las irregularidades de los muros interiores después de la remoción del mortero con brea.

Elaborado por: los autores

Figura 58

Remoción del mortero con brea a la altura del water stop



Nota: Esta figura muestra las irregularidades de los muros interiores después de la remoción del mortero con brea.

Elaborado por: los autores

Las partes donde se retiró la brea se emparejó con mortero en proporción 1:3 de cemento – arena con impermeabilizante Sika 1 (1 kg/bolsa de cemento), como se representa en la figura 59, con la finalidad de impermeabilizar y emparejar estas partes de la superficie interior de los muros, dejándola pareja para continuar el proceso con los demás productos. En las figuras del 60 al 62 se aprecia la post aplicación del mortero.

Figura 59

Aplicación de mortero con impermeabilizante 1:3 C:A



Nota: Esta figura muestra el enlucido del mortero con aditivo impermeabilizante en las partes irregulares de los muros del tanque Imhoff.

Elaborado por: los autores

Figura 60

Resanes con mortero en paredes del tanque Imhoff



Nota: Esta figura muestra los resanes en las paredes internas del tanque.

Elaborado por: los autores

Figura 61

Resane mal ejecutado con brea y mortero



Nota: Esta figura muestra los resanes con mortero y brea ejecutados de forma deficiente.

Elaborado por: los autores

Figura 62

Resanes con mortero y brea a la altura del water stop



Nota: Esta figura muestra los resanes con mortero y brea al nivel del water stop ejecutados de forma deficiente.

Elaborado por: los autores

Para remover moho, hongos y suciedad, que estaba impregnada en la superficie de los muros debido al tiempo transcurrido después de su construcción, se aplicó Chema Clean multi uso. Este producto de la figura 63 se emplea mezclando con agua limpia en proporción 1:1, aplicado con brocha, dejando reposar 2 a 3 minutos y lavando con abundante agua hasta que los muros queden completamente limpios.

Figura 63

Aditivo Chema Clean multi uso



CHEMA CLEAN MULTI USO

Descripción:

Limpiador multi uso que remueve grasa, polvo, hongos y todo tipo de suciedad que se forman en las juntas de mayólicas, cerámicos, pisos de cementos y otras superficies porosas. No emana olores tóxicos, útil para la limpieza de superficies con salitre. Necesita diluirse.

Nota: Esta figura muestra el producto Chema Clean Multi uso utilizado para la limpieza de los muros del tanque imhoff.

Elaborado por: los autores

Como un segundo intento de impermeabilización, para sellar pequeñas fisuras y micro poros superficiales de los muros, se utilizó Chemaflex. Este producto, visualizado en la figura 64, es líquido y viene listo para su aplicación, la cual puede ser con mochila pulverizadora o con brocha.

Figura 64

Aditivo Chema Flex



Nota: Esta figura muestra el chemaflex como aditivo impermeabilizante.

Elaborado por: los autores

La aplicación de Chemaflex se realizó con una mochila pulverizadora sin obtener buenos resultados, realizando una prueba donde se visualizaban las mismas filtraciones. En la figura 65 apreciamos la preparación del aditivo para su posterior aplicación como se visualiza desde la figura 66 hasta la figura 68.

Figura 65

Preparación del aditivo Chema Flex



Nota: Esta figura muestra la preparación del Chema Flex en obra.

Elaborado por: los autores

Figura 66

Aplicación del Chema Flex a la estructura del tanque Imhoff



Nota: Esta figura muestra la aplicación de Chema Flex al interior de los muros del tanque Imhoff.

Elaborado por: los autores

Figura 67

Aplicación de Chema Flex a todos los muros



Nota: Esta figura muestra la aplicación del Chema Flex con mochila pulverizadora al interior de los muros del tanque Imhoff.

Elaborado por: los autores

Figura 68

Aplicación de la primera capa



Nota: Esta figura muestra la aplicación del Chema Flex al interior de la estructura del tanque Imhoff.

Elaborado por: los autores

4.2. Procedimiento de Evaluación y Aplicación del Sikalastic – 1K

Al no haber resultados positivos con las anteriores intervenciones, se realizó una reunión con el residente, los supervisores y autoridades del Caserío Laurel donde se dio un ultimátum al Consorcio Saneamiento Sauce, que consistía en generar la solución inmediata con la siguiente intervención o se procedía a la demolición de la estructura, por lo que se tomó la decisión de realizar ensayos de laboratorio al método de impermeabilización que se escoja en la mesa de participación.

Después de investigar, revisar y comparar distintas fichas técnicas de aditivos y métodos de aplicación e impermeabilización, se concluyó que para solucionar las filtraciones era adecuada la aplicación de Sikalastic – 1K por su singular capacidad de puenteo de microfisuras, su gran capacidad de impermeabilización y resistencia a químicos o diversos factores. Este aditivo fue presentado en la exposición de propuestas donde se aprobó

la realización de ensayos de laboratorio con la aplicación de este aditivo para comprobar su eficacia ante estas situaciones de filtración.

Antes de realizar los ensayos se efectuaron estudios de agua residual y de los agregados de la zona; posterior a ello, se realizó la elaboración de probetas y ensayos de laboratorio.

4.2.1. Análisis de Agua Residual

Para poder ejecutar los ensayos de laboratorio previamente se tuvo que realizar un análisis al líquido residual proveniente de las tuberías de la red emisora. Se logró captar en un frasco una porción de esas aguas, como en las figuras 69 y 70, las cuales posteriormente fueron llevadas al laboratorio PROCONSQUI SRL Ingeniería & Construcción para su análisis obteniendo los resultados presentados en las figuras 71, 72 y 73.

Figura 69

Frasco con líquido residual



Nota: La figura 69 presenta la muestra de agua residual obtenida de la PTAR cercana ubicada en el distrito de Jamalca.

Elaborado por: los autores

Figura 70

Muestra de agua residual captada de red colectora



Nota: Esta figura presenta la muestra de agua residual obtenida de la PTAR cercana ubicada en el distrito de Jamalca.

Elaborado por: los autores

Figura 71

Resultados de muestra 001



PROCONSQUI SRL tda. Ingeniería & Construcción

Innovación Arquitectónica - Asesores - Consultores - Ejecutores y Proveedores Generales
Laboratorio & Análisis



REGISTRO NACIONAL - CONSUCODE - CONSULTORES N° C3754 - EJECUTORES N° 2824

Solicitante: **Alexis Lázaro Escalante y Daniel Chávez Hinojosa**

Muestra: **N° 001**

**EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL AREA DE LABORATORIO Y ANALISIS DE
LA EMPRESA PROCONSQUI SRL.**

CERTIFICA:

Que de los análisis físicos — químicos y microbiológico practicado a las muestras de agua procedente del manantial **LAUREL** - Distrito **Jamalca** - Provincia **Utcubamba**, se obtuvo los siguientes resultados:

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO:

• Aluminio (ppm)	0,00
• Alcalis (ppm)	0,10
• Plomo (ppm)	0,00
• Zinc (ppm)	0,00
• Hierro(ppm)	0,01
• Potasio(ppm)	0,15
• Cloruros (ppm)	120,56
• Nitratos (ppm)	1,18
• Sulfatos (ppm)	180,50
• Fosfatos (ppm)	0,08
• Turbidez (UNT)	11,00
• Color (Co-Ni)	102,00
• pH	7,535
• Conductividad eléctrica(us/cm)	80,40
• Solidos totales disueltos (ppm)	23,00
• Dureza(ppm)	100,00
• Calcio (ppm)	60,00
• Magnesio(ppm)	40,00
• Oxígeno disuelto(ppm)	6,80

ANÁLISIS BIOLÓGICO

• Coliformes totales (NMP/100ml)	12,00
• E.Coli NMP/100ml)	2,00



Jr. Sachapuyos N° 411 Telf. (041) 478356 - Chachapoyas - Amazonas / Calle San José N° 322 oficina 311
Email: jeffersonreya@hotmail.com (041-9973934) / proconsqui@gmail.com / alexrosadano3@hotmail.com

Nota: Esta figura muestra el primer resultado físico - químico y biológico de la muestra 001 del agua residual.

Fuente: Laboratorio PROCONSQUI SRL Ingeniería & Construcción (2022).

Figura 72

Resultados de muestra 002



Solicitante: Alexis Lázaro Escalante y Daniel Chávez Hinojosa

Muestra: N° 002

EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL AREA DE LABORATORIO Y ANALISIS DE
LA EMPRESA PROCONSQUI SRL

CERTIFICA:

Que de los análisis físicos — químicos y microbiológico practicado a las muestras de agua procedente del manantial **LAUREL** - Distrito **Jamalca** - Provincia **Utcubamba**, se obtuvieron siguientes resultados:

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO:

• Aluminio (ppm)	0,00
• Alcalis (ppm)	0,16
• Plomo (ppm)	0,00
• Zinc (ppm)	0,00
• Hierro(ppm)	0,00
• Potasio(ppm)	0,26
• Cloruros (ppm)	125,00
• Nitratos (ppm)	2,34
• Sulfatos (ppm)	189,00
• Fosfatos (ppm)	0,25
• Turbidez (UNT)	13,00
• Color (Co-Ni)	108,00
• pH	7,634
• Conductividad eléctrica(uS/cm)	89,00
• Sólidos totales disueltos (ppm)	28,00
• Dureza(ppm)	105,00
• Calcio (ppm)	65,00
• Magnesio(ppm)	40,00
• Oxígeno disuelto(ppm)	7,00

ANÁLISIS BIOLÓGICO

• Coliformes totales (NMP/100ml)	10,00
• E.Coli NMP/100ml)	3,00



Jr. Sachapuyos N° 411 Telf. (041) 478358 – Chachapoyas – Amazonas / Calle San José N° 322 oficina 311
Email: jeffersonreya@hotmail.com (041-9973934) / proconsqui@gmail.com / rafarosecano3h@hotmail.com

Nota: Esta figura muestra el primer resultado físico - químico y biológico de la muestra 002 del agua residual.

Fuente: Laboratorio PROCONSQUI SRL Ingeniería & Construcción, 2022

Figura 73

Resultado de muestra 003



Solicitante: **Alexis Lázaro Escalante y Daniel Chávez Hinojosa**

Muestra: **N° 003**

EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL AREA DE LABORATORIO Y ANALISIS DE
LA EMPRESA PROCONSQUI SRL

CERTIFICA:

Que de los análisis físicos - químicos y microbiológico practicado a las muestras de agua procedente del manantial **LAUREL** - Distrito **Jamalca** - Provincia **Utcubamba**, se obtuvo los siguientes resultados:

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO:

• Aluminio (ppm)	0,00
• Alcalis (ppm)	0,08
• Plomo (ppm)	0,00
• Zinc (ppm)	0,00
• Hierro(ppm)	0,00
• Potasio(ppm)	0,22
• Cloruros (ppm)	131,00
• Nitratos (ppm)	2,00
• Sulfatos (ppm)	185,50
• Fosfatos (ppm)	0,18
• Turbidez (UNT)	11,50
• Color (Co-Ni)	100,00
• pH	7,257
• Conductividad eléctrica(uS/cm)	83,00
• Sólidos totales disueltos (ppm)	20,00
• Dureza(ppm)	112,00
• Calcio (ppm)	70,00
• Magnesio(ppm)	42,00
• Oxígeno disuelto(ppm)	6,08

ANÁLISIS BIOLÓGICO

• Coliformes totales (NMP/100ml)	9,00
• E.Coli NMP/100ml)	1,00



Nota: Esta figura muestra el primer resultado físico - químico y biológico de la muestra 003 del agua residual.

Fuente: Laboratorio PROCONSQUI SRL Ingeniería & Construcción, 2022

Como resultado se obtuvo que el agua residual analizada de la zona contiene diversos agentes perjudiciales para el concreto, entre los más resaltantes se

tiene a los álcalis, cloruros y sulfatos. Teniendo en cuenta que una de las características del aditivo es la resistencia a los álcalis y a otros factores, se decidió realizar ensayos al aditivo Sikalastic – 1K para determinar su resistencia ante el ataque de estos químicos.

4.2.2. Elaboración de Testigos de Concreto

Se elaboraron testigos de concreto de manera IN SITU siguiendo la norma NTP 339.033 para exponerlas a las mismas condiciones ambientales en las que estuvo expuesta la estructura del tanque Imhoff durante su construcción y vaciado.

Figura 74

Mezcla de la hormigonera



Nota: Esta figura muestra la elaboración de concreto en la hormigonera de 3.8 m³ de capacidad marca Davino.

Elaborado por: los autores

En la figura 74 se observa la preparación del concreto en una hormigonera con una capacidad de 3.8 m³, el cual fue

dosificado de acuerdo con el diseño de mezcla de las especificaciones técnicas. Para esta capacidad se utilizaron 3283 kg de piedra chancada, 3975 kg de arena gruesa, 1317.5 kg de cemento y 764 litros de agua. En las figuras 75 y 76 se muestra el vaciado de este concreto en los moldes cilíndrico y rectangulares.

Figura 75

Muestras cilíndricas y rectangulares



Nota: Esta figura muestra el vaciado en las probetas cilíndricas y rectangulares.

Elaborado por: los autores

Figura 76

Vaciado de muestras rectangulares



Nota: Esta figura muestra el vaciado en las probetas rectangulares con dimensiones 24cm x 13cm x 10cm.

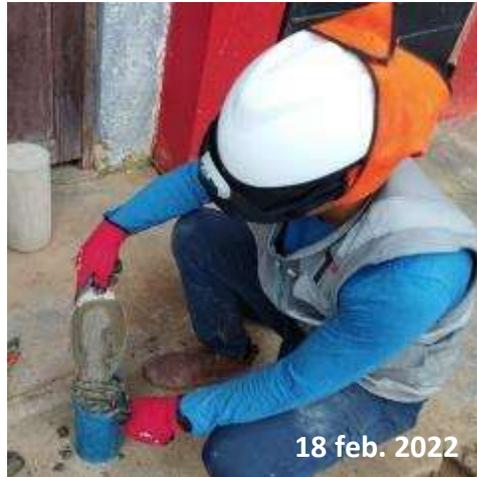
Elaborado por: los autores

4.2.2.1. Elaboración de Testigos Cilíndricos de Concreto

Se realizó de manera IN SITU siguiendo la norma NTP 339.033 con las siguientes dimensiones: 100 mm de diámetro y 200 mm de altura. En la figura 77 se está realizando el vaciado del concreto en los testigos para luego realizar 25 golpes con la varilla metálica como en la figura 78. Después para liberar el aire atrapado se golpeó 15 veces con el martillo de goma. Al finalizar se enrasó el material excedente como se aprecia en las figuras 79, 80 y 81.T

Figura 77

Vaciado de concreto



Elaborado por: los autores

Figura 78

25 golpes con varilla



Nota: Esta figura muestra los 25 golpes en espiral por capa con una varilla lisa de 12 mm.

Elaborado por: los autores

Figura 79

15 golpes martillo goma



Nota: Esta figura muestra la aplicación de los 15 golpes con martillo de goma en toda su superficie.

Elaborado por: los autores

Figura 80

Enrasado de material.



Nota: Esta figura muestra el enrasado de material excedente en los testigos cilíndricos.

Elaborado por: los autores

Figura 81

Probetas cilíndricas



Elaborado por: los autores

4.2.2.2. Elaboración de Testigos y Prismas Rectangulares de Concreto

Se elaboraron testigos de concreto con forma de prismas rectangulares de manera IN SITU con las dimensiones 24cm x 14cm x 9cm siguiendo la norma NTP 339.033 permitiendo que pasen por las mismas condiciones ambientales que la estructura del tanque Imhoff. En la figura 82 se visualiza el vaciado del concreto y luego en la figura 83 el chuseado con la varilla metálica generando 43 golpes. Después para liberar el aire atrapado se golpea 15 veces con el martillo de goma y al finalizar se realiza el enrasado de material excedente como se aprecia en las figuras 84, 85 y 86.

Figura 82

Vaciado en muestras rectangulares



Elaborado por: los autores

Figura 83

43 golpes con la varilla de acero



Nota: Esta figura muestra los 43 golpes en toda su área con una varilla lisa de 5/8".

Elaborado por: los autores

Figura 84

15 golpes con martillo de goma



Nota: Esta figura la aplicación de los 15 golpes con martillo de goma en toda su superficie.

Elaborado por: los autores

Figura 85

Enrasado de material excedente



Nota: Esta figura muestra el enrasado y nivelación de los testigos rectangulares.

Elaborado por: los autores

Figura 86

Testigos de forma prisma rectangular



Nota: Esta figura muestra los testigos rectangulares con su acabado final.

Elaborado por: los autores

4.2.3. Desmoldeo, Curado y Traslado de Testigos de Concreto

Luego de 24 horas de fraguado, utilizando una compresora de aire, se procedió a retirar los testigos de concreto de los moldes cilíndricos como en la figura 87. En el caso de los testigos rectangulares, se procedió al desencofrado de los moldes. En las figuras 88 y 89 se aprecia los testigos desmoldeados.

Figura 87

Desmoldeo de probetas.



Nota: Esta figura muestra el desmoldaje de las probetas cilíndricas con la ayuda de una pistola de aire a presión.

Elaborado por: los autores

Figura 88

Probetas cilíndricas desmoldeadas.



Elaborado por: los autores

Figura 89

Probetas rectangulares desencofradas



Elaborado por: los autores

Después del proceso de desmontaje de moldes, los testigos de concreto fueron colocados en el pozo para el respectivo curado por el tiempo de 14 días (3 probetas) y 28 días (3 probetas) correspondientes. También se colocaron los testigos de forma de ladrillo para su curado de 28 días como se visualiza en las figuras 90 y 91.

Figura 90

Curado de testigos cilíndricos y rectangulares



Nota: Esta figura muestra el proceso de colocacion de las muestras en una poza de agua para el proceso de curado.

Elaborado por: los autores

Figura 91

Testigos sumergidos en agua durante 28 días.



Elaborado por: los autores

Al cumplirse los 28 días de curado del concreto se procedió al correcto traslado de los testigos al laboratorio como se representa en las figuras 92 y 93, para ello se envolvió cuidadosamente cada una de las muestras para que estén protegidos ante el clima o golpes que puedan ocasionar deterioro en ellas.

Figura 92

Traslado de probetas hacia el laboratorio



Elaborado por: los autores

Figura 93

Probetas en el laboratorio de mecánica de suelos y concreto



Elaborado por: los autores

4.2.4. Preparación de la Mezcla del Aditivo Sikalastic – 1K

Para la preparación se utilizó como referencia la dosificación indicada de la ficha técnica, el cual indica que, usando el rodillo se tiene una dosificación de 7 litros de agua por bolsa de 20kg, usando brocha son 6 litros de agua por bolsa de 20kg y con plancha una dosificación de 4.4 litros por bolsa de 20kg de Sikalastic – 1K presentado en la imagen 94. Para las muestras se utilizó 1 Kg de aditivo, como se visualiza en la figura 96, con 350ml, 300ml y 220ml respectivamente para cada método.

Se realizó la separación de la muestra del aditivo, como se aprecia en la figura 95, para su posterior mezclado con agua como en la figura 97 y 98. Una vez con el componente listo se procedió a la aplicación.

Figura 94

Aditivo Sikalastic – 1K en laboratorio



Nota: Esta figura muestra el aditivo Sikalastic – 1K en el laboratorio.

Elaborado por: los autores

Figura 95

Peso de la muestra para su preparación



Nota: Esta figura muestra el proceso de pesado de la muestra Sikalastic - 1K.

Elaborado por: los autores

Figura 96

Muestra de aditivo en 1 Kg



Nota: Se observa el proceso de pesado de la muestrta Sikalastic - 1K.

Elaborado por: los autores

Figura 97

Preparación del aditivo



Nota: Se observa en la figura 97 el proceso de mezcldo del Sikalastic - 1K.

Elaborado por: los autores

Figura 98

Homogenización del aditivo



Nota: Esta figura muestra el proceso de mezclado del Sikalastic - 1K.

Elaborado por: los autores

4.2.5. Aplicación del Aditivo Sikalastic – 1K a los Testigos de Concreto

Para realizar la aplicación se utilizó la ficha técnica del aditivo donde se indica los métodos de aplicación, tiempo de secado y la dosificación de la mezcla, entre otras especificaciones. Se tienen 3 métodos, la primera es la aplicación con brocha, la segunda es aplicación con rodillo y la tercera es aplicación con plancha. Para cada aplicación existe una dosificación distinta.

Antes de la primera aplicación los testigos son limpiados y humedecidos como se aprecia en la figura 99 para que el aditivo tenga una mejor buena adherencia al concreto.

Figura 99

Muestras humedecidas superficialmente



Nota: Se observa el proceso de humedecimiento de las muestras para posterior a ello se aplique el Sikalastic - 1K.

Elaborado por: los autores

El aditivo fue aplicado superficialmente en 3 capas de forma paulatina, dejando 24 horas de secado entre ellas. En el primer día la primera capa fue aplicada a 9 testigos de los cuales fueron 3 por cada método de aplicación con un espesor aproximado de 1.0mm aproximadamente. También fue aplicado a otros 18 testigos para que en los días posteriores puedan ser aplicados con la segunda y tercera capa, según corresponda.

Se aplicó la primera capa del Sikalastic – 1K en las muestras rectangulares con los tres métodos de aplicación, rodillo, brocha y plancha, para luego dejarlos secar 24 horas y posteriormente ser sumergidos en agua por un tiempo de 24 horas para determinar el porcentaje de absorción.

El primer método a aplicar fue con rodillo para 1 capa como se aprecia en las figuras 100 y 101.

Figura 100

Aplicación del Sikalastic – 1K con rodillo, primera capa



Elaborado por: los autores

Figura 101

Aplicación del Sikalastic – 1K con rodillo en toda la muestra



Elaborado por: los autores

El segundo método a aplicar fue con brocha para 1 capa como se aprecia en las figuras 102 y 103.

Figura 102

Aplicación del Sikalastic – 1K con brocha, primera capa



Elaborado por: los autores

Figura 103

Aplicación del Sikalastic – 1K en todas las caras de la muestra



Elaborado por: los autores

El tercer método a aplicar fue con espátula para 1 capa como se aprecia en las figuras 104 y 105.

Figura 104

Aplicación del Sikalastic – 1K con espátula, primera capa



Elaborado por: los autores

Figura 105:

Aplicación con espátula



Elaborado por: los autores

A continuación, se realizó la aplicación de la segunda capa del Sikalastic – 1K a los 18 testigos restantes, de los cuales, 9 de ellos serán sumergidos bajo agua para luego determinar su porcentaje de absorción y los 9 restantes se dejaron secando 24 horas. El primer método a aplicar fue rodillo para 2 capas como se aprecia en las figuras 106 y 107.

Figura 106

Aplicación de Sikalastic – 1K con rodillo, segunda capa



Elaborado por: los autores

Figura 107

Aplicación con rodillo



Elaborado por: los autores

El segundo método a aplicar fue con brocha para 2 capas como se aprecia en las figuras 108 y 109.

Figura 108

Aplicación del Sikalastic – 1K con brocha, segunda capa



Elaborado por: los autores

Figura 109

Aplicación con brocha

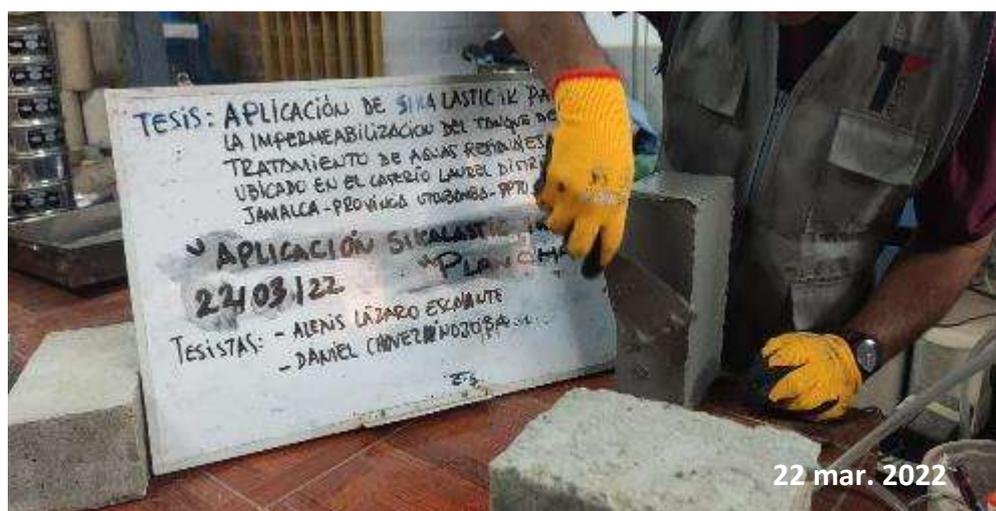


Elaborado por: los autores

El tercer método a aplicar fue con plancha para 2 capas como se aprecia en las figuras 110 y 111.

Figura 110

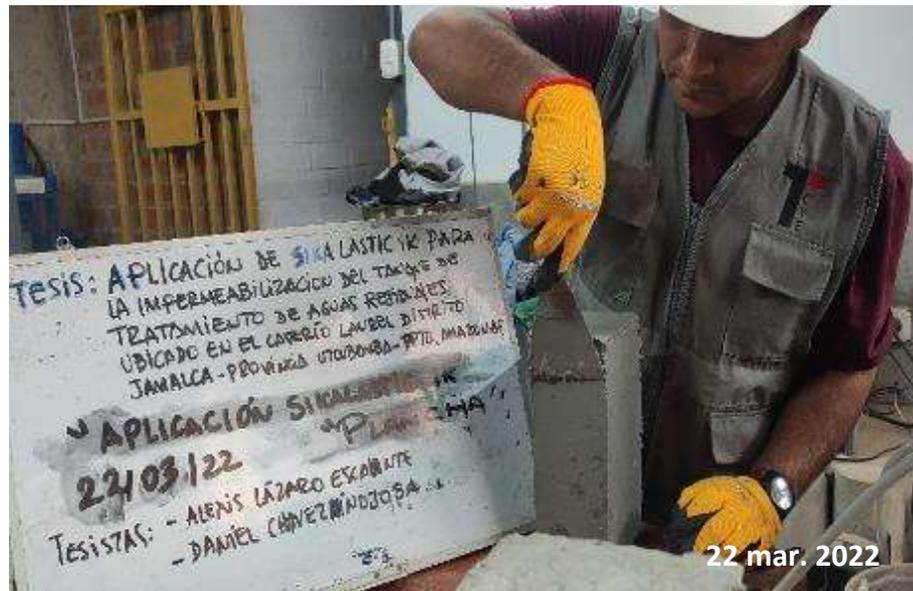
Aplicación del Sikalastic – 1K con espátula, segunda capa



Elaborado por: los autores

Figura 111

Aplicación con espátula



Elaborado por: los autores

Por último, los 9 testigos restantes son revestidos superficialmente con la tercera capa según el método de aplicación que les corresponda.

El primer método a aplicar fue con rodillo para 3 capas como se aprecia en las figuras 112 y 113.

Figura 112

Aplicación del Sikalastic – 1K con rodillo, tercera capa



Elaborado por: los autores

Figura 113

Testigos revestidos con 3 capas de Sikalastic – 1K, con rodillo



Elaborado por: los autores

El segundo método a aplicar fue con brocha para 3 capas como se aprecia en las figuras 114 y 115.

Figura 114

Aplicación con brocha al testigo rectangular



Elaborado por: los autores

Figura 115

Testigos revestidos con 3 capas de Sikalastic – 1K, con brocha

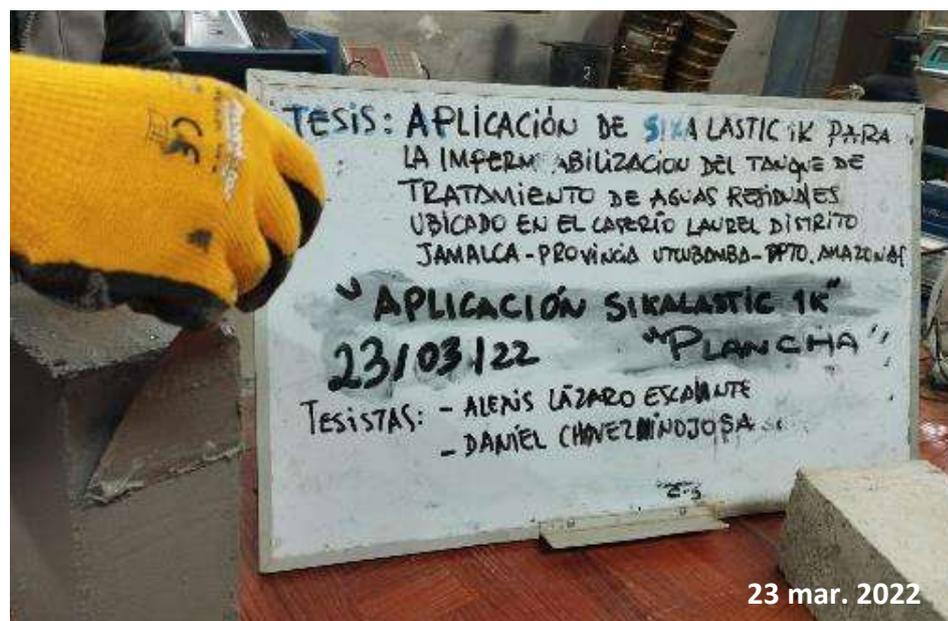


Elaborado por: los autores

El tercer método a aplicar fue con espátula para 3 capas como se aprecia en las figuras 116 y 117.

Figura 116

Aplicación con espátula



Elaborado por: los autores

Figura 117

Testigos revestidos con 3 capas de Sikalastic – 1K, con espátula



Elaborado por: los autores

4.2.6. Ensayos de laboratorio

4.2.6.1. Ensayo de Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos de Concreto (ASTM C32)

Se realizó este ensayo con el fin de demostrar que los testigos realizados en campo fueron diseñados con el mismo diseño de mezcla que indica las especificaciones técnicas para la estructura hidráulica. Las muestras cilíndricas fueron 6, de los cuales, 3 de ellos fueron sometidos al ensayo de resistencia a compresión, como se distingue en la figura 118, a los 14 días de curado y los 3 restantes a los 28 días. El diseño del concreto patrón fue de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 118

Equipo de compresión



Nota: Esta figura muestra el equipo para la realización del ensayo a compresión.

Elaborado por: los autores

Después de realizar este ensayo, se concluyó, corroborando con los resultados de la figura 119, que efectivamente el diseño de mezcla con el cual se elaboraron los testigos de esta investigación tiene un concreto con resistencia mecánica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 119

Resultados del ensayo a compresión de las probetas



Nota: Se observan los resultados del ensayo a compresión.

Elaborado por: los autores

4.2.6.2. Ensayo Estándar para determinar el Porcentaje de Absorción en Concreto Endurecido (NTP 339.187 & NTP 339.601)

Para la realización de este ensayo primero se limpiaron superficialmente los testigos; luego de estar totalmente limpias y secas, fueron pesadas para obtener el peso seco como se identifica en la figura 120.

Figura 120

Pesaje de muestras patrón



Nota: Esta figura muestra el pesaje de los testigos del concreto patrón.

Elaborado por: los autores

Después las probetas rectangulares son sumergidas en agua como se observa en la figura 121, durante 24 horas. Luego de estar saturadas, son extraídas, como se aprecia en la figura 122, y nuevamente pesadas para obtener el peso húmedo.

Figura 121

Muestras sumergidas en agua para ensayo de absorción



Nota: Esta figura exhibe los testigos sumergidos en agua para luego ser sometidos al ensayo de absorción.

Elaborado por: los autores

Figura 122

Saturación de muestras



Nota: Se observa la extracción de los testigos sumergidos en agua para obtener el peso húmedo.

Elaborado por: los autores

Luego de ejecutar los ensayos en las muestras de concreto patrón, se realizó el mismo procedimiento en las muestras con la aplicación del Sikalastic – 1K en diferentes capas, como se presentan en la figura 123, con la diferencia que antes de ser pesadas fueron colocadas en el horno para su secado como se identifica en la figura 124.

Figura 123

Muestras con la aplicación del aditivo con diferentes capas



Nota: Esta figura muestra los testigos con las diferentes capas y métodos de aplicación.

Elaborado por: los autores

Figura 124

Muestras secadas en el horno a 110°C



Nota: Esta figura muestra los testigos que serán ingresados al horno por 24 horas a 110 °C .

Elaborado por: los autores

Luego de ser colocadas en el horno a una temperatura de 110 °C durante el tiempo de 24 horas y obtener el peso seco, fueron posteriormente sumergidas en una poza de agua como se observa en la figura 125 por 24 horas para después ser pesadas y obtener el porcentaje de absorción de las muestras.

Figura 125

Muestras con la aplicación del aditivo sumergidas en agua



Nota: Esta figura muestra los testigos con la aplicación del Sikalastic – 1K sumergidas en agua por 24 horas .

Elaborado por: los autores

4.2.6.3. Ensayo de Resistencia al Ataque de los Álcalis, Cloruros y Sulfatos

Para la realización de estos ensayos se procedió de la siguiente manera, se realizaron 27 morteros pequeños de 4cm x 4cm x 3cm representados en la figura 126 para comprobar si el aditivo tiene la capacidad de resistir ante el ataque de estos químicos.

Figura 126

Morteros para ensayo de resistencia química



Elaborado por: los autores

Luego se aplicó el aditivo a las muestras en tres capas como se aprecia en la figura 127 logrando un espesor de recubrimiento superficial de 3mm aproximadamente. Se dejó secar, figura 128 y 129, durante 24 horas para luego ser sometidas a la prueba de reactividad química.

Figura 127

Aplicación del aditivo a los morteros



Elaborado por: los autores

Figura 128

Muestras para prueba con Álcalis y Cloruros



Nota: Se muestran los morteros revestidos con Sikalastic – 1K para realizar los ensayos de resistencia.

Elaborado por: los autores

Figura 129

Muestras para prueba con Sulfatos



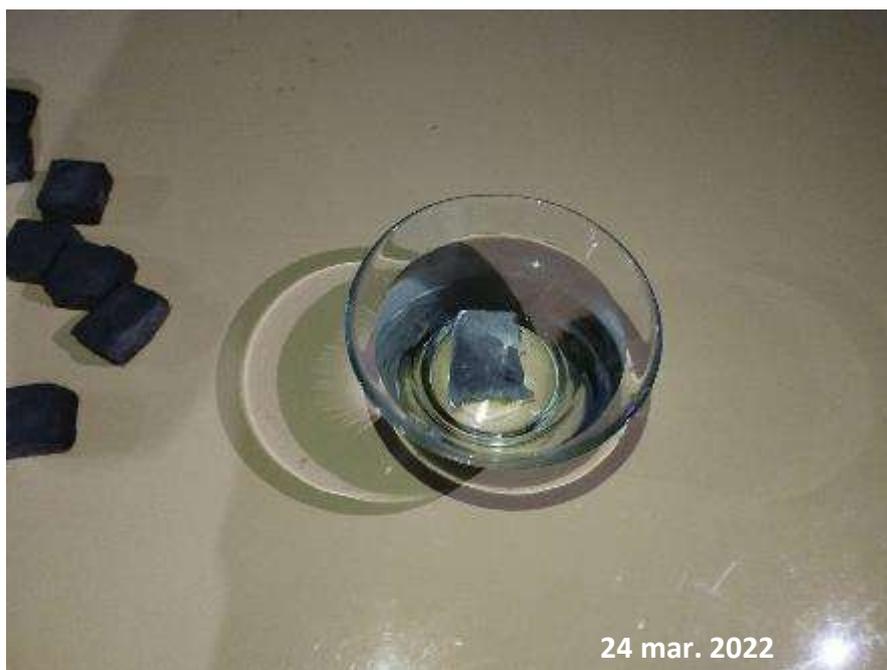
Nota: Se muestran los morteros revestidos con Sikalastic – 1K para realizar los ensayos de resistencia.

Elaborado por: los autores

Después de ello se procedió a sumergir las muestras en un recipiente con líquido químico de álcali, cloruro y sulfato, como se aprecia en la figura 130, según corresponda, en variadas concentraciones de partículas por millón de 100 hasta 900.

Figura 130

Muestras con la aplicación del aditivo sumergidas en agua



Nota: Esta figura muestra los morteros con Sikalastic - 1K sumergidos en una solución de agua y químicos (álcali, cloruro y sulfato) para conocer el nivel de reactividad que estos presentan.

Elaborado por: los autores

4.2.6.4. Ensayo Estándar para Determinar el Porcentaje de Absorción en Concreto Endurecido Fisurado (NTP 339.187 & NTP 339.601)

Para la realización de este ensayo primero se fisuraron los testigos rectangulares con una amoladora de 4mm como se aprecia en la figura 131. Luego fueron limpiaron superficialmente los testigos.

Figura 131

Muestras fisuradas



Nota: Esta figura muestra los testigos fisurados con una amoladora con una abertura de fisuración de 4 mm.

Elaborado por: los autores

Luego de ser limpiadas fueron humedecidas para aplicar el Sikalastic – 1K en 1, 2 y 3 capas a todos los testigos fisurados como se visualiza en las figuras 132 y 133. Se dejó 24 horas para su secado normal para cada capa y método de aplicación.

Figura 132

Muestras fisuradas con aplicación de Sikalastic – 1K



Elaborado por: los autores

Figura 133

Muestras fisuradas con aplicación de Sikalastic – 1K



Nota: Esta figura muestra los testigos fisurados con una amoladora con una abertura de fisuración de 4 mm.

Elaborado por: los autores

Posterior a este proceso se procedió a secar por completo las muestras revestidas con la aplicación de Sikalastic – 1K colocándolas en el horno a una temperatura de 110° C como en la figura 134 y poder obtener el peso seco.

Figura 134

Muestras fisuradas en proceso de secado en el horno a 110°C



Elaborado por: los autores

Para finalizar se sumergió en agua, como se aprecia en la figura 135, los testigos fisurados por 24 horas para obtener el peso húmedo y de esa manera obtener el % de absorción.

Figura 135

Muestras fisuradas sumergidas en agua para ensayo de absorción



Nota: Esta figura muestra los testigos con fisuras sumergidas en agua durante 24 horas.

Elaborado por: los autores

4.2.7. Aplicación del aditivo sikalastic – 1K a la estructura del tanque Imhoff

Se realizó el requerimiento por 11 bolsas de Sikalastic – 1K como se aprecia en la figura 136 para revestir 84.48m². Antes de realizar la aplicación se realizó una limpieza a todo el interior del tanque Imhoff, ya que, para realizar la aplicación del Sikalastic – 1K todo el sustrato de la estructura tiene que estar libre de polvo, grasa, moho, polvo y todo tipo de sustancia que no permita su libre adherencia al concreto.

Figura 136

Sikalastic – 1K en campo



Nota: Esta figura muestra el aditivo Sikalastic - 1K recepcionado en obra.

Elaborado por: los autores

Para la aplicación del Sikalastic – 1K se preparó en una batea metálica, como se visualiza en la figura 174, según la dosificación que sugiere la ficha técnica del aditivo. Para su preparación se procedió agregando 7 litros de agua por bolsa de 20 kg.

Figura 137

Preparación del Sikalastic – 1K



Nota: Esta figura muestra la preparación y proceso de mezclado del aditivo Sikalastic - 1K en obra.

Elaborado por: los autores

Luego se aplicó a las paredes internas del tanque Imhoff. En las figuras 138 y 139 se aprecia la aplicación de la primera capa con rodillo.

Figura 138

Aplicación del Sikalastic – 1K en el tanque Imhoff, primera capa



Nota: Esta figura muestra la aplicación de la primera capa con rodillo del Sikalastic - 1K.

Elaborado por: los autores

Figura 139

Aplicación de la primera capa del Sikalastic – 1K con rodillo



Elaborado por: los autores

En la figura 140 se aprecia la aplicación de la segunda capa con rodillo.

Figura 140

Aplicación del Sikalastic – 1K en el tanque Imhoff, segunda capa



Elaborado por: los autores

En la figura 141 se aprecia la aplicación de la segunda capa con rodillo.

Figura 141

Aplicación del Sikalastic – 1K en el tanque Imhoff, tercera capa



Elaborado por: los autores

4.2.8. Prueba Hidráulica

4.2.8.1 Primera Prueba de Estanqueidad

Se empezó llenando el tanque Imhoff con líquido residual proveniente de la cámara de rejas la cual está conectada a la red colectora como se aprecia en la figura 142. Este llenado se realizó con una mínima presión de agua debido a que aún no está en funcionamiento la PTAR. Después de realizar el llenado del tanque, como se visualiza en la figura 143, se dejó 48 horas de estancamiento para luego realizar la inspección ocular a la estructura hidráulica con la finalidad de verificar si existe aún presencia de filtraciones en sus paredes.

Figura 142

Llenado del tanque Imhoff por medio de red colectora



Nota: Esta figura muestra el llenado del tanque Imhoff para la realización de la primera prueba hidráulica.

Elaborado por: los autores

Figura 143

Tanque Imhoff completamente lleno



Elaborado por: los autores

Después de las 48 horas de estancamiento del agua se procedió a realizar la inspección ocular como se aprecia desde la figura 144 hasta la figura 147 donde no se registró la presencia de filtraciones de líquido residual en las paredes del tanque Imhoff.

Figura 144

Primera prueba hidráulica con presencia del residente y supervisión



Elaborado por: los autores

Figura 145

Primera prueba hidráulica en presencia del residente, supervisión y autoridades del caserío Laurel



Nota: Esta figura muestra la primera prueba hidráulica en presencia de la supervisión, residente de obra y autoridades locales donde se realizó la inspección ocular.

Elaborado por: los autores

Figura 146

Prueba hidráulica del tanque Imhoff



Elaborado por: los autores

Figura 147

Verificación de la prueba hidráulica después de la aplicación del aditivo



Elaborado por: los autores

Con la presencia del residente, supervisores y autoridades del caserío fue que se llevó a cabo esta inspección como se aprecia desde la figura 148 hasta la figura 152.

Figura 148

Prueba hidráulica tanque Imhoff lleno de agua hasta su máximo nivel.



Elaborado por: los autores

Figura 149

Exterior de la estructura del tanque Imhoff donde se verifica que ya no existen filtraciones.



Nota: Primera prueba hidráulica en presencia de la supervisión y residente de obra donde se verificó mediante una inspección ocular la no presencia de filtraciones de agua.

Elaborado por: los autores

Figura 150

Estructura del tanque Imhoff sin presencia de filtraciones



Elaborado por: los autores

Figura 151

Tanque Imhoff caserío Laurel después de la primera prueba hidráulica.



Nota: Esta figura muestra el estado del tanque Imhoff después de la prueba hidráulica.

Elaborado por: los autores

Figura 152

Estado de la estructura después de la prueba hidráulica



Elaborado por: los autores

4.2.8.2 Segunda Prueba de Estanqueidad

Para verificar la influencia y eficiencia del revestimiento al tanque Imhoff con Sikalastic – 1K se realizó esta segunda prueba de estanqueidad 30 días después de realizada la primera. Se empezó llenando el tanque Imhoff con líquido proveniente de una quebrada cercana. Este llenado se realizó con una mínima presión de agua como se visualiza en la figura 153 y 154 debido a que aún no está en funcionamiento la PTAR.

Figura 153

Llenado del tanque Imhoff



Elaborado por: los autores

Figura 154

Proceso de llenado para la realización de la prueba hidráulica



Nota: Esta figura muestra el llenado del tanque Imhoff para la realización de la segunda prueba hidráulica.

Elaborado por: los autores

Después de tener el tanque lleno de agua, como se aprecia en la figura 155, se realizó la evaluación observacional y de medición a la estructura hidráulica con la finalidad de verificar si existe aún presencia de filtraciones en sus paredes.

Figura 155

Tanque Imhoff lleno de agua



Nota: Esta figura muestra el tanque Imhoff lleno de agua hasta su máxima capacidad para la prueba de estaqueidad.

Elaborado por: los autores

En las figuras 156 y 157 se aprecia el inicio de la evaluación de medición del nivel del agua en la estructura del tanque Imhoff.

Figura 156

Prueba de estanqueidad



Nota: Se observa solo la presencia de los tesisistas en el tanque Imhoff.

Elaborado por: los autores

Figura 157

Prueba de estanqueidad



Nota: Se observa solo la presencia de los tesisistas en el tanque Imhoff para la realizar la medición.

Elaborado por: los autores

Después de realizar el llenado del tanque se ejecutó la primera medición como se aprecia desde la figura 158 hasta la 161.

Figura 158

Medición del nivel de agua del tanque Imhoff



Nota: Se observa la primera medición del nivel de agua del tanque Imhoff en la prueba de estanqueidad.

Elaborado por: los autores

Figura 159

Medición del nivel de agua en la cámara de natas del tanque



Nota: Esta figura muestra la medición del nivel de agua en la cámara de ventilación.

Elaborado por: los autores

Figura 160
Medición del nivel de agua



Nota: Se aprecia en la figura 160 la medición del nivel de agua en la cámara de ventilación.

Elaborado por: los autores

Figura 161
Primera medición del nivel de agua, 70cm



Elaborado por: los autores

Luego de realizar la primera medición donde resultó 70cm, se dejó 48 horas de estancamiento para realizar la segunda medición del nivel del agua. En este tiempo es normal que el agua descienda un poco debido a la saturación de las paredes de la estructura.

La finalidad de la segunda medición es poder verificar cuánto disminuye el nivel del agua, si disminuye considerablemente se podría concluir que la estructura aún presenta microfisuras y que no está completamente impermeabilizado; pero si la medición disminuye mínimamente se podría decir que se logró el puenteo de microfisuras en el tanque Imhoff. En las figuras 162, 163 y 164 se aprecia el momento en el cual se ejecuta la evaluación de medición del nivel del agua en la estructura hidráulica.

Figura 162

Segunda medición del nivel de agua



Nota: Esta figura muestra la segunda medición del nivel de agua en la cámara de ventilación.

Elaborado por: los autores

Figura 163

Medición del nivel de agua



Nota: Se observa en la figura 163 la segunda medición del nivel de agua.

Elaborado por: los autores

Figura 164

Segunda medición del nivel de agua, 70.2cm



Elaborado por: los autores

Se midió también en otras zonas del tanque Imhoff como se aprecia desde la figura 165 hasta la 167 para verificar si en todas esas partes se tiene la misma medida del nivel del agua.

Figura 165

Medición del nivel de agua en la cámara de digestión



Elaborado por: los autores

Figura 166

Medición del nivel de agua en otras partes del tanque Imhoff



Nota: Se observa la medición del nivel de agua en la cámara de sedimentación.

Elaborado por: los autores

Figura 167

Medición para comprobar el nivel de agua en otras zonas



Elaborado por: los autores

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En este capítulo se procede a mostrar los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados a los testigos de concreto y las pruebas hidráulicas realizadas en el tanque Imhoff con la finalidad de impermeabilizar la estructura del tanque de tratamiento de aguas residuales.

5.1. Absorción del Concreto Endurecido (NTP 339.187 & NTP 339.601)

Luego de realizar los ensayos de absorción a los testigos patrón se obtuvo como resultado los valores que se aprecian en la figura 168.

Figura 168

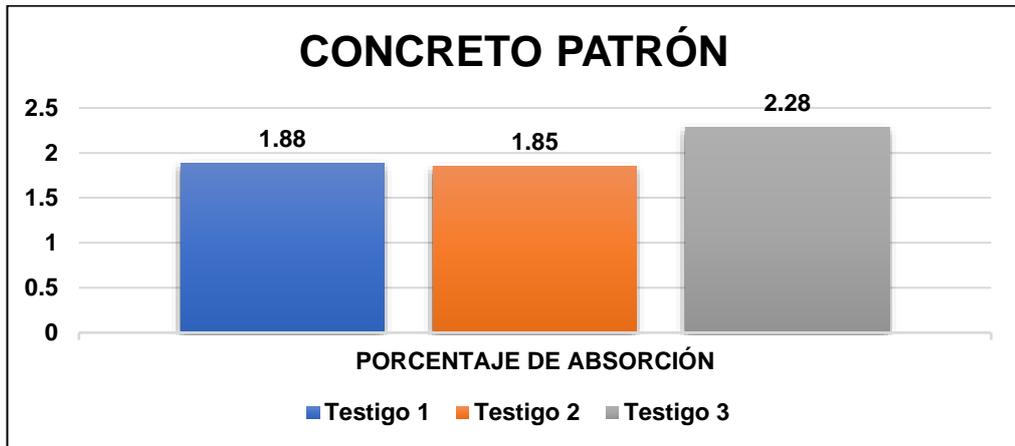
Resultados del ensayo de absorción a testigos patrón

ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	: CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO					
PROYECTO	: APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS					
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
MUESTRA	: BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN	NINGUNA			
CEMENTO	: PORTLAND TIPO I	TIPO:	PATRÓN			
DIMENSIONES	: 24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	18/03/2022	8:30AM		
FECHA	: 19/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	24 HORAS			
REVISADO:	: ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	FRANKLIN PUSCAN SALÓN			
ENSAYO DE ABSORCIÓN NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SECO (G)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6370.00	6490.00	1.88
M2	24.00	13	10.00	6500.00	6620.00	1.85
M3	24.00	13	10.00	6590.00	6740.00	2.28
				PROMEDIO		2.00
				DESVIACION ESTANDAR		0.24
				Fb		1.76

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 169

Porcentajes obtenidos del concreto patrón



Nota: Esta figura muestra los resultados del ensayo de absorción del concreto patrón obtenidos en el laboratorio con una absorción promedio de un 2.00%.

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

En la figura 169 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 2.28% y el menor valor es de 1.85% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, sin ninguna aplicación superficial del aditivo, de 2.00%.

Luego de obtener los resultados de los testigos patrones, los testigos revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 1 capa utilizando rodillo obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 170.

Figura 170

Resultados del ensayo de absorción a testigos con 1 capa, rodillo

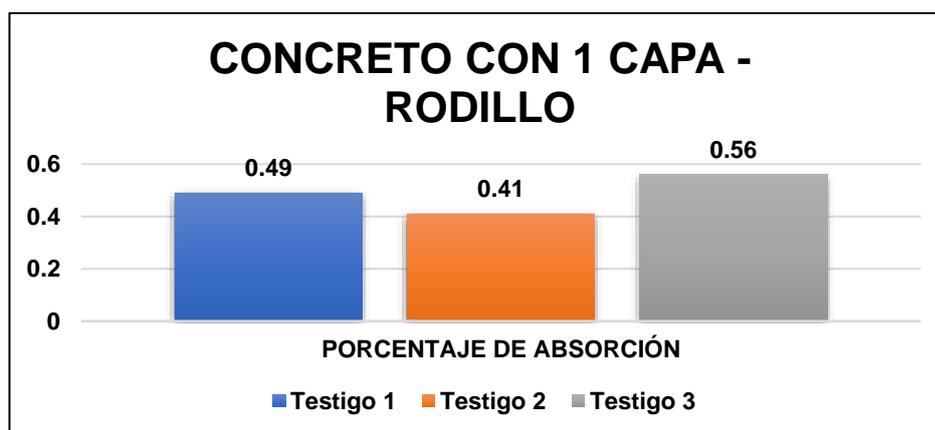
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	: CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO					
PROYECTO	: APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS					
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
MUESTRA	: BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN	: 1 CAPA CON RODILLO			
CEMENTO	: PORTLAND TIPO I	TIPO:	: PATRÓN			
DIMENSIONES	: 24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	: 22/03/2022		8:02AM	
FECHA	: 23/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	: 24 HORAS			
REVISADO:	: ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	: FRANKLIN PUSCAN SALÓN			

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SEC00 (G)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (D.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6580.00	6612.00	0.49
M2	24.00	13	10.00	6580.40	6614.00	0.51
M3	24.00	13	10.00	6580.50	6611.00	0.46
PROMEDIO						0.49
DESVIACIÓN ESTÁNDAR						0.02
Fb						0.48

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 171

Porcentajes obtenidos de concreto con 1 capa, rodillo



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la primera capa con rodillo de Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.49%.

Elaborado por: los autores

En la figura 171 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.56% y el menor valor es de 0.41% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 1 capa de aplicación superficial del aditivo con rodillo, de 0.49%.

Los testigos revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 2 capas utilizando rodillo obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 172.

Figura 172

Resultados del ensayo de absorción a testigos con 2 capas, rodillo

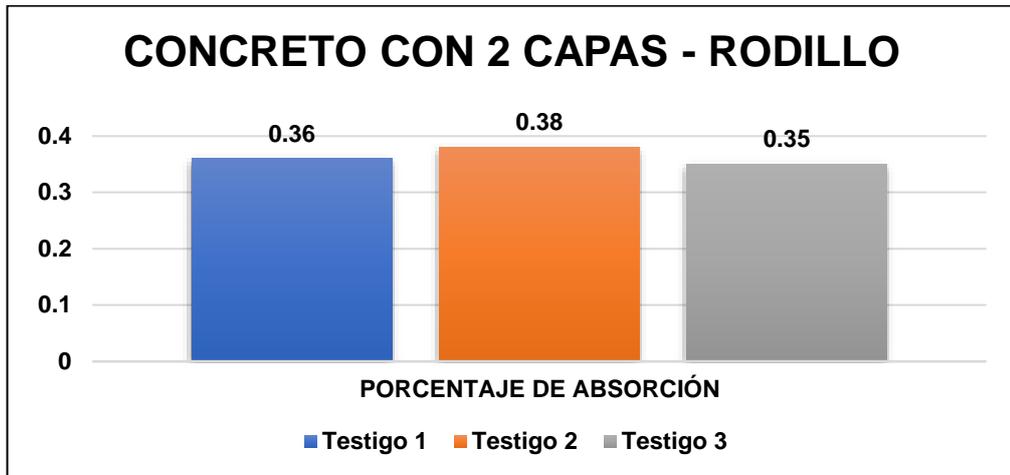
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	:	CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO				
PROYECTO	:	APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS				
UNIVERSIDAD	:	UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
MUESTRA	:	BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN	2 CAPAS CON RODILLO		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I	TIPO:	PATRÓN		
DIMENSIONES	:	24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	23/03/2022	B:10AM	
FECHA	:	24/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	24 HORAS		
REVISADO:	:	ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	FRANKLIN PUSCAN SALÓN		

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W BECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6581.00	6605.00	0.36
M2	24.00	13	10.00	6579.00	6604.00	0.38
M3	24.00	13	10.00	6579.80	6603.00	0.35
				PROMEDIO		0.37
				DESVIACION ESTANDAR		0.01
				Fb		0.35

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 173

Porcentajes obtenidos de concreto con 2 capas, rodillo



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la segunda capa con rodillo de Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.37%.

Elaborado por: los autores

En la figura 173 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.38% y el menor valor es de 0.35% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 2 capas de aplicación superficial del aditivo con rodillo, de 0.37%.

Los testigos revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 3 capas utilizando rodillo obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 174.

Figura 174

Resultados del ensayo de absorción a testigos con 3 capas, rodillo

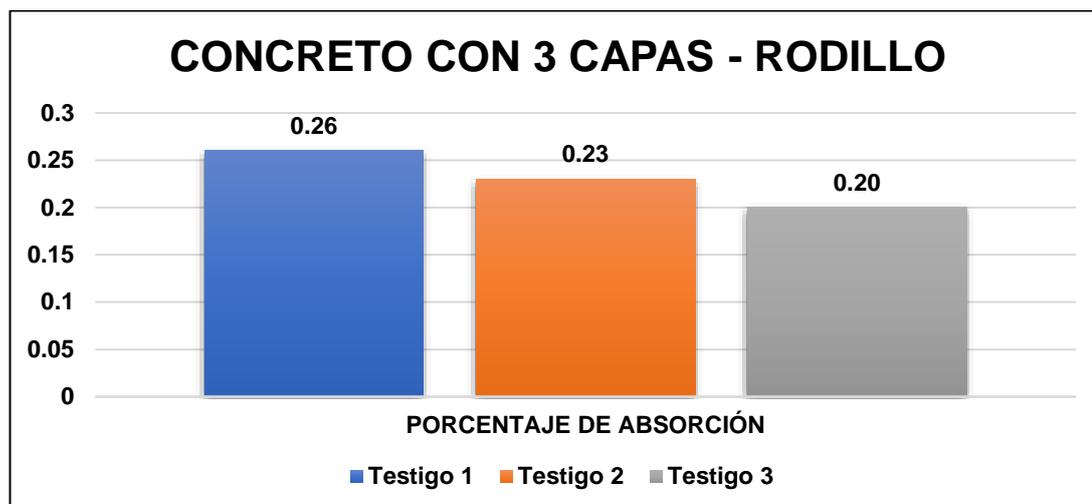
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLIDITA	:	CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO				
PROYECTO	:	APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS				
UNIVERSIDAD	:	UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
MUESTRA	:	BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN	3 CAPAS CON RODILLO		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I	TIPO:	PATRÓN		
DIMENSIONES	:	24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	24/03/2022	8:12AM	
FECHA	:	25/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	24 HORAS		
REVISADO:	:	ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	FRANKLIN PUSCAN SALÓN		

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6820.00	6838.00	0.26
M2	24.00	13	10.00	6820.20	6836.00	0.23
M3	24.00	13	10.00	6820.10	6834.00	0.20
				PROMEDIO		0.23
				DESVIACION ESTANDAR		0.03
				Fb		0.20

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 175

Porcentajes obtenidos de concreto con 3 capas, rodillo



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la tercera capa con rodillo de Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.23%.

Elaborado por: los autores

En la figura 175 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.26% y el menor valor es de 0.20% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 3 capas de aplicación superficial del aditivo con rodillo, de 0.23%.

Los testigos revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 1 capa utilizando brocha obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 176.

Figura 176

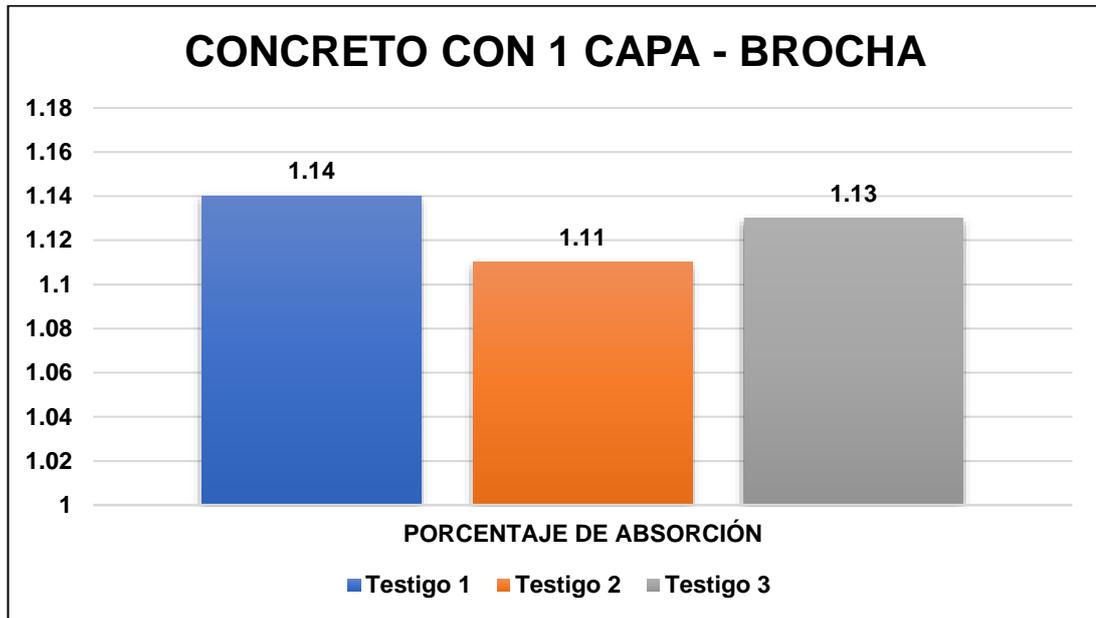
Resultados del ensayo de absorción a testigos con 1 capa, brocha

ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	: CHÁVEZ HINDJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO					
PROYECTO	: APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS					
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
MUESTRA	: BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN	: 1 CAPA CON BROCHA			
CEMENTO	: PORTLAND TIPO I	TIPO:	: PATRÓN			
DIMENSIONES	: 24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	: 22/03/2022 9:10AM			
FECHA	: 23/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	: 24 HORAS			
REVISADO:	: ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	: FRANKLIN PUSCAN SALÓN			
ENSAYO DE ABSORCIÓN NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6600.00	6675.00	1.14
M2	24.00	13	10.00	6601.00	6674.20	1.11
M3	24.00	13	10.00	6600.20	6675.10	1.13
				PROMEDIO		1.13
				DESVIACION ESTANDAR		0.02
				Fa		1.11

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022)

Figura 177

Porcentajes obtenidos de concreto con 1 capa, brocha



Nota: Esta figura muestra los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la primera capa con brocha de Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 1.13%.

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

En la figura 177 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 1.14% y el menor valor es de 1.11% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 1 capa de aplicación superficial del aditivo con brocha, de 1.13%.

Los testigos revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 2 capas utilizando brocha obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 178.

Figura 178

Resultados del ensayo de absorción a testigos con 2 capas, brocha

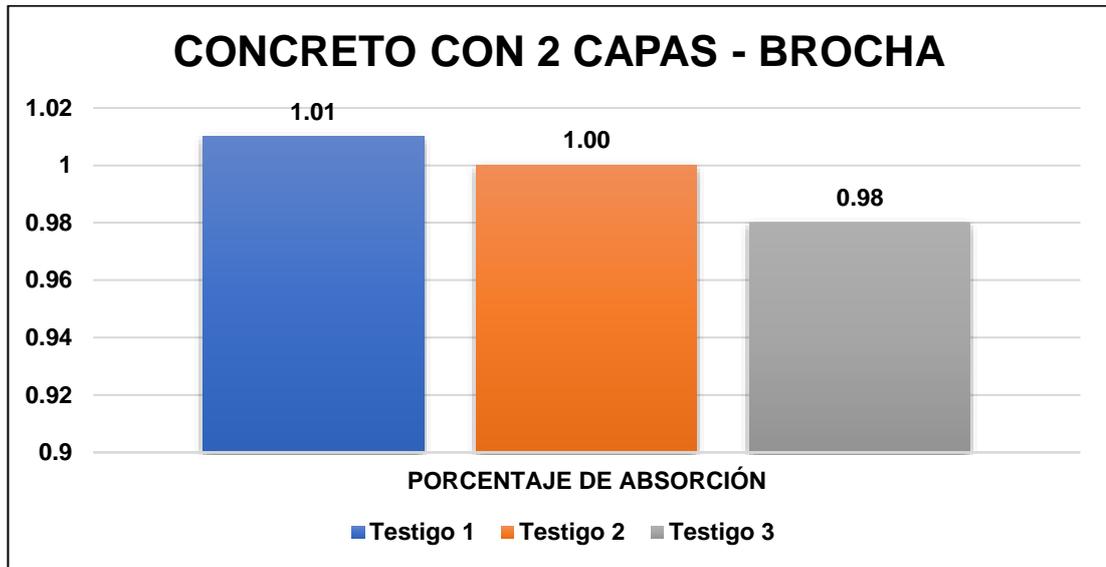
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	:	CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO				
PROYECTO	:	APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS				
UNIVERSIDAD	:	UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
MUESTRA	:	BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN	2 CAPAS CON BROCHA		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I	TIPO:	PATRÓN		
DIMENSIONES	:	24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	23/03/2022 9:20AM		
FECHA	:	24/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	24HORAS		
REVISADO:	:	ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	FRANKLIN PUSCAN SALÓN		

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SECO (G)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6603.00	6670.00	1.01
M2	24.00	13	10.00	6603.20	6669.20	1.00
M3	24.00	13	10.00	6602.00	6667.25	0.98
				PROMEDIO		1.00
				DESVIACION ESTANDAR		0.02
				Fb		0.98

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 179

Porcentajes obtenidos de concreto con 2 capas, brocha



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la segunda capa con brocha del Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 1.00%.

Elaborado por: los autores

En la figura 179 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 1.01% y el menor valor es de 0.98% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 2 capas de aplicación superficial del aditivo con brocha, de 1.00%.

Los testigos revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 3 capas utilizando brocha obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 180.

Figura 180

Resultados del ensayo de absorción a testigos con 3 capas, brocha

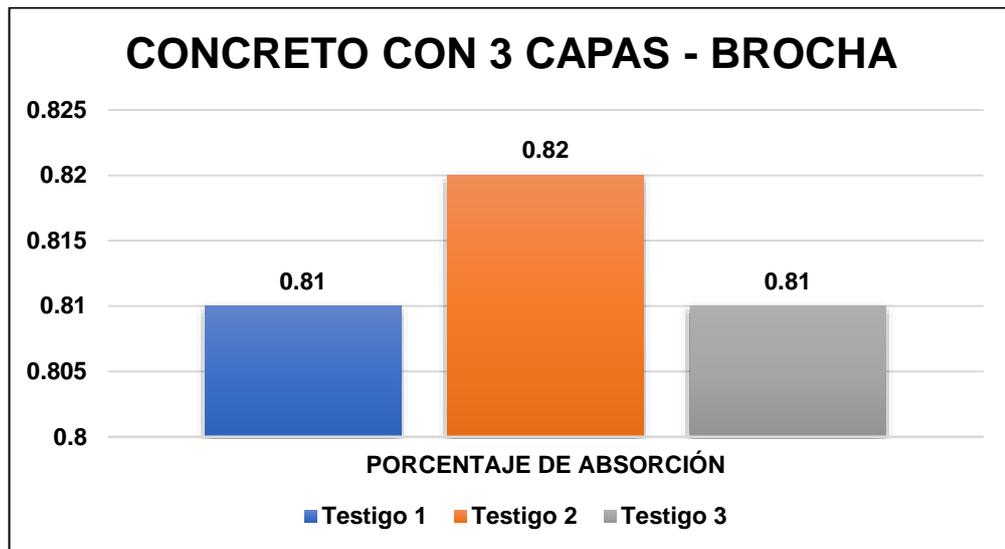
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	: CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO					
PROYECTO	: APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS					
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
MUESTRA	: BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN	: 3 CAPAS CON BROCHA			
CEMENTO	: PORTLAND TIPO I	TIPO:	: PATRÓN			
DIMENSIONES	: 24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	: 24/03/2022 9:30AM			
FECHA	: 25/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	: 24 HORAS			
REVISADO:	: ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	: FRANKLIN PUSCAN SALÓN			

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H (CM)			
M1	24.00	13	10.00	6605.20	6659.00	0.01
M2	24.00	13	10.00	6604.10	6658.20	0.02
M3	24.00	13	10.00	6603.50	6657.20	0.01
				PROMEDIO		0.02
				DESVIACIÓN ESTÁNDAR		0.00
				Fb		0.01

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 181

Porcentajes obtenidos de concreto con 3 capas, brocha



Nota: Esta figura muestra los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la tercera capa con brocha del Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.82%.

Elaborado por: los autores

En la figura 181 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.82% y el menor valor es de 0.81% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 3 capas de aplicación superficial del aditivo con brocha, de 0.81%.

Los testigos revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 1 capa utilizando espátula obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 182.

Figura 182

Resultados del ensayo de absorción a testigos con 1 capa, plancha

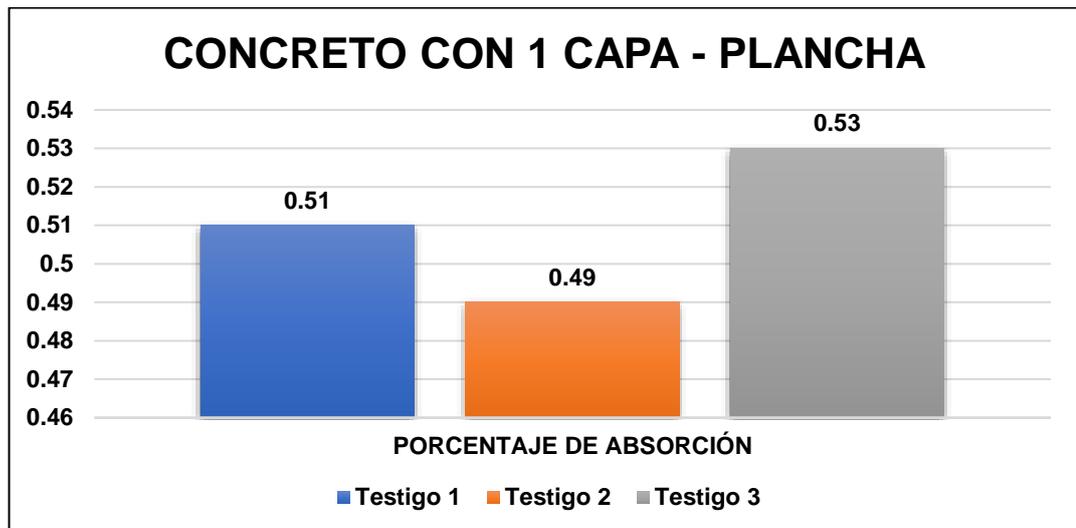
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	: CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO					
PROYECTO	: APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS					
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
MUESTRA	: BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN		1 CAPA CON PLANCHA		
CEMENTO	: PORTLAND TIPO I	TIPO:		PATRÓN		
DIMENSIONES	: 24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:		22/03/2022 9:50AM		
FECHA	: 23/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:		24HORAS		
REVISADO:	: ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:		FRANKLIN PUSCAN SALÓN		

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6450.00	6559.00	0.51
M2	24.00	13	10.00	6451.00	6558.00	0.49
M3	24.00	13	10.00	6450.20	6557.50	0.53
				PROMEDIO		0.51
				DESVIACIÓN ESTANDAR		0.02
				Fb		1.65

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 183

Porcentajes obtenidos de concreto con 3 capas, brocha



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la primera capa con plancha de Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.51%.

Elaborado por: los autores

En la figura 183 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.53% y el menor valor es de 0.49% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 1 capa de aplicación superficial del aditivo con plancha, de 0.51%.

Los testigos revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 2 capas utilizando espátula obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 184.

Figura 184

Resultados del ensayo de absorción a testigos con 1 capa, plancha

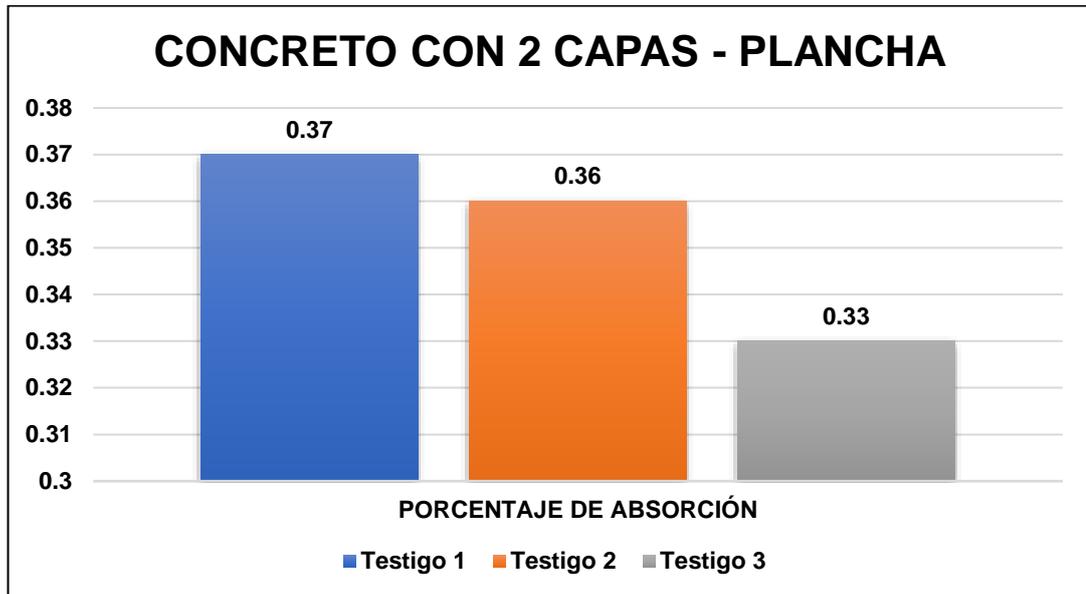
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA :	CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO					
PROYECTO :	APLICACIÓN DE SIKASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS					
UNIVERSIDAD :	UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
MUESTRA :	BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN		2 CAPAS CON PLANCHA		
CEMENTO :	PORTLAND TIPO I	TIPO:		PATRÓN		
DIMENSIONES :	24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:		23/03/2022	10:00AM	
FECHA :	24/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:		24HORAS		
REVISADO :	ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:		FRANKLIN PUSCAN SALÓN		

ENSAYO DE ABSORCIÓN							
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601							
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)	
	L (CM)	A (CM)	H(CM)				
M1	24.00	13	10.00	6453.00	6518.00	0.37	
M2	24.00	13	10.00	6457.00	6519.00	0.36	
M3	24.00	13	10.00	6450.00	6517.00	0.33	
					PROMEDIO		0.35
					DESVIACION ESTANDAR		0.05
					Fb		0.90

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022)

Figura 185

Porcentajes obtenidos de concreto con 3 capas, brocha



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la segunda capa con plancha del Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.35%.

Elaborado por: los autores

En la figura 185 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.37% y el menor valor es de 0.33% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 2 capas de aplicación superficial del aditivo con plancha, de 0.35%.

Los testigos revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 3 capas utilizando espátula obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 186.

Figura 186

Resultados del ensayo de absorción a testigos con 3 capas, plancha

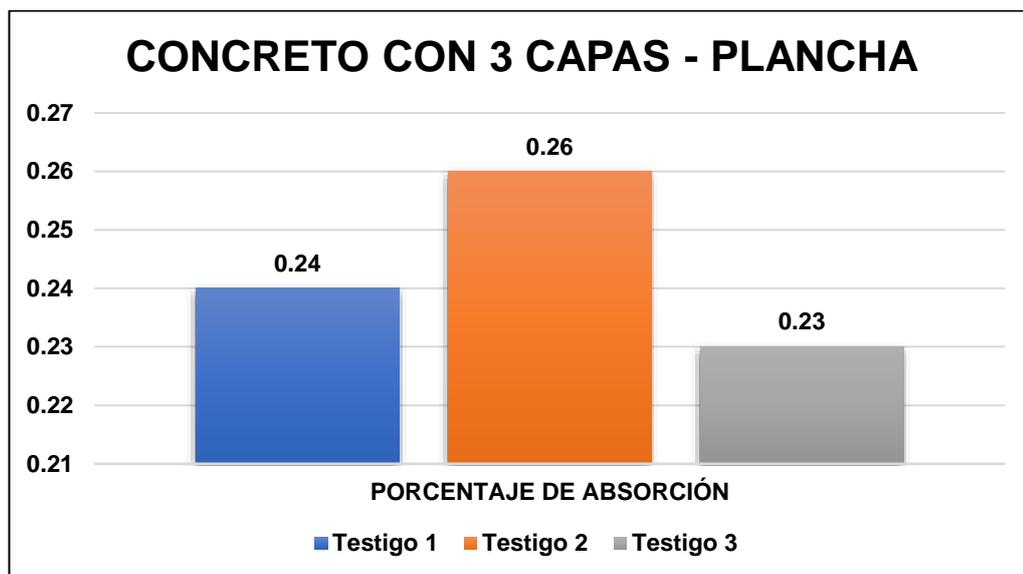
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	:	CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO				
PROYECTO	:	APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1 K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS				
UNIVERSIDAD	:	UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
MUESTRA	:	BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN	3 CAPAS CON PLANCHA		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I	TIPO:	PATRÓN		
DIMENSIONES	:	24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	24/03/2022 10:10AM		
FECHA	:	25/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	24 HORAS		
REVISADO:	:	ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	FRANKLIN PUSCAN SALÓN		

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6455.00	6518.00	0.24
M2	24.00	13	10.00	6450.00	6519.00	0.26
M3	24.00	13	10.00	6459.50	6520.00	0.23
					PROMEDIO	0.24
					DESVIACION ESTANDAR	0.02
					Fb	0.93

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera. (2022).

Figura 187

Porcentajes obtenidos de concreto con 3 capas, brocha



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la tercera capa con plancha del Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.24%.

Elaborado por: los autores

En la figura 187 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.26% y el menor valor es de 0.24% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 2 capas de aplicación superficial del aditivo con plancha, de 0.24%.

5.2. Resistencia al Ataque de los Álcalis, Cloruros y Sulfatos

De los ensayos químicos practicados a las muestras del aditivo Sikalastic – 1K para determinar la resistencia al ataque de los álcalis, cloruros y sulfatos, se obtuvo los siguientes resultados:

Figura 188

Resultados del ensayo de resistencia a los álcalis

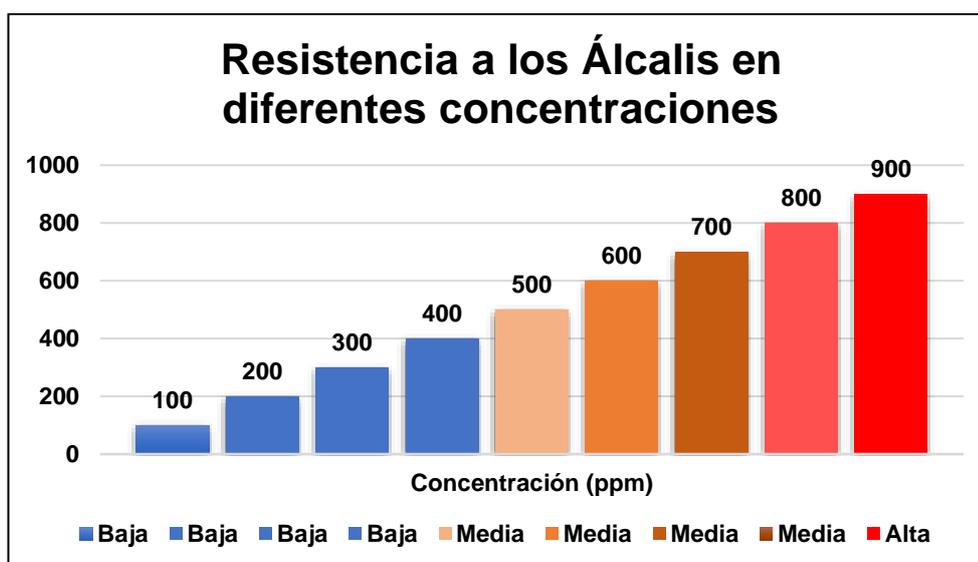
MUESTRA	REACTIVIDAD	CONCENTRACION (ppm)
1	baja	100
2	baja	200
3	baja	300
4	baja	400
5	media	500
6	media	600
7	media	700
8	media	800
9	alta	900

Nota: La figura 188 muestra los resultados del ensayo químico de resistencia a los álcalis en diferentes concentraciones de PPM realizadas a 9 morteros de 4cm x 4cm x 3cm. Fuente:

Laboratorio PROCONSQUI SRL Ingeniería & Construcción (2022).

Figura 189

Niveles de reactividad obtenidas con la metodología ASTM C289



Elaborado por: los autores

En la figura 188 se presentan los resultados del ensayo a la resistencia al ataque de los álcalis siendo, estos resultados, representados en la figura 189 donde se observa que el aditivo Sikalastic - 1K en diferentes concentraciones de álcalis reacciona de la siguiente manera: cuando se le agrega una cantidad de hasta 400 ppm el aditivo no reacciona, cuando se le agrega 700 ppm se observa una reacción media y cuando se le adiciona 701 ppm hasta 900 ppm el aditivo ya no resiste al ataque de los álcalis.

Figura 190

Resultados del ensayo de resistencia a los cloruros

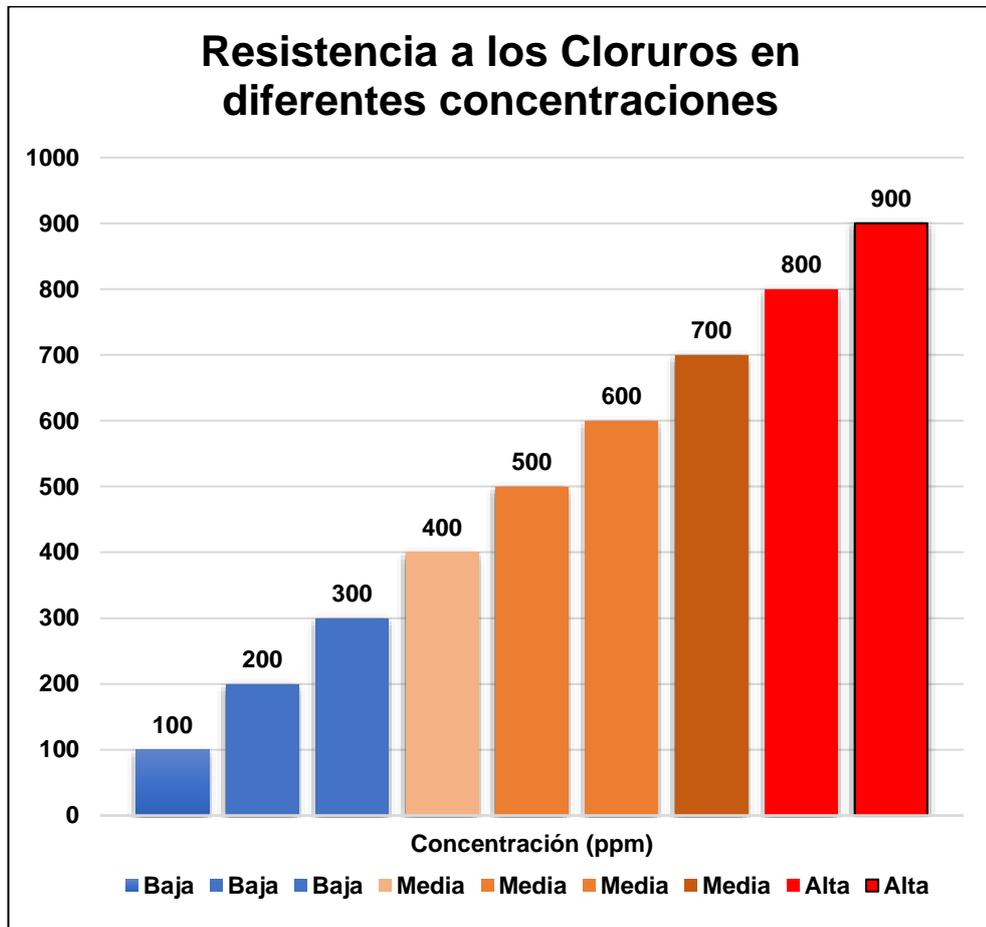
MUESTRA	REACTIVIDAD	CONCENTRACION (ppm)
1	baja	100
2	baja	200
3	baja	300
4	media	400
5	media	500
6	media	600
7	media	700
8	alta	800
9	alta	900

Nota: La figura 190 muestra los resultados del ensayo químico de resistencia a los cloruros en diferentes concentraciones de PPM realizadas a 9 morteros de 4cm x 4cm x 3cm.

Fuente: Laboratorio PROCONSQUI SRL Ingeniería & Construcción, 2022

Figura 191

Niveles de reactividad obtenidas con la metodología ASTM D512



Elaborado por: los autores

En la figura 190 se presenta los resultados del ensayo a la resistencia al ataque de los cloruros siendo, estos resultados, representados en la figura 191 donde se observa que el aditivo Sikalastic - 1K en diferentes concentraciones de cloruro reacciona de la siguiente manera: cuando se le agrega una cantidad de hasta 300 ppm el aditivo no reacciona, cuando se le agrega hasta 700 ppm se observa una reacción media, y de esta concentración hacia arriba la reactividad es alta, esto quiere decir que el aditivo presenta menor resistencia al ataque de los cloruros.

Figura 192

Resultados del ensayo a testigos patrón

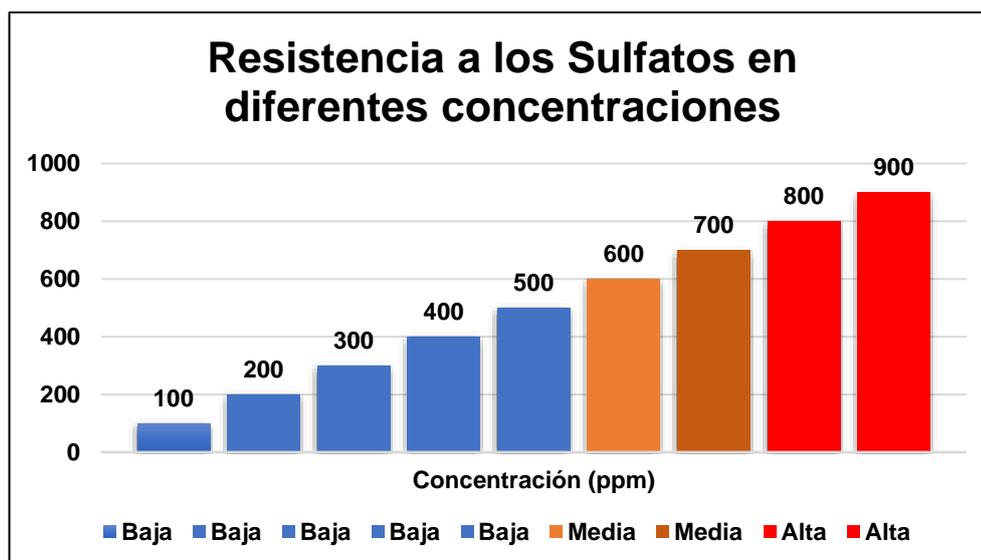
MUESTRA	REACTIVIDAD	CONCENTRACION (ppm)
1	baja	100
2	baja	200
3	baja	300
4	baja	400
5	baja	500
6	media	600
7	media	700
8	alta	800
9	alta	900

Nota: La figura 192 muestra los resultados del ensayo químico de resistencia a los sulfatos en diferentes concentraciones de PPM realizadas a 9 morteros de 4cm x 4cm x 3cm.

Fuente: Laboratorio PROCONSQUI SRL Ingeniería & Construcción (2022).

Figura 193

Niveles de reactividad obtenidas con la metodología ASTM D516



Elaborado por: los autores

En la figura 192 se presenta los resultados del ensayo a la resistencia al ataque de los sulfatos siendo, estos resultados, representados en la figura 193 donde se observa que el aditivo Sikalastic - 1K en diferentes concentraciones de sulfato reacciona de la siguiente manera: cuando se le agrega una cantidad de hasta 500 ppm el aditivo no reacciona, cuando se le agrega 600 ppm y 700 ppm se observa una reacción media, y mayor a esa concentración empieza el deterioro del aditivo, esto quiere decir que el aditivo presenta mayor resistencia al ataque de los sulfatos.

5.3. Puenteo de microfisuras

5.3.1 Absorción del concreto endurecido fisurado (NTP 339.187 & NTP 339.601)

Para este ensayo, se tomó como patrón los testigos analizados anteriormente en el cual se logró como porcentaje de absorción promedio de 2.00%. Los testigos fisurados revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 1 capa utilizando rodillo obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 194.

Figura 194

Resultados del ensayo de absorción a testigos fisurados con 1 capa, rodillo

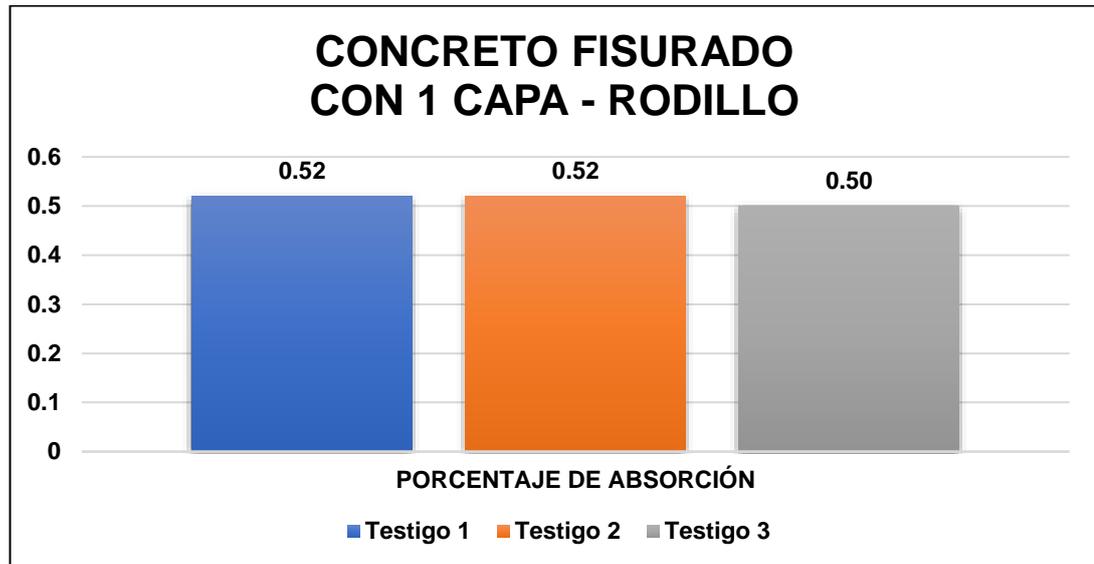
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	:	CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO				
PROYECTO	:	APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1 K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS				
UNIVERSIDAD	:	UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
MUESTRA	:	BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN:	1 CAPA CON RODILLO		
CEMENTO	:	PORTLAN TIPO I	TIPO:	PATRÓN		
DIMENSIONES	:	24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	22/03/2022		
FECHA	:	23/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	24 HORAS 8:00AM		
REVISADO:	:	ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	FRANKLIN PUSCAN SALÓN		

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W BECCO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6579.00	6613.00	0.52
M2	24.00	13	10.00	6570.00	6612.00	0.52
M3	24.00	13	10.00	6500.00	6610.00	0.50
				PROMEDIO		0.51
				DESVIACION ESTANDAR		0.01
				Fb		0.50

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 195

Porcentajes obtenidos de concreto fisurado con 1 capa, rodillo



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la primera capa con rodillo de Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.51%.

Elaborado por: los autores

En la figura 195 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.52% y el menor valor es de 0.50% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 1 capa de aplicación superficial del aditivo con rodillo, de 0.51%.

Los testigos fisurados revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 2 capas utilizando rodillo obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 196.

Figura 196

Resultados del ensayo de absorción a testigos fisurados con 2 capas, rodillo

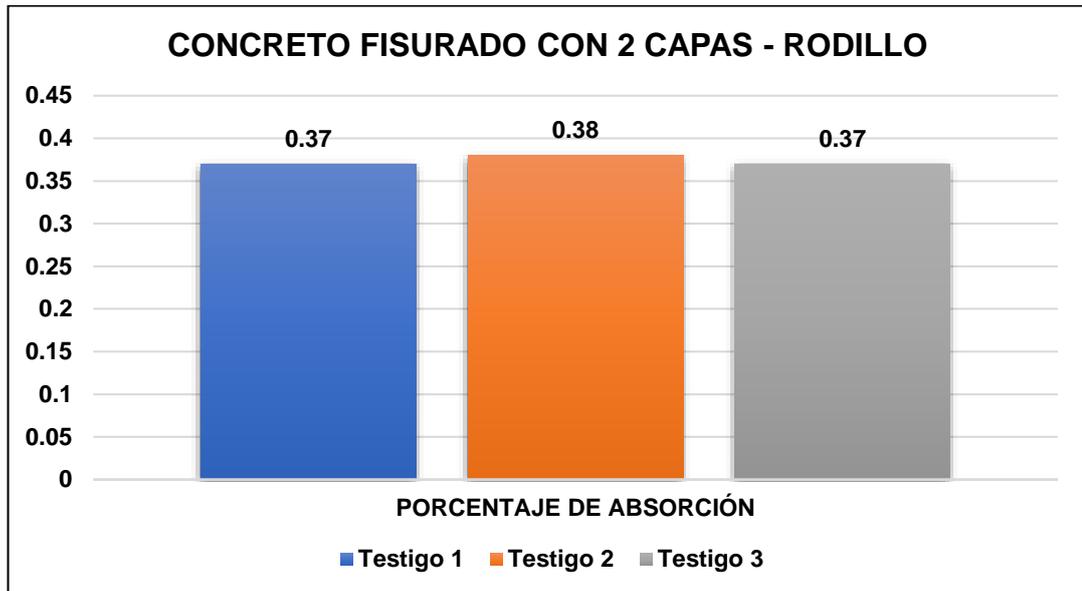
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	: CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO					
PROYECTO	: APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS					
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
MUESTRA	: BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN:	2 CAPA CON RODILLO			
CEMENTO	: PORTLAN TIPO I	TIPO:	PATRÓN			
DIMENSIONES	: 24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	23/03/2022			
FECHA	: 24/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	24 HORAS	8:00AM		
REVISADO:	: ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	FRANKLIN PUSCAN SALÓN			

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SECO (G)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (D.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6580.00	6604.50	0.37
M2	24.00	13	10.00	6579.00	6603.20	0.38
M3	24.00	13	10.00	6580.00	6604.10	0.37
				PRC MEDIO		0.37
				DESVIACION ESTANDAR		0.00
				Fb		0.37

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 197

Porcentajes obtenidos de concreto fisurado con 2 capas, rodillo



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la segunda capa con rodillo del Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.37%.

Elaborado por: los autores

En la figura 197 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.38% y el menor valor es de 0.37% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 2 capas de aplicación superficial del aditivo con rodillo, de 0.37%.

Los testigos fisurados revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 3 capas utilizando rodillo obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 198.

Figura 198

Resultados del ensayo de absorción a testigos fisurados con 3 capas, rodillo

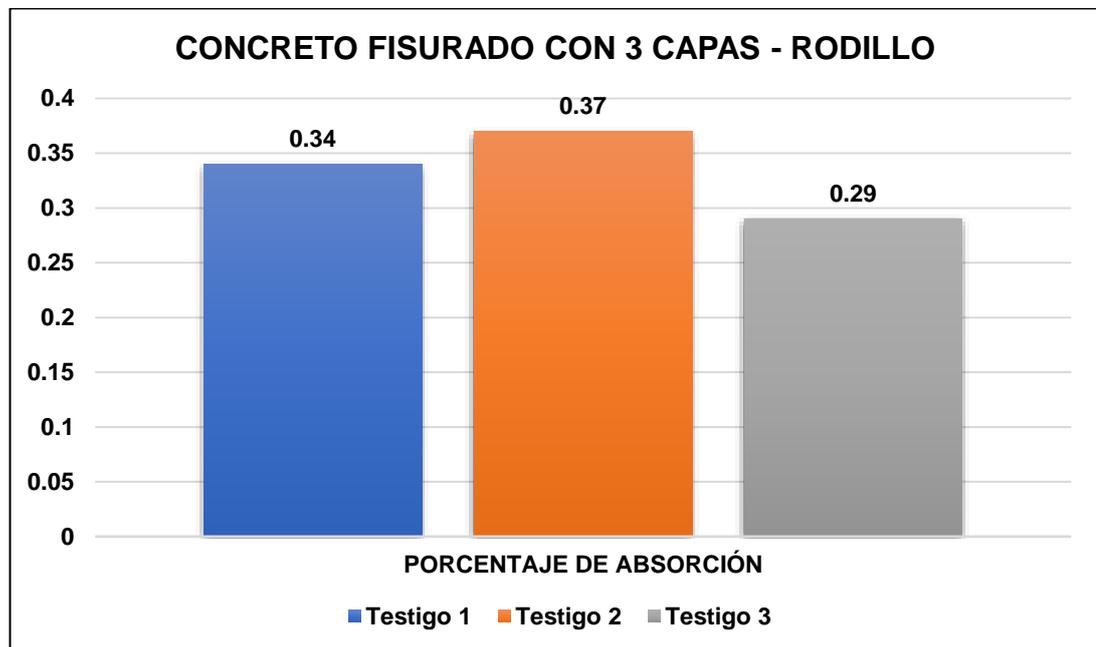
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	: CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO					
PROYECTO	: APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1 K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS					
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
MUESTRA	: BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN:	3 CAPA CON RODILLO			
CEMENTO	: PORTLAN TIPO I	TIPO:	PATRÓN			
DIMENSIONES	: 24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	24/03/2022			
FECHA	: 25/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	24 HORAS	8:00AM		
REVISADO:	: ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	FRANKLIN PUSCAN SALÓN			

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W BECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24h)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6817.00	6840.00	0.34
M2	24.00	13	10.00	6810.00	6841.00	0.37
M3	24.00	13	10.00	6819.00	6839.00	0.29
				PROMEDIO		0.33
				DESVIACIÓN ESTANDAR		0.04
				Fb		0.30

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 199

Porcentajes obtenidos de concreto fisurado con 3 capas, rodillo



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la tercera capa con rodillo del Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.33%.

Elaborado por: los autores

En la figura 199 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.37% y el menor valor es de 0.29% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 3 capas de aplicación superficial del aditivo con rodillo, de 0.33%.

Los testigos fisurados revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 1 capa utilizando brocha obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 200.

Figura 200

Resultados del ensayo de absorción a testigos fisurados con 1 capa, brocha

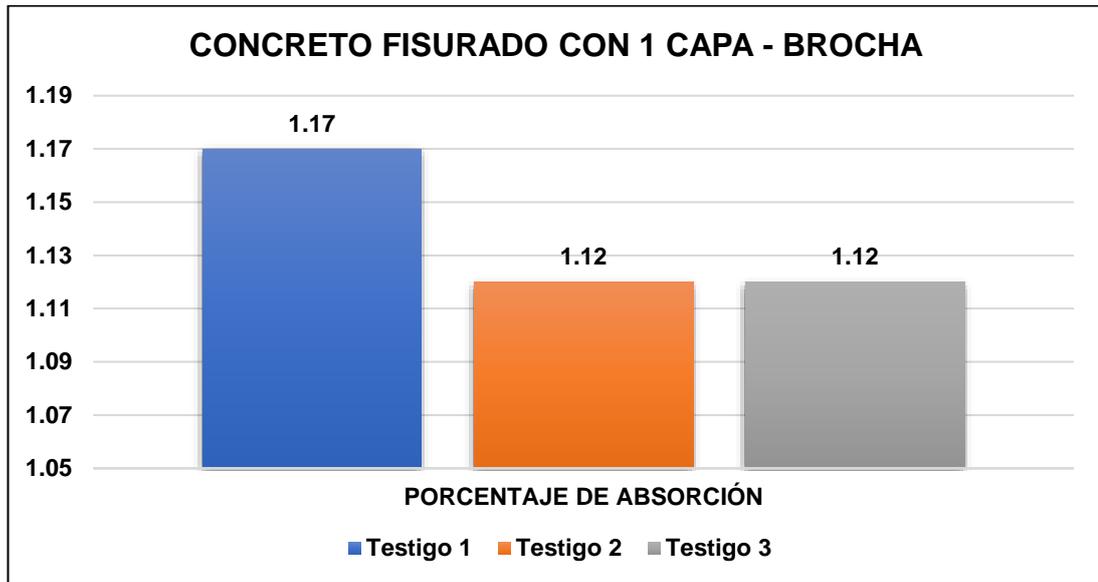
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	:	CHÁVEZ HINDJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO				
PROYECTO	:	APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALGA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS				
UNIVERSIDAD	:	UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
MUESTRA	:	BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN:	1 CAPA CON BROCHA		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I	TIPO:	PATRÓN		
DIMENSIONES	:	24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	22/03/2022		
FECHA	:	23/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	24 HORAS 8:00AM		
REVISADO:	:	ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	FRANKLIN PUSCAN SALÓN		

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W BECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6597.00	6674.00	1.17
M2	24.00	13	10.00	6599.00	6673.00	1.12
M3	24.00	13	10.00	6598.00	6672.00	1.12
				PROMEDIO		1.14
				DESVIACION ESTANDAR		0.03
				Fb		1.11

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 201

Concreto fisurado con 1 capa - Brocha



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la primera capa con brocha del Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 1.14%.

Elaborado por: los autores

En la figura 201 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 1.17% y el menor valor es de 1.12% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 1 capa de aplicación superficial del aditivo con brocha, de 1.14%.

Los testigos fisurados revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 2 capas utilizando brocha obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 202.

Figura 202

Resultados del ensayo de absorción a testigos fisurados con 2 capas, brocha

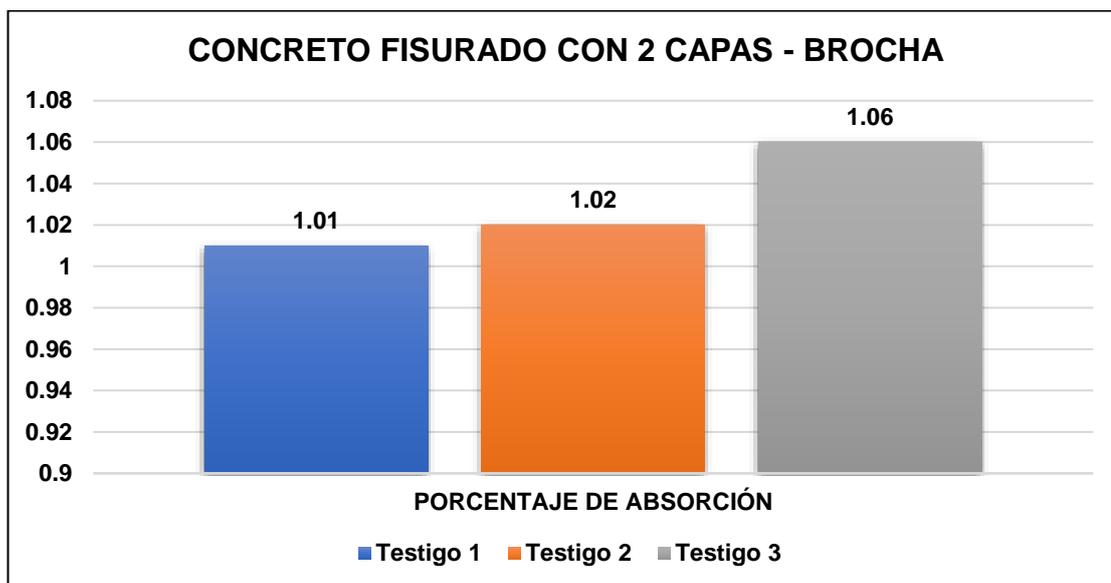
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	: CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO					
PROYECTO	: APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS					
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
MUESTRA	: BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN:	: 2 CAPA CON BROCHA			
CEMENTO	: PORTLAN TIPO I	TIPO:	: PATRÓN			
DIMENSIONES	: 24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	: 23/03/2022			
FECHA	: 24/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	: 24 HORAS 8:00AM			
REVISADO:	: ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	: FRANKLIN PUSCAN SALÓN			

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SECO (G)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H (CM)			
M1	24.00	13	10.00	6602.50	6669.00	1.01
M2	24.00	13	10.00	6602.40	6670.00	1.02
M3	24.00	13	10.00	6601.00	6671.00	1.06
				PROMEDIO		1.03
				DESVIACIÓN ESTANDAR		0.03
				Fb		1.00

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 203

Porcentajes obtenidos de concreto fisurado con 2 capas, brocha



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la segunda capa con brocha del Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 1.03%.

Elaborado por: los autores

En la figura 203 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 1.06% y el menor valor es de 1.01% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 2 capas de aplicación superficial del aditivo con brocha, de 1.03%.

Los testigos fisurados revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 3 capas utilizando brocha obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 204.

Figura 204

Resultados del ensayo de absorción a testigos con 3 capas, brocha

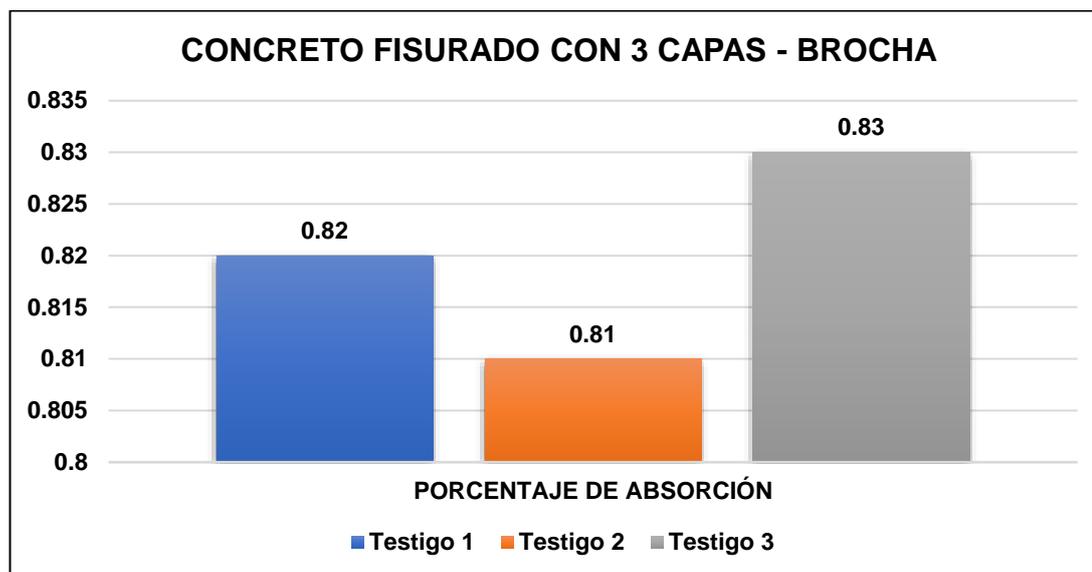
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
BOLICITA	: CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO					
PROYECTO	: APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS					
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
MUESTRA	: BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN:	3 CAPA CON BROCHA			
CEMENTO	: PORTLAN TIPO I	TIPO:	PATRÓN			
DIMENSIONES	: 24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	24/03/2022			
FECHA	: 25/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	24 HORAS 8:00AM			
REVISADO:	: ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	FRANKLIN PUSCAN SALÓN			

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6604.20	6658.20	0.82
M2	24.00	13	10.00	6603.80	6657.60	0.81
M3	24.00	13	10.00	6604.10	6659.10	0.83
				PROMEDIO		0.82
				DESVIACIÓN ESTANDAR		0.01
				Fb		0.81

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 205

Porcentajes obtenidos de concreto fisurado con 3 capas, brocha



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la tercera capa con brocha del Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.82%.

Elaborado por: los autores

En la figura 205 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.83% y el menor valor es de 0.81% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 3 capas de aplicación superficial del aditivo con brocha, de 0.82%.

Los testigos fisurados revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 1 capa utilizando espátula obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 206.

Figura 206

Resultados del ensayo de absorción a testigos fisurados con 1 capa, plancha

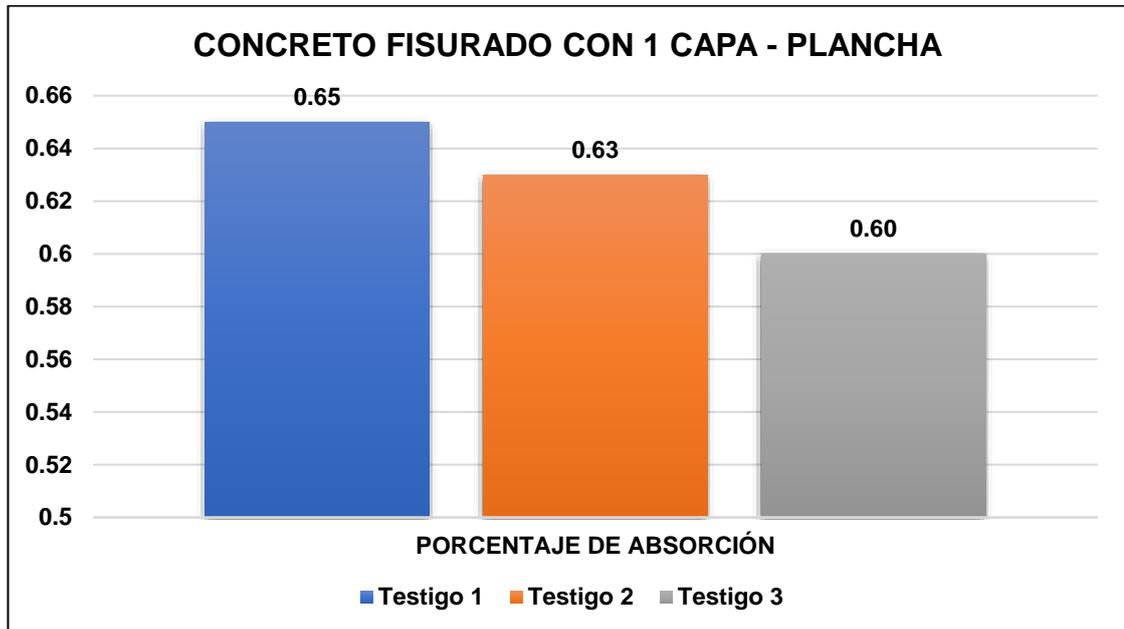
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLIDITA	:	CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO				
PROYECTO	:	APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS				
UNIVERSIDAD	:	UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
MUESTRA	:	BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN:	1 CAPA CON PLANCHA		
CEMENTO	:	PORTLAN TIPO I	TIPO:	PATRÓN		
DIMENSIONES	:	24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	22/03/2022		
FECHA	:	23/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	24 HORAS 8:00AM		
REVISADO:	:	ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	FRANKLIN PUSCAN SALÓN		

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W BECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6449.20	6560.00	0.65
M2	24.00	13	10.00	6450.05	6559.50	0.63
M3	24.00	13	10.00	6451.20	6560.10	0.60
PROMEDIO						0.63
DESVIACION ESTANDAR						0.02
Fb						1.69

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 207

Porcentajes obtenidos de concreto fisurado con 1 capa, plancha



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la primera capa con plancha del Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.63%.

Elaborado por: los autores

En la figura 207 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.65% y el menor valor es de 0.60% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 1 capa de aplicación superficial del aditivo con plancha, de 0.63%.

Los testigos fisurados revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 2 capas utilizando espátula obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 208.

Figura 208

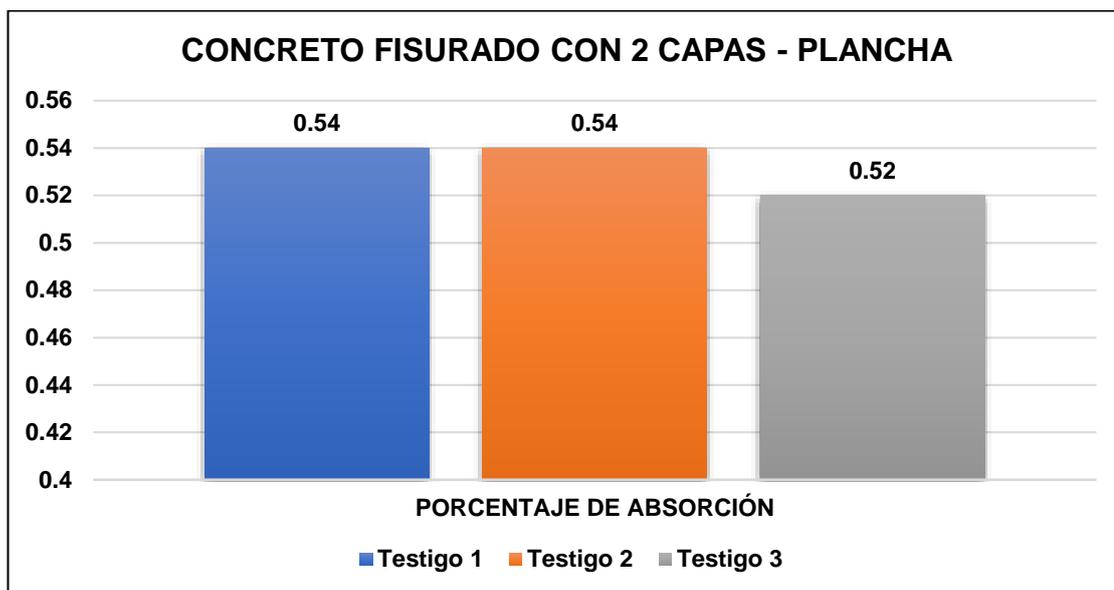
Resultados del ensayo de absorción a testigos fisurados con 2 capas, plancha

ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	: CHÁVEZ HINDJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO					
PROYECTO	: APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS					
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
MUESTRA	: BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN:	: 2 CAPA CON PLANCHA			
CEMENTO	: PORTLAN TIPO I	TIPO:	: PATRÓN			
DIMENSIONES	: 24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	: 23/03/2022			
FECHA	: 24/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	: 24 HORAS 8:00AM			
REVISADO:	: ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	: FRANKLIN PUSCAN SALÓN			
ENSAYO DE ABSORCIÓN NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W SECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6454.00	6517.00	0.54
M2	24.00	13	10.00	6453.20	6518.00	0.54
M3	24.00	13	10.00	6452.00	6515.00	0.52
					PROMEDIO	0.53
					DESVIACIÓN ESTANDAR	0.02
					Fb	0.96

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 209

Porcentajes obtenidos de concreto fisurado con 2 capas, plancha



Nota: Esta figura muestra los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la segunda capa con plancha de Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.53%.

Elaborado por: los autores

En la figura 209 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.54% y el menor valor es de 0.52% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 2 capas de aplicación superficial del aditivo con plancha, de 0.53%.

Los testigos fisurados revestidos superficialmente con la aplicación de Sikalastic – 1K con 3 capas utilizando espátula obtuvieron como resultado los valores presentados en la figura 210.

Figura 210

Resultados del ensayo de absorción a testigos fisurados con 3 capas, plancha

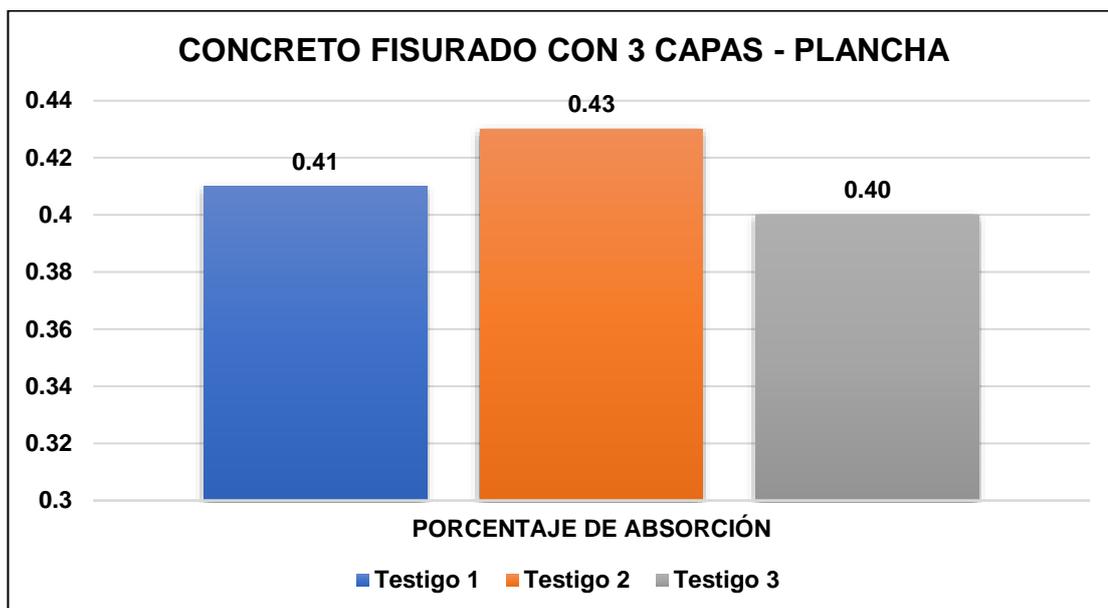
ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NTP 339.187 / NTP 399.601						
SOLICITA	: CHÁVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO-LÁZARO ESCALANTE, ALEXIS ALBERTO					
PROYECTO	: APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1 K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA Y DEPARTAMENTO AMAZONAS					
UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES-FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
MUESTRA	: BLOQUE DE CONCRETO	APLICACIÓN:	3 CAPA CON PLANCHA			
CEMENTO	: PORTLAN TIPO I	TIPO:	PATRÓN			
DIMENSIONES	: 24CM*13CM*10CM	FECHA DE INMERSIÓN:	24/03/2022			
FECHA	: 25/03/2022	TIEMPO DE INMERSIÓN:	24 HORAS	8:00AM		
REVISADO:	: ING. YVÁN S. LICERA CORREA	TÉCNICO:	FRANKLIN PUSCAN SALÓN			

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.187 / NTP 399.601						
N° de Muestra	DIMENSIONES			W BECO (g)	W SATURADO EN AGUA (24H)	% ABSORCIÓN (0.1%)
	L (CM)	A (CM)	H(CM)			
M1	24.00	13	10.00	6456.20	6519.00	0.41
M2	24.00	13	10.00	6457.00	6520.00	0.43
M3	24.00	13	10.00	6458.20	6521.00	0.40
					PROMEDIO	0.41
					DESVIACIÓN ESTANDAR	0.00
					Fb	0.97

Fuente: Laboratorio de Suelos y Concreto Inversiones Licera (2022).

Figura 211

Porcentajes obtenidos de concreto fisurado con 3 capas, plancha



Nota: Esta figura muestra las cifras de los resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la tercera capa con plancha del Sikalastic - 1K con una absorción promedio de 0.41%.

Elaborado por: los autores

En la figura 211 se observa que el porcentaje mayor de absorción es de 0.43% y el menor valor es de 0.40% teniendo un porcentaje promedio de absorción del concreto, con 2 capas de aplicación superficial del aditivo con plancha, de 0.41%.

5.3.2 Primera Prueba de Estanqueidad

La prueba de estanqueidad empezó con el llenado del tanque Imhoff hasta su máxima capacidad dejando un tiempo de 48 horas para su estancamiento. Posterior a ello, se realizó una inspección ocular en presencia del residente de obra, la supervisión y las autoridades locales, como se aprecia en las figuras 212 y 213, para corroborar si aún existían filtraciones en los muros de la estructura, confirmando que efectivamente no hay presencia de filtraciones. Se determinó que se logró efectuar la solución a las filtraciones impermeabilizando la estructura hidráulica y sellando las microfisuras presentadas.

Figura 212

Verificación de la prueba de estanqueidad



Nota: Se muestra la verificación de la prueba de estanqueidad en presencia de la supervisión y residente de obra donde se verificó mediante inspección ocular la no presencia de filtraciones.

Elaborado por: los autores

Figura 213

Verificación de muros exteriores, sin filtraciones



Nota: No se visualizan filtraciones en los muros del tanque Imhoff.

Elaborado por: los autores

5.3.3 Segunda Prueba de Estanqueidad

Esta segunda prueba se realizó 30 días después con intención de reafirmar y corroborar lo indicado en la primera prueba. Se empezó con el llenado del tanque Imhoff hasta su máxima capacidad. Una vez lleno se realizó la primera medición como se aprecia en la figura 214 y 215 la cual dio una altura, del nivel de agua hasta la raya colocada, de 70cm.

Figura 214

Primera medición del nivel de agua



Nota: Se exhibe la primera medición del nivel de agua durante la prueba de estanqueidad, la lectura fue de 70 cm.

Elaborado por: los autores

Figura 215

Primera medición del nivel de agua, resultado= 70cm



Elaborado por: los autores

Luego de este procedimiento se dejó 48 horas de estancamiento del agua. Posterior a ello, se realizó la segunda medición dónde se obtuvo 70.2cm, teniendo una diferencia de 2mm con la primera medición como se aprecia en la figura 216. Esto es normal debido a la saturación de los muros que se encontraban secos y otros factores como la evaporación de agua. De igual manera se realizó una inspección ocular donde se determinó la no existencia de filtraciones en estructura del tanque Imhoff.

Figura 216

Segunda medición del nivel de agua, resultado= 70.2cm



Nota: Esta figura muestra la segunda medición del nivel de agua del tanque Imhoff después de un lapso de 48 horas durante la prueba de estanqueidad, se tomo como segunda lectura 70.2 cm.

Elaborado por: los autores

**CAPÍTULO VI:
DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

6.1. Contrastación de la Hipótesis

6.1.1 Hipótesis General HG:

Impermeabilización del Tanque

Tabla 23

Contrastación de hipótesis general

Hipótesis general	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
<p>HG: La aplicación de Sikalastic - 1K logró impermeabilizar el tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba y departamento Amazonas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba de estanqueidad. - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Ladrillos de concreto NTP 399.601. - Ensayo de absorción del concreto ASTM C642 y NTP 339.187. - Ensayo para reactividad potencial álcali-sílice de los agregados ASTM C289. - Método de prueba estándar para el Ion Cloruro en agua ASTM D512. - Método de prueba estándar para el Ion Sulfato en agua ASTM D516. 	<p>Con la aplicación de Sikalastic - 1K en la estructura del tanque Imhoff se obtuvo la impermeabilización de las 4 paredes y el puenteo de las microfisuras presentadas inicialmente.</p>	<p>Es válida la hipótesis general ya que el revestimiento superficial con la aplicación del Sikalastic - 1K influyó en la impermeabilización de la estructura del tanque Imhoff logrando la funcionalidad de la PTAR.</p>

Elaborado por: los autores

Figura 217

Prueba de estanqueidad



Nota: Prueba de estanqueidad en presencia de la supervisión y residente de obra, sin presencia de filtraciones.

Elaborado por: los autores

Con los resultados obtenidos mediante la prueba hidráulica realizada al tanque Imhoff como se aprecia en la figura 217, se llegó a la conclusión que la hipótesis general que se abordó resultó ser válida, ya que, mediante una inspección ocular en campo se verificó INSITU que ya no existían las filtraciones en la estructura del tanque de tratamiento de aguas residuales, posterior a ello, con una segunda prueba de estanqueidad después de 30 días se reafirmó la impermeabilización del tanque Imhoff.

6.1.2 Hipótesis Específica H1: Absorción del Concreto Endurecido

Tabla 24

Contrastación de hipótesis específica 1.

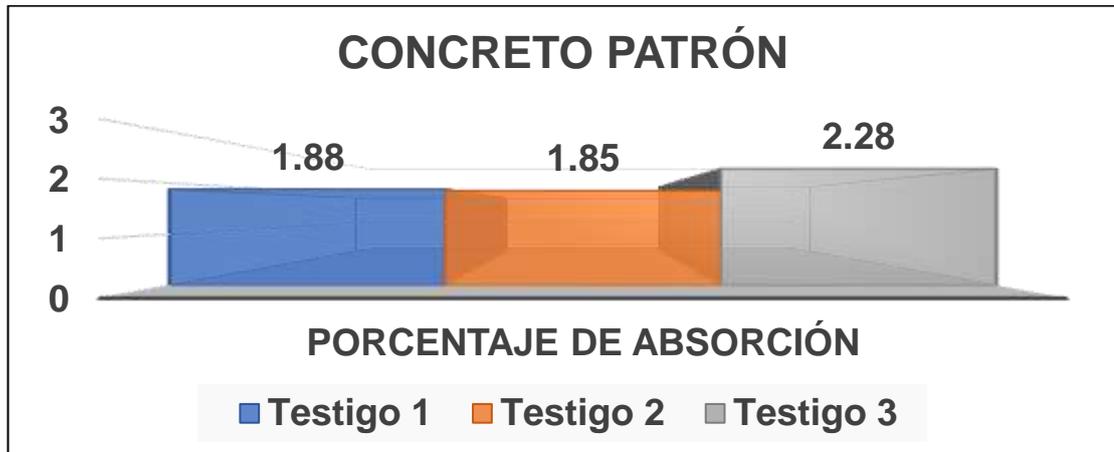
Hipótesis específicas	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
<p>H1: Con la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K se reducirá la absorción del concreto $f'c= 210$ kg/cm² del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba y departamento Amazonas.</p>	<p>- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Ladrillos de concreto NTP 399.601.</p> <p>- Ensayo de absorción del concreto ASTM C642 y NTP 339.187.</p>	<p>En los ensayos de absorción a los testigos rectangulares se obtuvo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Testigos patrón, 2.00% <p>Y el porcentaje de absorción con la capa más óptima:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Testigos con 3 capas - rodillo: 0.23% - Testigos con 3 capas - brocha: 0.81% - Testigos con 3 capas - plancha: 0.24% 	<p>Se confirmó la hipótesis 1 ya que con la influencia del Sikalastic - 1K se logró reducir el porcentaje de absorción en mayor proporción que los demás con el método de aplicación rodillo con 3 capas, con un 0.23%, el cual reduce en un 88.5% el porcentaje de absorción en comparación al concreto patrón que obtuvo un 2.00%</p>

Nota: En la tabla se muestra la contrastación de hipótesis específica 1 donde se indican los métodos aplicados, resultados y observaciones.

Elaborado por: los autores

Figura 218

Porcentajes obtenidos del concreto patrón

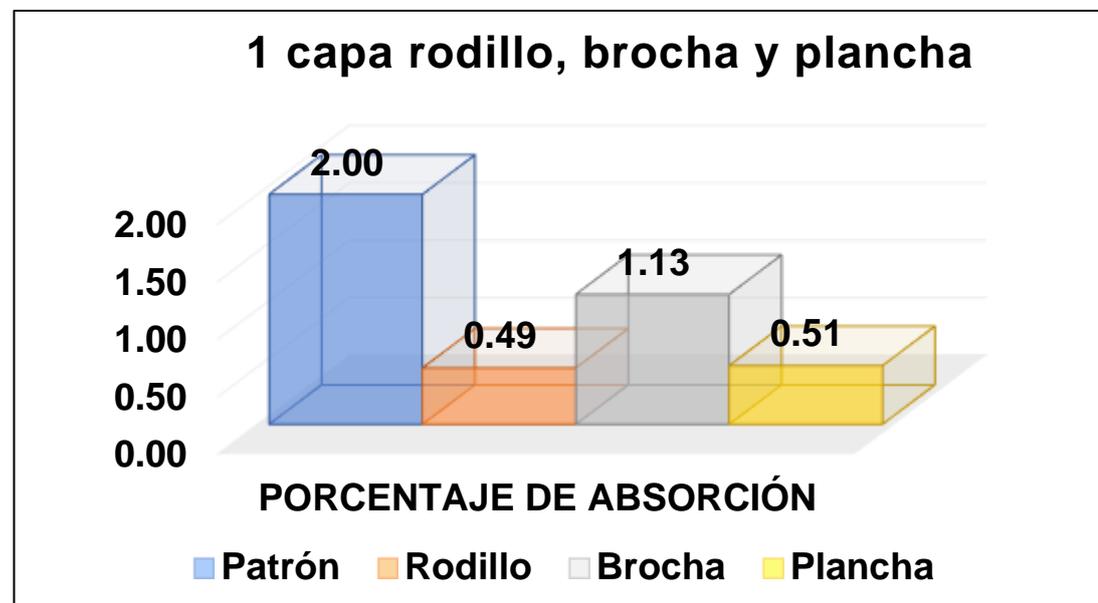


Elaborado por: los autores

En los resultados del concreto patrón de la figura 218 se observa que el porcentaje sin ninguna aplicación del aditivo tiene un porcentaje de absorción promedio de 2.00%.

Figura 219

Comparación de porcentajes promedios obtenidos con 1 capa



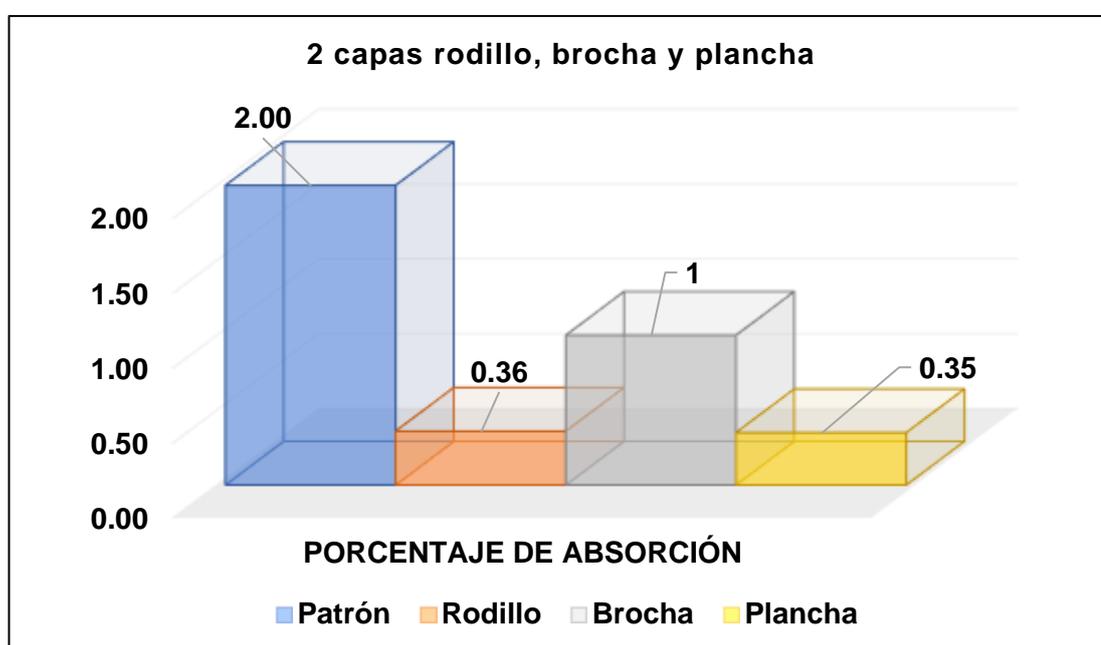
Nota: Esta figura muestra las cifras de resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la primera capa con los 3 métodos de aplicación del Sikalastic - 1K.

Elaborado por: los autores

En la figura 219 se aprecia una comparación del porcentaje de absorción en una capa con los diferentes métodos de aplicación, rodillo, brocha, plancha, y el concreto patrón 210 kg/cm² . El método de aplicación con rodillo es el que obtiene el menor porcentaje de absorción con un 0.49 %, en comparación con las otras aplicaciones que obtuvieron un 0.51 % con plancha, 1.13% con brocha y un 2.00% el concreto sin ninguna aplicación.

Figura 220

Comparación de porcentajes promedios obtenidos con 2 capas



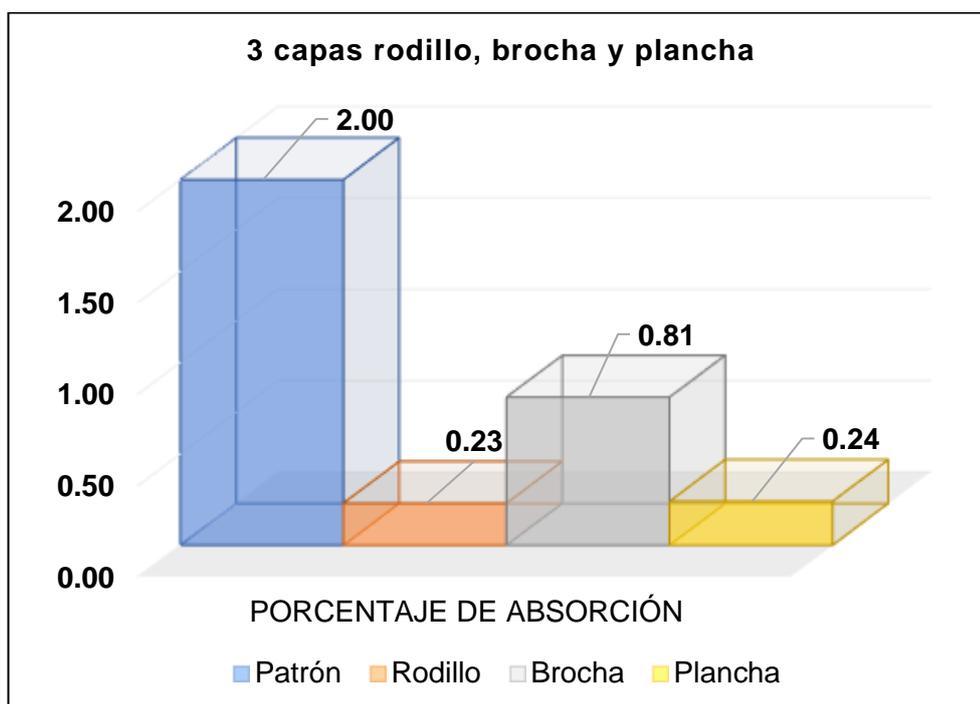
Nota: Esta figura muestra las cifras de resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la segunda capa con los 3 métodos de aplicación del Sikalastic - 1K.

Elaborado por: los autores

En la figura 220 se visualiza una comparación del porcentaje de absorción en dos capas con los diferentes métodos de aplicación, rodillo, brocha, plancha, y el concreto patrón 210 kg/cm² . El método de aplicación con plancha es el que obtiene el menor porcentaje de absorción con un 0.35 %, seguidamente con la aplicación de rodillo se obtuvo un 0.36 %, con brocha 1.00% y un 2.00% el concreto sin ninguna aplicación.

Figura 221

Comparación de porcentajes promedios obtenidos con 3 capas



Nota: Esta figura muestra las cifras de resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la tercera capa con los 3 métodos de aplicación del Sikalastic - 1K.

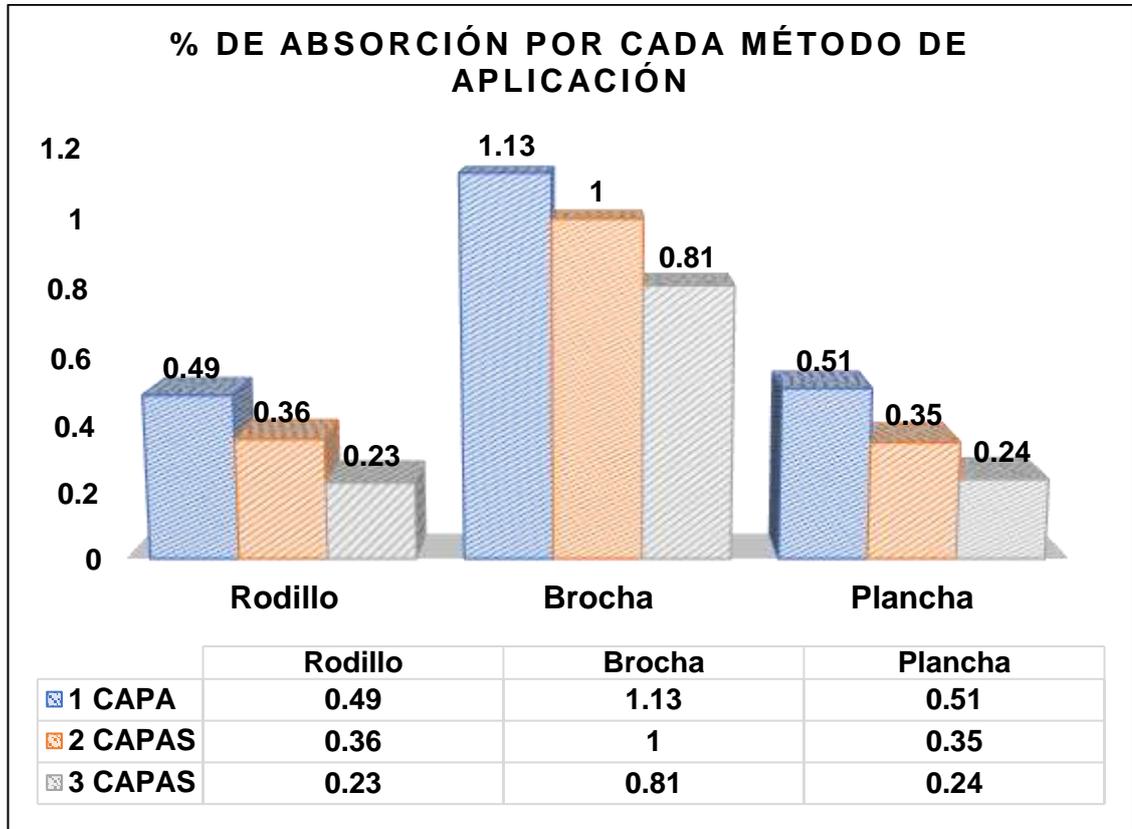
Elaborado por: los autores

En la figura 221 se aprecia una comparación del porcentaje de absorción en una capa con los diferentes métodos de aplicación, rodillo, brocha, plancha, y el concreto patrón 210 kg/cm². El método de aplicación con rodillo es el que obtiene el menor porcentaje de absorción con un 0.23 %, luego está la aplicación con plancha con un 0.24%, con brocha un 0.81% y un 2.00% del concreto patrón.

Se concluye con la figura 222 que el método de aplicación que logró reducir el porcentaje de absorción en mayor proporción que los demás es la aplicación con rodillo con 3 capas, con un 0.23%, el cual reduce en un 88.5% el porcentaje de absorción en comparación al concreto patrón que obtuvo un 2.00%, por lo cual se llegó a la conclusión que la hipótesis específica 1 que se planteó resultó válida.

Figura 222

Comparación de porcentajes promedios de los diferentes métodos de aplicación con cada una de las capas



Nota: Esta figura presenta la comparación de las cifras de resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la primera, segunda y tercera capa con los 3 métodos de aplicación del Sikalastic - 1K.

Elaborado por: los autores

6.1.3 Hipótesis Específica H2: Resistencia a los Álcalis, Cloruros y Sulfatos

Tabla 25

Contrastación de hipótesis específica 2

Hipótesis específicas	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
<p>H2: Con la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K se resistirá al ataque de los álcalis, cloruros y sulfatos en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba y departamento Amazonas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo para reactividad potencial álcali-sílice de los agregados ASTM C289. - Método de prueba estándar para el Ion Cloruro en agua ASTM D512. - Método de prueba estándar para el Ion Sulfato en agua ASTM D516 	<p>En los ensayos de resistencia a agentes químicos se obtuvo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reactividad a los Álcalis: Resistencia hasta 400 PPM. - Reactividad a los Cloruros: Resistencia hasta 300 PPM. - Reactividad a los Sulfatos: Resistencia hasta 500 PPM. <p>Posteriormente, con la aplicación de Sikalastic - 1K se logró puentear las microfisuras presentadas en el tanque Imhoff.</p>	<p>Se confirmó la hipótesis 2 ya que con la influencia del Sikalastic - 1K se consiguió la resistencia al 100% ante el ataque de los álcalis, cloruros y sulfatos teniendo en cuenta que en las aguas residuales se encuentra una concentración máxima de 200 PPM de agentes químicos.</p>

Nota: En la tabla se muestra la contratación de hipótesis específica 2 donde se indican los métodos aplicados, resultados y observaciones.

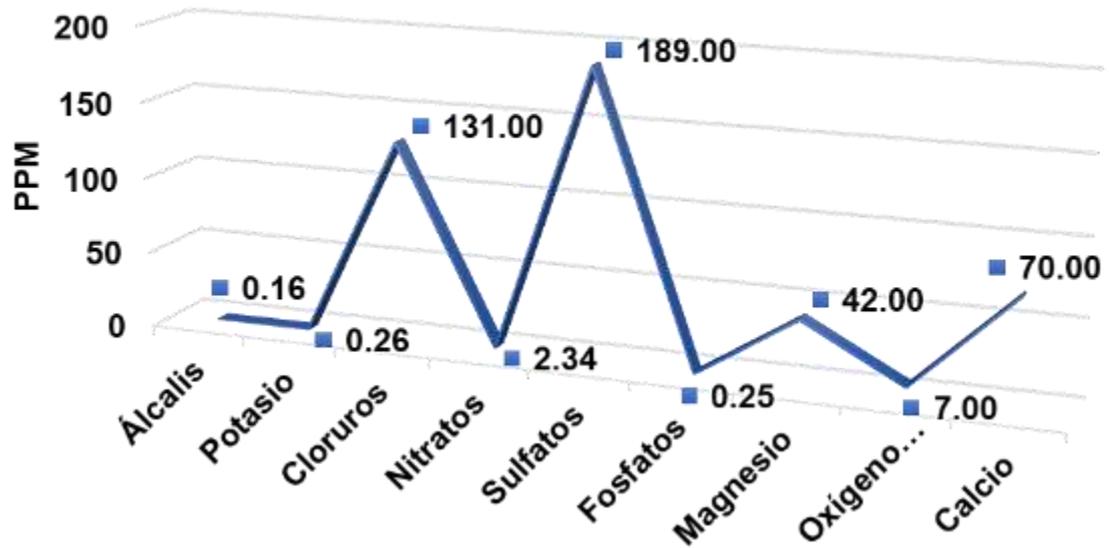
Elaborado por: los autores

Antes de realizar los ensayos de resistencia ante lo ataques químicos se tuvo que realizar un análisis físico – químico a las aguas residuales provenientes de la red colectora del caserío para poder determinar los agentes químicos y las concentraciones, en partículas por millón, presentes en estas aguas. Se obtuvo como resultado que los químicos presentes con mayor concentración en estas aguas son los cloruros y sulfatos, siendo estos agentes los más perjudiciales al concreto. También se encontraron otros como el calcio, magnesio, oxígeno, magnesio, fosfatos, nitrato, potasio y álcalis, este último suele tener una reactividad con los agregados del concreto por lo que se realizaron los ensayos de resistencia ante el ataque de los álcalis, cloruros y sulfatos en el concreto. Lo resultados están representados en la figura 223.

Figura 223

Químicos presentes en aguas residuales

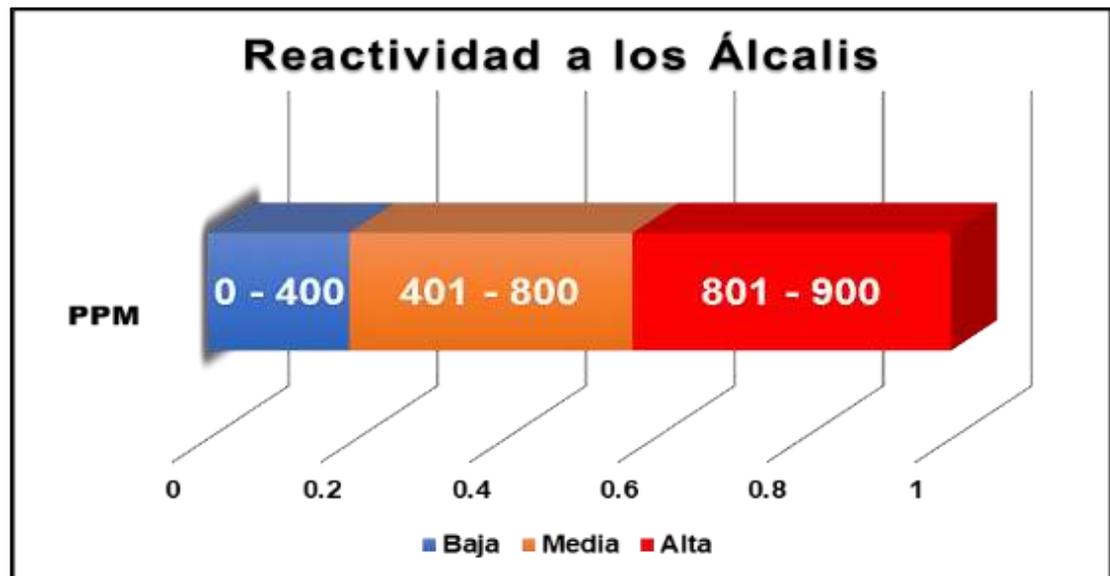
PPM de Agentes Químicos en Aguas Residuales



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 224

Reactividad a los Álcalis



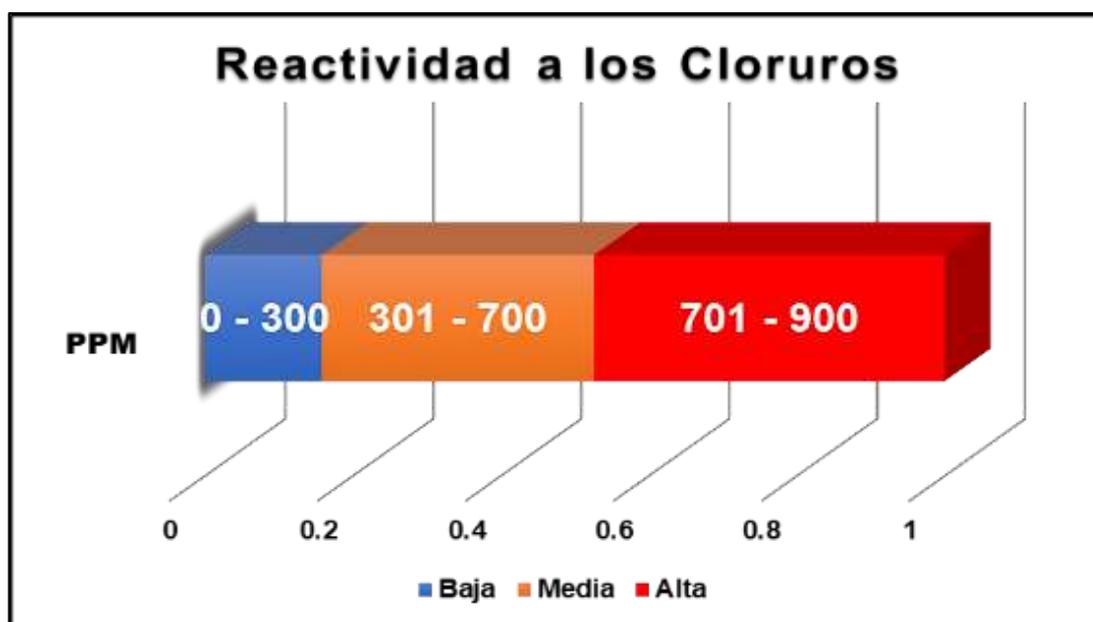
Nota: Se observa el nivel de reactividad del aditivo ante la presencia de los álcalis.

Elaborado por: los autores

En la figura 224 se identifica que el aditivo Sikalastic - 1K presenta una resistencia a los álcalis sin tener cambios físicos hasta las 400 ppm. Cuando se encuentra entre 400 ppm y 800 ppm el aditivo empieza a decolorarse teniendo una reactividad media y cuando está en 800 ppm a más el nivel de reactividad es alta, el aditivo empieza a desintegrarse.

Figura 225

Resistencia a los Cloruros



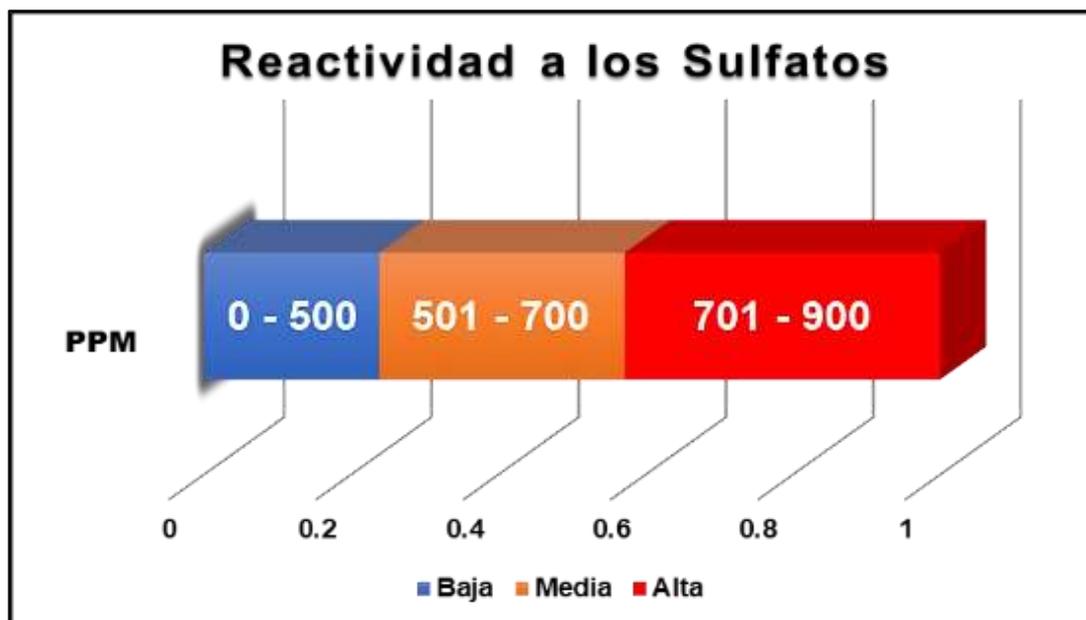
Nota: Se observa el nivel de reactividad del aditivo ante la presencia de los cloruros.

Elaborado por: los autores

En la figura 225 se visualiza que el aditivo Sikalastic - 1K obtiene una resistencia al ataque de los cloruros hasta las 300 ppm sin presentar cambios físicos. Cuando se encuentra entre 300 ppm y 700 ppm el aditivo empieza a decolorarse teniendo una reactividad media y cuando está en 700 ppm a más el nivel de reactividad es alta, el aditivo empieza a desintegrarse.

Figura 226

Resistencia a los Sulfatos



Nota: Se observa el nivel de reactividad del aditivo ante la presencia de los sulfatos.

Elaborado por: los autores

En la figura 226 se observa que el aditivo Sikalastic - 1K presenta una resistencia al ataque de los sulfatos, sin presentar cambios físicos, hasta las 500 ppm, pero cuando se encuentra entre 500 ppm hasta 700 ppm tiene un nivel de agresividad media donde se empieza a presenciar cambios en el aditivo y cuando está en el rango de 700 ppm a 900 ppm, tiene un nivel de agresividad alta donde el aditivo empieza a deteriorarse de manera crítica.

Se llegó a la conclusión que el aditivo Sikalastic - 1K se comporta de manera eficiente presentando una resistencia al 100% frente al ataque de los cloruros hasta una concentración de 300 ppm donde no sufre ningún daño, cuando se encuentra expuesto a los sulfatos es capaz de soportar hasta 500 ppm sin ser afectado y cuando se encuentra con presencia de álcalis es capaz de resistir hasta 400 ppm sin sufrir ningún daño en su estructura. En conclusión, el Sikalastic - 1K es un aditivo resistente al ataque de agentes químicos como lo son los cloruros, sulfatos y álcalis ya que

las concentraciones que se encontraron en el análisis de las aguas residuales de la red colectora son menores de 200 ppm, teniendo la presencia de los álcalis con 0.16 ppm máximo, a los cloruros con 131 ppm y a los sulfatos con una concentración máxima de 189 ppm por lo cual se llegó a la conclusión que la hipótesis específica 2 que se abordó resultó válida.

6.1.4 Hipótesis Específica H3: Puenteo de Microfisuras

Tabla 26

Contrastación de hipótesis específica 3

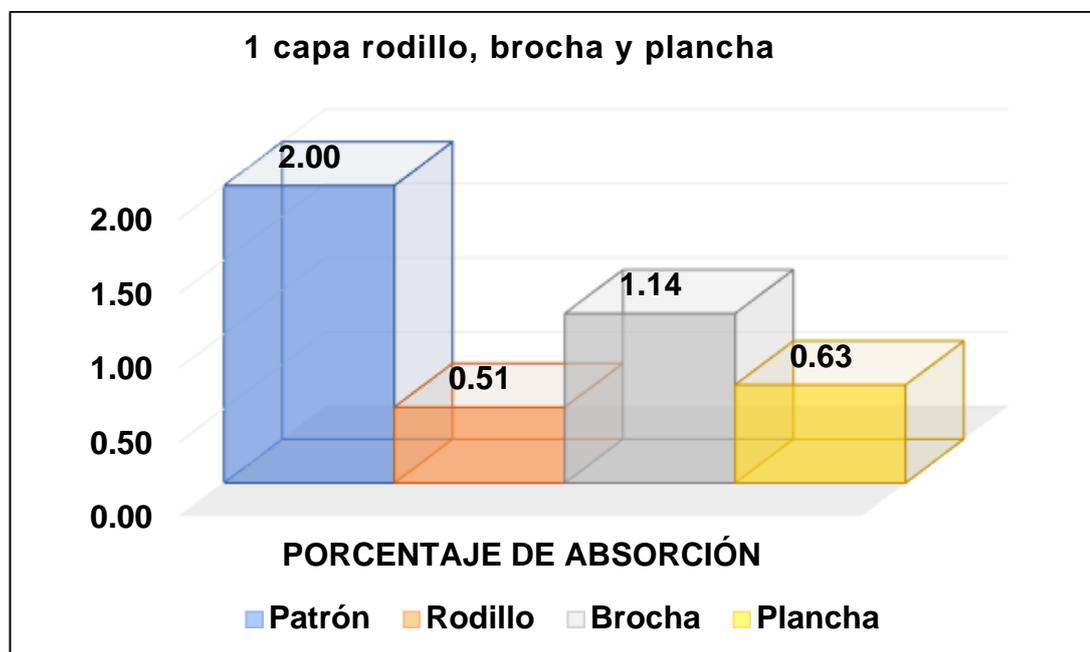
Hipótesis específicas	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
<p>H3: Con la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K se puentearán las microfisuras del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba y departamento Amazonas.</p>	<p>- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Ladrillos de concreto NTP 399.601.</p> <p>- Ensayo de absorción del concreto ASTM C642 y NTP 339.187.</p>	<p>En los ensayos de absorción a los testigos rectangulares se obtuvo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Testigos patrón, 2.00% <p>Y el porcentaje de absorción con la capa más óptima:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Testigos con 3 capas - rodillo: 0.33% - Testigos con 3 capas - brocha: 0.82% - Testigos con 3 capas - plancha: 0.41% <p>Posteriormente, con la aplicación de Sikalastic - 1K se logró puentear las microfisuras presentadas en el tanque Imhoff.</p>	<p>Se confirmó la hipótesis 3 ya que con la influencia del Sikalastic - 1K se logró puentear las microfisuras detectadas en el tanque Imhoff y reducir el porcentaje de absorción con el método de aplicación rodillo con 3 capas, con un 0.33%, el cual reduce en un 83.5% el porcentaje de absorción en comparación al concreto patrón que obtuvo un 2.00%.</p>

Nota: En la tabla se muestra la contrastación de hipótesis específica 3 donde se indican los métodos aplicados, resultados y observaciones.

Elaborado por: los autores

Figura 227

Comparación de porcentajes promedios obtenidos en testigos fisurados con 1 capa



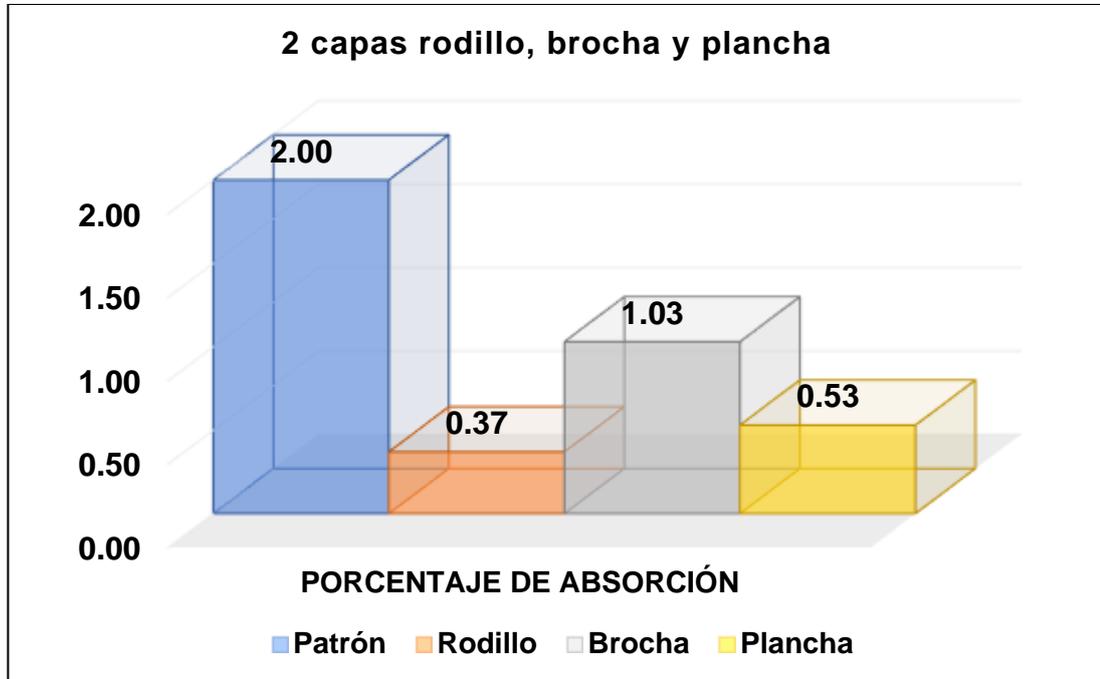
Nota: Esta figura muestra las cifras de resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la primera capa con los 3 métodos de aplicación del Sikalastic - 1K a los testigos fisurados.

Elaborado por: los autores

En la figura 227 se observa una comparación del porcentaje de absorción en testigos fisurados revestidos con una capa de Sikalastic – 1K con los diferentes métodos de aplicación, rodillo, brocha, plancha, y el concreto patrón 210 kg/cm². El método de aplicación con rodillo es el que obtiene el menor porcentaje de absorción con un 0.51%, en comparación con las otras aplicaciones que obtuvieron un 0.63% con plancha, 1.14% con brocha y un 2.00% el concreto sin ninguna aplicación.

Figura 228

Comparación de porcentajes promedios obtenidos en testigos fisurados con 2 capas



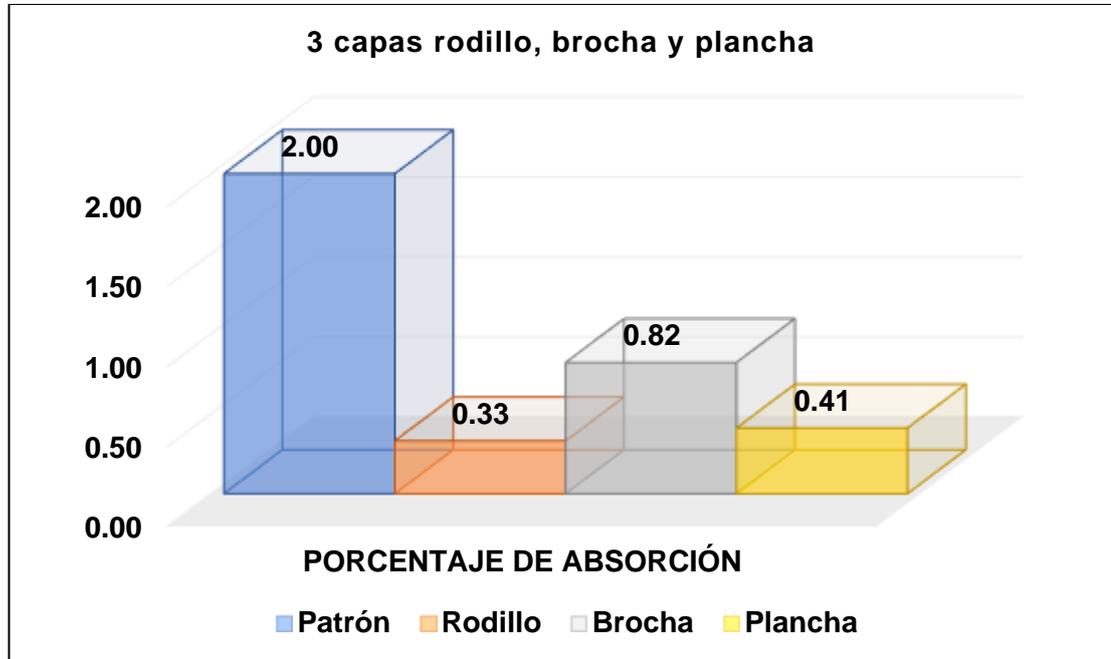
Nota: Esta figura muestra las cifras de resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la segunda capa con los 3 métodos de aplicación del Sikalastic - 1K a los testigos fisurados.

Elaborado por: los autores

En la figura 228 se visualiza una comparación del porcentaje de absorción en testigos fisurados revestidos con dos capas de Sikalastic – 1K con los diferentes métodos de aplicación, rodillo, brocha, plancha, y el concreto patrón 210 kg/cm². El método de aplicación con rodillo es el que obtiene el menor porcentaje de absorción con un 0.37 %, en comparación con las otras aplicaciones que obtuvieron un 0.53 % con plancha, 1.03% con brocha y un 2.00% el testigo patrón.

Figura 229

Comparación de porcentajes promedios obtenidos en testigos fisurados con 3 capas



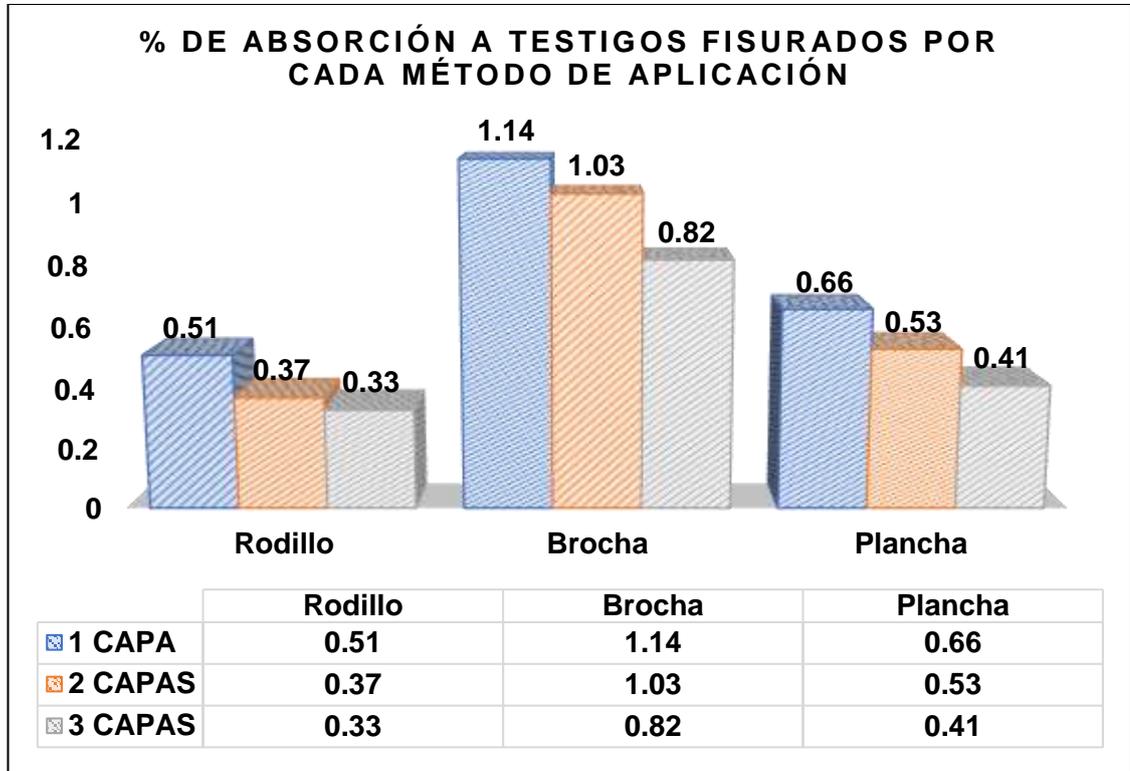
Nota: Esta figura muestra las cifras de resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la tercera capa con los 3 métodos de aplicación del Sikalastic - 1K a los testigos fisurados.

Elaborado por: los autores

En la figura 229 se observa una comparación del porcentaje de absorción en una capa con los diferentes métodos de aplicación, rodillo, brocha, plancha, y el concreto patrón 210 kg/cm². El método de aplicación con rodillo es el que obtiene el menor porcentaje de absorción con un 0.33 %, luego está la aplicación con plancha con un 0.41%, con brocha un 0.82% y un 2.00% del concreto patrón.

Figura 230

Comparación de porcentajes promedios de los diferentes métodos de aplicación con cada una de las capas



Nota: Esta figura presenta la comparación de las cifras de resultados del ensayo de absorción con la aplicación de la primera, segunda y tercera capa con los 3 métodos de aplicación del Sikalastic - 1K en los testigos fisurados.

Elaborado por: los autores

Se concluye parcialmente con la figura 230 que el método de aplicación que logró reducir el porcentaje de absorción en mayor proporción que los demás es la aplicación con rodillo con 3 capas, con un 0.33%, el cual reduce en un 83.5% el porcentaje de absorción en comparación al concreto patrón que obtuvo un 2.00%.

6.1.4.1 Pruebas de Estanqueidad

a) Primera Prueba de Estanqueidad

Para la verificación del puenteo de microfisuras se realizaron 2 pruebas de estanqueidad a la estructura post aplicación del aditivo con rodillo en 3 capas. En la primera se realizó una inspección ocular donde se verifica la no

presencia de filtraciones en las paredes del tanque de tratamiento de aguas residuales como se puede apreciar en la figura 231.

Figura 231

Paredes exteriores de la estructura del tanque Imhoff sin filtraciones de agua



Nota: Esta figura presenta la verificación de la prueba de estanqueidad en presencia de la supervisión, residente de obra donde se verifico mediante una inspección ocular la no presencia de filtraciones de agua.

Elaborado por: los autores

b) Segunda Prueba de Estanqueidad

Para reafirmar el puenteo de microfisuras y la funcionalidad del tanque Imhoff se realizó la segunda prueba de estanqueidad a 30 días de haber realizado la primera. En esta prueba hidráulica se ejecutó una inspección de medición en el cual se obtuvo como primera medición 70cm desde el nivel del agua como se visualiza en la figura 232. Después de 48 horas se obtuvo la segunda medición la cual terminó en 70.2cm, es decir, hubo una diferencia de 2mm por la saturación de los muros como se puede apreciar en la figura 233.

Figura 232

Primera medición del nivel de agua, resultado= 70cm



Nota: Se exhibe la primera lectura, 70 cm.

Elaborado por: los autores

Figura 233

Segunda medición del nivel de agua, resultado= 70.2cm



Nota: Luego de 48 horas de estancamiento del agua, se exhibe la segunda lectura, 70.2 cm.

Elaborado por: los autores

El método de aplicación que logró reducir el porcentaje de absorción de los testigos fisurados en mayor proporción que los demás es la aplicación con rodillo con 3 capas, con un 0.33%, el cual reduce en un 83.5% el porcentaje de absorción en comparación al concreto patrón que obtuvo un 2.00%. Luego de realizar los ensayos de laboratorio y obtener el método y número de capa más óptima, se aplicó el revestimiento superficial con rodillo en 3 capas a la estructura del tanque de la planta de tratamiento de aguas residuales realizando 2 pruebas de estanqueidad para la verificación del puenteo de microfisuras llegando a la conclusión que la hipótesis específica 3 que se planteó resultó válida.

6.2. Discusión de los Antecedentes

6.2.1 Discusión de Antecedentes Internacionales

Tabla 27

Discusión de antecedente internacional

Antecedente Internacional	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
Gupta, R. & Gupta, R. & Biparva, A. (2017). ¿Los aditivos de impermeabilización cristalina afectan al comportamiento de retracción plástica restringida del concreto permeable? (México)	Fisuras por retracción plástica y uso de aditivos reductores de fisuras	Obtuvieron reducciones del ancho de las fisuras de 0.5mm (concreto patrón hasta 0.22mm (aditivo K)	Los resultados coinciden en parte con los obtenidos en el estudio ya que se logró puentear por completo las microfisuras presentadas en la estructura del tanque Imhoff y reducir el % de absorción a los testigos ensayados

Nota: En la tabla se muestra la discusión de los antecedentes internacionales donde se indican los métodos aplicados, resultados y observaciones.

Elaborado por: los autores

Tabla 28*Discusión de antecedente internacional*

Antecedentes Internacional	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
Kmick, R., Gazolla, M., Da Silva Junior, R., Capraro, A. & Moreira, K. (01 de 01 de 2021). Análise comparativa da eficácia e eficiência de três sistemas de impermeabilização. (Brasil)	Prueba de estanqueidad y Absorción capilar	En la prueba de estanqueidad no hubo diferencia notoria en sus 4 losas. En la absorción fue más eficiente el uso de resina termoplástica el cual redujo el porcentaje a 1,05% y el resto en promedio de 2,34%	Los resultados coinciden con los obtenidos en la investigación, donde hubo una pequeña diferencia de 2mm entre la primera y segunda prueba de estanqueidad. Se logró reducir el porcentaje de absorción en un 88.5% para el concreto y para el concreto con fisura en un 83.5%

Nota: En la tabla se muestra la discusión de los antecedentes internacionales donde se indican los métodos aplicados, resultados y observaciones.

Elaborado por: los autores

6.2.2 Discusión de Antecedentes Nacionales

Tabla 29*Discusión de antecedente nacional*

Antecedentes Nacional	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
Pino Chambilla, A. (2018). Evaluación de aditivos impermeabilizantes para la eficiencia del concreto en estructuras hidráulicas del distrito Curibaya – Candarave – Tacna, 2018. (Perú)	Ensayo de absorción, ensayo de compresión, penetración de agua a presión	Se logró una optimización de un 24%, reduciendo la penetración del agua en el concreto en 28 mm teniendo como referencia el patrón con una penetración de 37mm, siendo el Sika 1 y el Chema Líquido los de mejores resultados.	Los resultados concuerdan con los obtenidos en esta tesis, donde se redujo hasta en un 83.5 y 88.5% el porcentaje de absorción en testigos fisurados y normales respectivamente.

Nota: En la tabla se muestra la discusión de los antecedentes nacionales donde se indican los métodos aplicados, resultados y observaciones.

Elaborado por: los autores

Tabla 30*Discusión de antecedente nacional*

Antecedentes Nacional	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
Barreda, W. & Cahuata, F. (2018). Evaluación de la permeabilidad del concreto utilizando aditivos impermeabilizantes por cristalización aplicado a estructuras hidráulicas de concreto armado. (Perú)	Ensayo de absorción del concreto endurecido	Los resultados obtenidos en los estudios optimizaron un 50 % el porcentaje de absorción, mejorando las propiedades físicas del concreto.	Los resultados concuerdan con los obtenidos en este proyecto, donde se redujo hasta en un 88.5% el porcentaje de absorción impermeabilizando la estructura del tanque Imhoff.

Nota: En la tabla se muestra la discusión de los antecedentes nacionales donde se indican los métodos aplicados, resultados y observaciones.

Elaborado por: los autores

CONCLUSIONES

- 1- La aplicación superficial de 3 capas del aditivo Sikalastic – 1K en la estructura del tanque de tratamiento de aguas residuales impermeabilizó por completo sus paredes y solucionó el problema de filtraciones encontradas en todo el perímetro de la estructura, garantizando la funcionalidad de la planta de tratamiento de aguas residuales del caserío Laurel y extendiendo la vida útil de la estructura del tanque Imhoff.
- 2- La absorción del concreto se redujo considerablemente en un 88.5% aplicando Sikalastic – 1K con rodillo en 3 capas. El método de aplicación con rodillo en 3 capas fue la más óptima obteniendo un 0.23% de absorción, teniendo en cuenta que el concreto patrón alcanzó un 2.00%, esto quiere decir que el revestimiento con el aditivo influyó en la reducción del porcentaje de absorción del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.
- 3- La resistencia del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ante el ataque de los álcalis, cloruros y sulfatos fue eficiente con el revestimiento superficial de Sikalastic – 1K con rodillo en 3 capas ya que influyó logrando soportar hasta 300 PPM sin presentar cambios físicos. Se realizaron los ensayos químicos siguiendo la metodología ASTM D512 para los cloruros, ASTM D516 para los sulfatos y ASTM C289 para los álcalis. Se concluye que el Sikalastic - 1K presenta gran resistencia a los álcalis hasta las 400 ppm, a los cloruros hasta 300 ppm y a los sulfatos hasta 500 ppm, estos

resultados demuestran que el aditivo Sikalastic - 1K resiste al 100% el ataque de estos químicos teniendo en cuenta que en el análisis del agua residual estos químicos no sobrepasan las 200 ppm, esto demuestra la efectividad del aditivo.

- 4- En el puenteo de microfisuras, con la aplicación de Sikalastic - 1K con rodillo en 3 capas influye positivamente en la absorción del concreto, alcanzando un porcentaje de 0.33%, reduciendo hasta un 83.5% el porcentaje de absorción de los testigos fisurados con referencia al concreto patrón que obtuvo un 2.00% y sellando las filtraciones presentadas en el tanque Imhoff.

RECOMENDACIONES

- 1- Para la aplicación del aditivo Sikalastic 1k se debe tener en cuenta el tipo y el estado de conservación de la superficie a tratar, ya que de este dependerá cuál de los tres métodos de aplicación se empleará, ya sea con rodillo, brocha o plancha. Si se tiene una superficie totalmente plana y sin irregularidades se recomienda utilizar la aplicación con plancha y si se tiene una superficie irregular las aplicaciones recomendadas a utilizar será con rodillo o brocha.
- 2- Promover la supervisión continuamente en las obras de saneamiento de agua y alcantarillado por las municipalidades o entidades fiscalizadoras donde se está ejecutando la obra para minimizar fallas en procesos constructivos y garantizar el correcto funcionamiento de todo el proyecto en su conjunto para evitar la problemática que se presentó en este proyecto.
- 3- Realizar la ejecución de estructuras hidráulicas con personal capacitado y con las mejores condiciones posibles, siguiendo las especificaciones técnicas al detalle para evitar que las estructuras sufran problemas de filtraciones.
- 4- Incluir al aditivo Sikalastic – 1K en futuros expedientes técnicos como solución de filtraciones de agua en estructuras hidráulicas de gran

importancia que estén sometidas a presiones positivas y presiones negativas.

- 5- Considerar la dosificación del aditivo según su método de aplicación para que este se comporte de manera más óptima como impermeabilizante y considerar las precauciones del caso ante algún evento climatológico o variaciones de temperaturas.
- 6- Fomentar la utilización del aditivo como protección superficial en ambientes que presenten alto contenido de álcalis, cloruros o sulfatos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aceros Arequipa (2018). Los tipos de concreto y sus usos. <https://www.construyendoseguro.com/los-tipos-de-concreto-y-sus-usos/>
- Álvarez, A. & Vargas, H. (2020). Diseño hidráulico y sanitario de una planta de tratamiento de agua potable en la finca Avícola Buena Vista (Cáqueza-Cundinamarca). (Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería. Bogotá: Colombia). <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35878/VargasRubianoHeidyTatiana2020.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Banco Mundial. (19 de 03 de 2020). Aguas residuales. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank#:~:text=Una%20planta%20de%20tratamiento%20de,un%20productor%20local%20de%20compost>
- Barreda, W. & Cahuata, F. (2018). Evaluación de la permeabilidad del concreto utilizando aditivos impermeabilizantes por cristalización aplicado a estructuras hidráulicas de concreto armado (tesis de pregrado). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería Civil, Arequipa, Perú. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7051>

- Benites, P. & Moreno, M. (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 (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14116>
- CEMEX (19 de 06 de 2019). Hablando de Cementos Portland.
<https://www.cemex.com.pe/-/hablando-de-cementos-portland>
- Chema (s.f). Chema, calidad que construye. Producto: Chema Clean Multi Uso. <http://www.chema.com.pe/hogar/limpieza/chema-clean-multi-uso.html>
- Chema (s.f). Chema, calidad que construye. Producto: CHEMAFLEX.
<http://www.chema.com.pe/ferreteria/reparacion/chemaflex.html>
- Consejo de ministros (2022). Decreto Supremo N° 035-2022-PCM. Declaración del Estado de Emergencia en la Red Vial Nacional.
<https://twitter.com/pcmperu/status/1512581057245335552?cxt=HHwWgMC-saSd4v0pAAAA>
- Del Rosal, Juan (17 de 02 de 2020). Hormigón especial. Álcalis en el cemento y sus efectos en el concreto.
<https://www.hormigonespecial.com/blog/?p=387#:~:text=%C3%81LCALIS%20EN%20EL%20CEMENTO%20Y%20SUS%20EFECTOS%20EN%20EL%20CONCRETO,-Posted%20on%2017&text=Algunas%20son%20ben%C3%A9ficas%20porque%20contribuyen,capaces%20de%20fracturar%20el%20concreto>
- Farias de Marquez, B. (12 de 09 de 2016). IAguA. Conocimientos básicos sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Módulo I).
<https://www.IAguA.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-modulo-i>
- Farias de Marquez, B. (19 de 09 de 2016). IAguA. Conocimientos básicos sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Módulo II).
<https://www.IAguA.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-modulo-ii>
- Farias de Marquez, B. (26 de 09 de 2016). IAguA. Conocimientos básicos sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Módulo III).

<https://www.lagua.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-modulo-iii>

Fernandes de Sousa, A. (2018). Análise da resistência do concreto após aplicação de aditivos impermeabilizantes (tesis de pregrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Construção, Curitiba, Brasil.
<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24783>

Fibras y normas Colombia. (08 de 11 de 2017). Aguas residuales.
<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/tipos-tratamiento-aguas-residuales/#Tratamiento-primario-de-aguas-residuales>

Fondo de Prevención y Atención de Emergencias & Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. FOPAE & AIS (2011). Guía de Patologías Constructivas, Estructurales y no Estructurales.
<http://67.210.244.245/pt/repositorio/documento/34.html>

GEOSEISMIC (01 de 12 de 2017). Propiedades del concreto.
<http://67.210.244.245/pt/repositorio/documento/34.html>

Gestión. (18 de 02 de 2016). Gestión Perú.
<https://gestion.pe/economia/sunass-204-plantas-tratamiento-aguas-residuales-cumple-normativas-112050-noticia/>

Gupta, R. & Gupta, R. & Biparva, A. (2017). ¿Los aditivos de impermeabilización cristalina afectan al comportamiento de retracción plástica restringida del concreto permeable? Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, ALCONPAT, vol 7, pag 15 - 24, México.
<https://doi.org/10.21041/ra.v7i1.172>

Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (diciembre de 2016). Anuario de Estadísticas Ambientales del Perú.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1760/libro.pdf

Knick, R., Gazolla, M., Da Silva Junior, R., Capraro, A. & Moreira, K. (01 de 01 de 2021). Análise comparativa da eficácia e eficiência de três sistemas de impermeabilização. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de

- la Construcción, ALCONPAT, vol 11, Brasil.
<https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/509>
- Lopez, P. (21 de 01 de 2018). Impermeabilización del concreto.
<https://impermeabilizaciondelconcreto.wordpress.com/2018/01/21/tipos-de-aditivos-para-impermeabilizar-concreto/>
- Lopez, P. & Fachelli, S. (02 de 2015). Depósito Digital de Documentos de la Universidad Autónoma de Barcelona. Metodología de la investigación cuantitativa.
https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocqua_cap2-4a2017.pdf
- Minaya Ingunza, H. (2021). Análisis comparativo de la permeabilidad del concreto incorporando aditivos impermeabilizantes cristalizantes frente a aditivos impermeabilizantes hidrofóbicos en reservorios, Huánuco, 2019 (tesis de pregrado). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú.
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6807>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. MVCS. (04 de Noviembre de 2021). Plataforma digital única del Estado Peruano.
<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Neyra, J. & Santos, R. (2018). Análisis comparativo del grado de permeabilidad y resistencia a los sulfatos entre concretos convencionales y un concreto impermeable (tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa María, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente, Arequipa, Perú.
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7681>
- Organización de Evaluación y Fiscalización de Ambiental. OEFA. (2014). Fiscalización Ambiental de Aguas Residuales.
https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=9369
- Paredes, R. (26 de 11 de 2012). Agua & Medio Ambiente. <http://agua-medioambiente.blogspot.com/2012/11/tanques-primarios-de-sedimentacion.html>
- Pino Chambilla, A. (2018). Evaluación de aditivos impermeabilizantes para la eficiencia del concreto en estructuras hidráulicas del distrito Curibaya –

- Candarave – Tacna, 2018 (tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Moquegua, Perú.
<http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/553>
- Pire, C. (05 de 12 de 2019). La contaminación. Las aguas residuales: tipos y características. <https://lacontaminacion.org/aguas-residuales/>
- Tecno Blog San Martin (24 de 01 de 2013). Propiedades de los materiales de construcción.
<https://tecnoblogsanmartin.wordpress.com/2013/01/24/2-propiedades-de-los-materiales-de-construccion/>
- Rego Ferreira, W. (2020). Investigaçãõ das propriedades mecânicas / impermeabilizantes de concreto obtido do cimento portland CP II-F-32 através da adiçãõ de biodiesel e seu derivado de hidrólise ácido linoleico (tesis de pregrado). Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.
<http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ArqEng/article/view/8459>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. MVCS. (04 de 11 de 2021). Plataforma digital única del Estado Peruano. Reglamento Nacional de Eificaciones. RNE.
<https://tecnoblogsanmartin.wordpress.com/2013/01/24/2-propiedades-de-los-materiales-de-construccion/>
- Salas, J. (16 de 11 de 2020). iAgua. El modesto tanque Imhoff: Fundamentos y Diseño. <https://www.lAgua.es/blogs/juan-jose-salas/modesto-tanque-imhoff-fundamentos-y-diseno>
- Sheila, C. (2017). CivilGeek. Prueba de resistencia a la compresión del concreto. <https://civilgeeks.com/2017/08/24/prueba-resistencia-la-compresion-del-concreto>
- Sika Perú. (2013). Sika. Informaciones Técnicas de Aditivos para Concreto, una visión actual.
https://per.sika.com/content/dam/dms/pe01/4/Aditivos%20para%20Concreto_Brochure.pdf
- Sika Perú. (05 de 2019). Sikalastic – 1K.
https://per.sika.com/content/dam/dms/pe01/p/sikalastic_-1k.pdf

- Sistema Nacional de Información Ambiental. SINIA. (2017). Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales. <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39054>
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. SUNASS. (Septiembre de 2015). Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las Entidades Prestadoras de Servicio de Saneamiento. <https://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf>
- Umirri Flores, D. (06 de 08 de 2019). Cementos Yura. Los aditivos para el concreto. <https://www.yura.com.pe/blog/los-aditivos-para-el-concreto/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. UNESCO. (2017). UNESDOC Biblioteca Digital. Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas 2017: Las aguas residuales: el recurso desaprovechado, resumen ejecutivo. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247552_spa
- Vilela, P., Teixeira, G &, Campos, F. (2021). Efeitos do uso de aditivos cristalizantes na reação álcali-agregado e na absorção de argamasas. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, ALCONPAT, vol 11, pag 1 - 17, Brasil. <https://doi.org/10.21041/ra.v11i1.461>
- Asociación Colombia de Productos de Concreto. ASOCRETO (2020). 360 en Concreto. 5 acciones químicas que afectan al concreto. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/5-acciones-quimicas-que-deterioran-el-concreto-1>
- Zambrano, Karina (2020). 360 en Concreto. Componentes del concreto. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoria/normatividad/191como-elegir-concreto-para-piscinas-y-tanques-de-agua>

Chris Ríos Lichtenstein. (2021, 15 de marzo). Ensayo de resistencia a la Flexotracción. (Video). YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=qLINMTKejWg>

Lorena Marcela Rico Pianeta. (2020, 25 de abril). Resistencia a la Flexión del Concreto Usando una Viga Simplemente Apoyada. (Video). YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=EQd7sAoe1qk>

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Matriz de Consistencia	255
Anexo 2: Protocolo de Prueba Hidráulica 01	256
Anexo 3: Protocolo de Prueba Hidráulica 02	257
Anexo 4: Encuestas a Expertos	258

Anexo 1: Matriz de Consistencia

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

APLICACIÓN DE SIKALASTIC-1K PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADO EN EL CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	DISEÑO
¿Cuál será la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en la impermeabilización del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas?	Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en la impermeabilización del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.	La aplicación de Sikalastic - 1K logró impermeabilizar el tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.	APLICACIÓN DE SIKALASTIC - 1K	Porcentaje de adición del aditivo	Características	TIPO DE INVESTIGACIÓN
					Dosificación	Cuantitativo
				Absorción capilar	Impermeabilidad del aditivo	NIVEL DE INVESTIGACIÓN
					Porcentaje de absorción	Aplicativo
Capacidad de puenteo de micro fisuras					Cantidad de vacíos	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
					Elasticidad	Experimental-correlacional
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	MUESTRA		
¿Cómo influye la aplicación de Sikalastic - 1K en la absorción del concreto $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas?	Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en la absorción del concreto $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.	Con la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K se reducirá la absorción del concreto $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.	IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Absorción del concreto	Ensayo de absorción del concreto. ASTM C642. NTP 339.187.	Tanque IMHOFF - PTAR con un dimensionamiento de 4.20 m x 4.60 m con una capacidad de 87.5 m ³ ubicado en el Caserío Laurel con una población aproximada de 636 habitantes, distrito de Jamalca, Utcubamba, Amazonas.
¿De qué manera influirá la aplicación de Sikalastic - 1K en la resistencia a los ataques de álcalis, cloruros y sulfatos en el concreto $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas?	Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en la resistencia a los ataques de álcalis, cloruros y sulfatos en el concreto $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.	Con la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K se resistirá al ataque de los álcalis, cloruros y sulfatos en el concreto $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.		Resistencia al ataque de los Álcalis, Cloruros y Sulfatos	Ensayo para reactividad Alkali - Silice de los agregados. ASTM C289.	INSTRUMENTOS
					Método de prueba para el Ion Cloruro en agua. ASTM D512.	1- Ensayo de Absorción. 2- Ensayo de resistencia a los álcalis, cloruros y sulfatos. 3- Prueba de Estandariedad.
¿Cuál será la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en el puenteo de micro fisuras del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas?	Determinar la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K en el puenteo de micro fisuras del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.	Con la influencia de la aplicación de Sikalastic - 1K se puentearán las micro fisuras del tanque de tratamiento de aguas residuales ubicado en el caserío Laurel, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.		Puenteo de micro fisuras	Ensayo de absorción del concreto. ASTM C642. NTP 339.187.	PROCEDIMIENTO
					Prueba de estanqueidad al tanque IMHOFF	

Anexo 2: Protocolo de prueba hidráulica 01

CONSORCIO SANEAMIENTO SAUCE		Obra CREACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LOS CASERIOS EL SAUCE, SAN LORENZO, LA PALMA, EL LAUREL, RAMÓN CASTILLA, VISTA ALEGRE, LA FLOR, ANGAMOS, PURURCO Y SECTORES, DISTRITO DE JAMALCA - UTCUBAMBA - AMAZONAS			VERSION 01				
		REGISTRO DE PRUEBA DE ESTANQUEIDAD EN ESTRUCTURAS HIDRAULICAS							
Revisión	1	Fecha	20/04/2022	N° Registro	FL N° 1	Páginas: 1 de 1			
Cliente:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JAMALCA				Fecha Inicio:	18-04-22			
Estructura:	TANQUE IMHOFF				Fecha Término:	20-04-22			
Ubicación / Tramo:	LAUREL								
Plano de referencia:	ESTRUCTURAS - PTAR								
1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA HIDRAULICA									
Sedimentador	<input type="checkbox"/>	Filtro Lento	<input type="checkbox"/>	Reservorio	<input type="checkbox"/>				
Tanque Imhoff	<input checked="" type="checkbox"/>	Filtro Biologica	<input type="checkbox"/>	Sedimentador Secund	<input type="checkbox"/>	PH			
2. DATOS DE PRUEBA									
Circuito / Tramo / Progresiva:	TANQUE IMHOFF								
Tiempo de prueba:	48 horas								
Volumen de agua suministrado	87.5 m ³								
Por Nave									
Item	Descripcion	Evaluación			Observaciones				
a)	Verificación de dimensiones de acuerdo a planos	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>					
b)	Salidas de tuberías debidamente taponeadas	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>					
c)	Bumideros, ventanas debidamente hermetizados	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input checked="" type="checkbox"/>					
d)	La estructura se encuentra tajeada e impermeabilizada	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>					
e)	Se han marcado niveles de referencia	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	0.85 m DEL BORDE SUPERIOR				
4. CONDICIONES DE PRUEBA									
N° Ensayo	Condición Inicial			Condición Final			Resultados		
	Fecha	Hora (hh:mm:ss)	Nivel de agua (m)	Fecha	Hora (hh:mm:ss)	Nivel de agua (m)	Δ Nivel Agua (mm)	Conforme	No Conforme
1	18-04-22	17:00	0.85	20-04-22	17:00	0.85	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	
2									
3									
4									
5									
5. DIAGRAMA / CROQUIS									
6. RESULTADOS FINALES									
RESIDENTE	<input checked="" type="checkbox"/>	PASA LA PRUEBA	<input type="checkbox"/>	NO PASA LA PRUEBA					
SUPERVISOR	<input checked="" type="checkbox"/>	PASA LA PRUEBA	<input type="checkbox"/>	NO PASA LA PRUEBA					
7. COMENTARIOS / OBSERVACIONES									
8. APROBACIONES									
 ING. RESIDENTE			 SUPERVISOR						

Anexo 3: Protocolo de prueba hidráulica 02

CONSORCIO SANEAMIENTO SAUCE	Obra: CREACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LOS CASI/RIGS FL SAUCE, SAN LORENZO, LA PALMA, EL LAUREL, RAMON CASTILLA, VISTA ALEGRE, LA FLOR, ANGAMOS, PURUROD Y SECTORES, DISTRITO DE JAMALCA - LUTOJBAMBA - AMAZONAS*			VERSION 01					
	REGISTRO DE PRUEBA DE ESTANQUEIDAD EN ESTRUCTURAS HIDRAULICAS								
Revisión: 2	Fecha: 22/05/2022	N° Registro: FL N° 2	Páginas: 1 de 1						
Cliente:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JAMALCA			Fecha inicio: 20-05-22					
Estructura:	TANQUE IMHOFF			Fecha término: 22-05-22					
Ubicación / Tramo:	LAUREL								
Plano de referencia:	ESTRUCTURAS - PTAR								
1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA HIDRAULICA									
Sedimentador	<input type="checkbox"/>	Filtro Lento	<input type="checkbox"/>	Reservorio	<input type="checkbox"/>				
Tanque Imhoff	<input checked="" type="checkbox"/>	Filtro Biológico	<input type="checkbox"/>	Sedimentador Secundario	<input type="checkbox"/>				
P-H									
2. DATOS DE PRUEBA									
Circuito / Tramo / Progresiva:	TANQUE IMHOFF								
Tiempo de prueba:	43 horas								
Volumen de agua suministrado	87.5 m ³								
Por Nave									
Item	Descripción	Evaluación			Observaciones				
a)	Verificación de dimensiones de acuerdo a planos	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>					
b)	Salidas de tuberías debidamente taponeadas	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>					
c)	Sumideros, ventanas debidamente herméticos	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input checked="" type="checkbox"/>					
d)	La estructura se encuentra impermeabilizada	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>					
e)	Se han marcado niveles de referencia	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	0.70 m DEL BORDE SUPERIOR				
4. CONDICIONES DE PRUEBA									
N° Ensayo	Condición Inicial			Condición Final			Resultados		
	Fecha	Hora (hh:mm)	Nivel de agua (m)	Fecha	Hora (hh:mm)	Nivel de agua (m)	Δ Nivel Agua (mm)	Conforme	No Conforme
1	20-05-22	14:30	0.70	22-05-22	14:30	0.702	0.002	X	
2									
3									
4									
5									
5. DIAGRAMA / CROQUIS									
6. RESULTADOS FINALES									
RESIDENTE	<input checked="" type="checkbox"/>	PASA LA PRUEBA	<input type="checkbox"/>	NO PASA LA PRUEBA					
SUPERVISOR	<input checked="" type="checkbox"/>	PASA LA PRUEBA	<input type="checkbox"/>	NO PASA LA PRUEBA					
7. COMENTARIOS / OBSERVACIONES									
8. APROBACIONES									
 ING. RESIDENTE		 SUPERVISOR							

Anexo 4: Encuestas a expertos

 USMP SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ENCUESTA Nº01	
ENCUESTA DE EXPERTOS SOBRE TEMA DE TESIS ENFOCADA A LA APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR FILTRACIONES.	
TESIS	APLICACIÓN DEL SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2022.
PRESENTADO POR:	LAZARO ESCLANTE, ALEXIS ALBERTO CHAVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO
ENCUESTADO:	HECTOR ARANA DIAZ
CIP:	43054
NACIONALIDAD:	PERUANA
ESPECIALIDAD:	ING. CIVIL ESP. AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
GRADO DE FORMACIÓN:	5º SUPERIOR
TIEMPO DE ACTIVIDAD:	35 AÑOS
I. SOBRE EL TÍTULO	
1.¿QUE PROPUESTA SUGIERE PARA MEJORAR EL TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN?	
USO DE ADITIVO SIKALASTIC 1K COMO ALTERNATIVA PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS DE FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF DE LA PTAR LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO AMAZONAS.	
2.¿Cual es la importancia de la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamaka, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
EL SIKALASTIC 1K ES UN ADITIVO ESPECIALMENTE FABRICADO PARA SELLAR FILTRACIONES A NIVEL DE MICROPOROS EN TANQUES DE CONCRETO, PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA	
3.¿Qué objetivos se podrían plantear en esta investigación?	
COMPROBAR LA EFICIENCIA DE ESTE ADITIVO PARA SOLUCIONAR FILTRACIONES DE AGUA.	
4.¿Qué aspectos se deben tener en cuenta en el estudio para la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
EVALUAR LAS POSIBLES CAUSAS QUE ORIGINAN LAS FILTRACIONES ANTES DE LA APLICACION DEL SIKALASTIC 1K, SE DEBE REPARAR LA ZONA AFECTADA LA SUPERFICIE A TRATAR DEBE ESTAR LIMPIA. DEBER NEECSARIO UTILIZAR OTROS ADITIVOS APLICAR EL SIKASTIC 1K SIGUIENDO LAS INDICACIONES DEL FABRICANTE/MANUAL DE OTRA CALIFICADA	
5.¿Cuáles serían los beneficios o aportes que se espera de esta investigación?	
COMPROBAR LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKALASTIC 1K, COMO UNA ALTERNATIVA PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS DE FILTRACIONES EN TANQUES DE CONCRETO, QUE ALMACENEN AGUA.	
CONSORCIO SANEAMIENTO SAUCL  Ing. HECTOR ARANA DIAZ ESP. SANITARIO CIP: 43054	

Anexo 4: Encuestas a expertos

ENCUESTA N°01	
ENCUESTA DE EXPERTOS SOBRE TEMA DE TESIS ENFOCADA A LA APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR FILTRACIONES.	
TESIS:	APLICACIÓN DEL SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CASERIO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2022.
PRESENTADO POR:	LAZARO ESCLANTE, ALEXIS ALBERTO CHAVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO
ENCUESTADO:	OSCAR SEGUNDO TORRES ALABRIN
CIP:	40672
NACIONALIDAD:	PERUANO
ESPECIALIDAD:	INGENIERIA CIVIL
GRADO DE FORMACIÓN:	SUPERIOR/TITULADO ING° CIVIL
TIEMPO DE ACTIVIDAD:	25 AÑOS
I. SOBRE EL TÍTULO	
1. ¿QUE PROPUESTA SUGIERE PARA MEJORAR EL TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN?	
Prácticas previas y/o prácticas pre-profesionales, para la obtención del título de la Investigación.	
2. ¿Cual es la importancia de la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserio Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
La importancia que da la seguridad, que su aplicación reforzará y evitará filtración(s) a estructura de tanque Imhoff, en contacto permanente y de almacenamiento de agua.	
3. ¿Qué objetivos se podrían plantear en esta investigación?	
Objetivos: Lograr un concreto que asegure la superestabilización y evitar filtraciones de la estructura a construir (T.I.), teniendo en cuenta que las juntas contemplan permanente contacto y almacenamiento de aguas residuales.	
4. ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta en el estudio para la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserio Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
Tener en cuenta los siguientes aspectos: - Clima - Calidad y control de los agregados de la zona, a construir. - Dosis adecuada apropiada en el momento de vaciados del concreto.	
5. ¿Cuáles serían los beneficios o aportes que se espera de esta investigación?	
Los beneficios y aportes serían: - Lograr estructuras de calidad. - Seguridad y conformidad a todo diseño de vigas. - Economía, teniendo seguridad en aplicación apropiada oportuna de dicho aditivo, al concreto del Tanque Imhoff.	

CONSORCIO SANIFICAMIENTO SALICE
 ING. OSCAR SEGUNDO TORRES ALABRIN
 RESIDENTE
 C.I.P. N° 40672

Anexo 4: Encuestas a expertos



USMP
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ENCUESTA N°01	
ENCUESTA DE EXPERTOS SOBRE TEMA DE TESIS ENFOCADA A LA APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR FILTRACIONES.	
TESIS	APLICACIÓN DEL SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2022.
PRESENTADO POR:	LAZARO ESCLANTE, ALEXIS ALBERTO CHAVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO
ENCUESTADO:	YUDITH RODRIGUEZ VASQUEZ
CIP:	267949
NACIONALIDAD:	PERUANA
ESPECIALIDAD:	INGENIERIA CIVIL
GRADO DE FORMACIÓN:	EDUCACION SUPERIOR
TIEMPO DE ACTIVIDAD:	5 AÑOS
I. SOBRE EL TÍTULO	
1. ¿QUE PROPUESTA SUGIERE PARA MEJORAR EL TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN?	
Que tenga variable independiente y dependiente. Asimismo su conector logico.	
2. ¿Cual es la importancia de la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
Su importancia es sellar filtraciones e impermeabilizar y proteger a las estructuras hidraulicas de concreto armado.	
3. ¿Qué objetivos se podrían plantear en esta Investigación?	
PROBLEMAS GENERAL	OBJETIVOS GENERAL
¿COMO EL SIKALASTIC 1K SOLUCIONARIA LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR?	¿SOLUCIONAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CON EL SIKALASTIC 1K ?
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS
¿CON EL PROCEDIMIENTO CORRECTO SE APLICARIA EL MORTERO SIKALASTIC 1K CON EL FIN DE SELLAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR?	APLICAR EL MORTERO SIKALASTIC 1K CON EL FIN DE SELLAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CON EL PROCEDIMIENTO CORRECTO
¿CON EL MORTERO SIKALASTIC 1K SE LOGRARIA SELLAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR?	LOGRAR SELLAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CON EL MORTERO SIKALASTIC 1K
¿CON LA EFECTIVIDAD DEL SIKALASTIC 1K SE LOGRARIA IMPERMEABILIZAR EL CONCRETO DEL TANQUE IMHOFF PTAR?	LOGRAR IMPERMEABILIZAR EL CONCRETO DEL TANQUE IMHOFF PTAR MEDIANTE EL PRODUCTO SIKALASTIC 1K YA QUE EFECTIVO
¿CON EL MORTERO SIKALASTIC 1K SE EVITARIA LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR?	EVITAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR MEDIANTE EL MORTERO SIKALASTIC 1K

ING. YUDITH RODRIGUEZ VASQUEZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N.° 267949

Anexo 4: Encuestas a expertos



USMP
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ENCUESTA N°01	
ENCUESTA DE EXPERTOS SOBRE TEMA DE TESIS ENFOCADA A LA APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR FILTRACIONES.	
TESIS	APLICACIÓN DEL SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF - PTAR, CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2022.
PRESENTADO POR:	LAZARO ESCLANTE, ALEXIS ALBERTO CHAVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO
ENCUESTADO:	MANUEL ROSAS GARCÍA
CIP:	120754
NACIONALIDAD:	PERUANA
ESPECIALIDAD:	ESPECIALISTA EN PRODUCCION Y CONTROL DE CALIDAD
GRADO DE FORMACIÓN:	INGENIERO CIVIL
TIEMPO DE ACTIVIDAD:	14 AÑOS
I. SOBRE EL TÍTULO	
1. ¿QUE PROPUESTA SUGIERE PARA MEJORAR EL TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN?	
COLOCAR, "COMPARACION EN DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SIKALASTIC PARA SOLUCIONAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2022"	
2. ¿Cual es la importancia de la Aplicación del Sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del Tanque IMHOFF - PTAR Caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
EVITAR FILTRACIONES, IMPERMEABILIZANDO LO INTERIOR CON LO EXTERIOR DE LAS PAREDES DE LA ESTRUCTURA.	
3. ¿Qué objetivos se podrían plantear en esta investigación?	
ENCONTRAR UNA CONCENTRACION ADECUADA QUE DÉ LOS MEJORES RESULTADOS EN LA IMPERMEABILIZACION DEL TANQUE IMHOFF. EVITAR LAS FILTRACIONES Y QUE ESTA SEA DURABLE. DETERMINAR LA ABSORCIÓN DEL CONCRETO DE LA ESTRUCTURA	
4. ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta en el estudio para la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
LA CONCENTRACION A UTILIZAR DEL SIKALASTIC, LA LIMPIEZA DE LA ESTRUCTURA ANTES DE LA COLOCACION DEL ADITIVO, LA HUMEDAD DE LAS PAREDES.	
5. ¿Cuáles serían los beneficios o aportes que se espera de esta investigación?	
PODER CONSIDERARLO DENTRO DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DE UN EXPEDIENTE, DANDO LA SOLUCIONES INMEDIATAS EN CASO DE TENER FILTRACIONES EN ESTRUCTURAS GRANDES QUE SE TRABAJA CON CONCRETO.	

Anexo 4: Encuestas a expertos



USMP
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ENCUESTA Nº01	
ENCUESTA DE EXPERTOS SOBRE TEMA DE TESIS ENFOCADA A LA APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR FILTRACIONES.	
TESIS	APLICACIÓN DEL SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2022.
PRESENTADO POR:	LAZARO ESCLANTE, ALEXIS ALBERTO CHAVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO
ENCUESTADO:	GUTIERREZ RODRIGUEZ, JORGE ALBERTO
CIP:	28469
NACIONALIDAD:	PERUANO
ESPECIALIDAD:	INGENIERO CIVIL
GRADO DE FORMACIÓN:	SUPERIOR
TIEMPO DE ACTIVIDAD:	6 AÑOS
I.SOBRE EL TÍTULO	
1.¿QUE PROPUESTA SUGIERE PARA MEJORAR EL TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN?	
APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKALASTIC 1K EN LA ESTRUCTURA DEL TANQUE IMHOFF CON LA FINALIDAD DE SELLAR LAS FILTRACIONES DETECTADAS	
2.¿Cual es la importancia de la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
- Extender el rango de vida útil de la estructura hidráulica, asimismo, sellar las filtraciones actuales	
3.¿Qué objetivos se podrían plantear en esta investigación?	
- Cubrir las filtraciones con el aditivo en mención para que el funcionamiento del tanque IMHOFF sea correcto	
4.¿Qué aspectos se deben tener en cuenta en el estudio para la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque Imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
- Verificar y analizar el proceso constructivo realizado; Presupuesto ; - Limpieza del tanque antes de la aplicación del aditivo; - La temperatura del clima en el lugar donde se aplicará el aditivo	
5.¿Cuáles serían los beneficios o aportes que se espera de esta investigación?	
- Beneficia a la población del Caserío Laurel con el correcto funcionamiento de la estructura hidráulica	

Anexo 4: Encuestas a expertos



USMP
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ENCUESTA Nº01	
ENCUESTA DE EXPERTOS SOBRE TEMA DE TESIS ENFOCADA A LA APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR FILTRACIONES.	
TESIS	APLICACIÓN DEL SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2022.
PRESENTADO POR:	LAZARO ESCLANTE, ALEXIS ALBERTO CHAVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO
ENCUESTADO:	SANTA CRUZ ODAR, JOSE LAUREANO
CIP:	260231
NACIONALIDAD:	PERUANO
ESPECIALIDAD:	INGENIERO CIVIL
GRADO DE FORMACIÓN:	SUPERIOR
TIEMPO DE ACTIVIDAD:	1 AÑO
I. SOBRE EL TÍTULO	
1. ¿QUE PROPUESTA SUGIERE PARA MEJORAR EL TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN?	
EL TITULO ME PARECE CORRECTO. TIENE AMBAS VARIABLES CON SU CONECTOR LÓGICO. AGREGARÍA EL TEMA DE LA CORRECTA FUNCIONALIDAD DEL TANQUE IMHOFF	
2. ¿Cual es la importancia de la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
- Mejorar el funcionamiento y la vida útil de la estructura hidráulica	
3. ¿Qué objetivos se podrían plantear en esta investigación?	
- Describir las causas que originaron que la estructura pueda fallar en su funcionamiento. ; - Elaborar un presupuesto que generaría la alternativa de solución Sikalastic 1k. ; - Determinar otras alternativas y el por qué Sikalastik 1 es la mejor opción.	
4. ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta en el estudio para la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
- El clima y la humedad	
5. ¿Cuáles serían los beneficios o aportes que se espera de esta investigación?	
- El beneficio principal cumple un rol social, ya que garantizará a la población el correcto funcionamiento en la vida útil de la estructura hidráulica.	

Anexo 4: Encuestas a expertos

ENCUESTA N°01	
ENCUESTA DE EXPERTOS SOBRE TEMA DE TESIS ENFOCADA A LA APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR FILTRACIONES.	
TESIS	APLICACIÓN DEL SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2022.
PRESENTADO POR:	LAZARO ESCLANTE, ALEXIS ALBERTO CHAVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO
ENCUESTADO:	Ramos Salazar Jean Pierre
CIP:	260171
NACIONALIDAD:	Peruana
ESPECIALIDAD:	Ing. Civil
GRADO DE FORMACIÓN:	Titulado
TIEMPO DE ACTIVIDAD:	1 año
1. SOBRE EL TÍTULO	
1. ¿QUE PROPUESTA SUGIERE PARA MEJORAR EL TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN?	
El título está bien desarrollado y plantea claramente la idea de la tesis.	
2. ¿Cual es la importancia de la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserio laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
Es de sellar las filtraciones encontradas y prevenir filtraciones futuras en el Tanque IMHOFF.	
3. ¿Qué objetivos se podrían plantear en esta investigación?	
Un objetivo clave sería determinar si la filtración fue totalmente sellada y que esta sea durable en el tiempo.	
4. ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta en el estudio para la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserio laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
Un aspecto clave sería el tiempo que te tomaría realizar la aplicación de Sikalastic 1K para solucionar el problema.	
5. ¿Cuáles serían los beneficios o aportes que se espera de esta investigación?	
Al sellar las filtraciones de tanque IMHOFF se solucionará la perdida de volúmenes de agua para el tratamiento primario de aguas residuales crudas.	

Anexo 4: Encuestas a expertos



USMP
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ENCUESTA N°01	
ENCUESTA DE EXPERTOS SOBRE TEMA DE TESIS ENFOCADA A LA APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR FILTRACIONES.	
TESIS	APLICACIÓN DEL SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2022.
PRESENTADO POR:	LAZARO ESCLANTE, ALEXIS ALBERTO CHAVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO
ENCUESTADO:	PAREDES DELGADO ROMULO PAUL
CIP:	227772
NACIONALIDAD:	PERUANO
ESPECIALIDAD:	INGENIERO CIVIL
GRADO DE FORMACIÓN:	SUPERIOR
TIEMPO DE ACTIVIDAD:	1 AÑO
I. SOBRE EL TÍTULO	
1. ¿QUE PROPUESTA SUGIERE PARA MEJORAR EL TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN?	
IMPERMEABILIZACION DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS APLICANDO EL ADITIVO SIKALASTIC 1K COMO ALTERNATIVA DE SOLUCION PARA LAS FILTRACIONES ORIGINADAS POR EL DEFICIENTE PROCESO CONSTRUCTIVO	
2. ¿Cuál es la importancia de la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
- La importancia de la aplicación del aditivo sikalastic 1, es garantizar la funcionabilidad del tanque imhoff, ya que al tratarse de una estructura hidráulica, recibirá en su interior las aguas residuales que provienen de la red colectora y así reducirá los futuros riesgos de falla que generalmente son ocasionadas por las filtraciones.	
3. ¿Qué objetivos se podrían plantear en esta investigación?	
- Describir las causas que originaron que la estructura pueda fallar en su funcionamiento. ; - Elaborar un presupuesto que generaría la alternativa de solución Sikalastic 1k. ; - Determinar otras alternativas y el por qué Sikalastik 1 es la mejor opción.	
4. ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta en el estudio para la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
- Diagnostico de la falla de la estructura. ; - Alternativas de solución ; - Analisis del proceso constructivo ; Presupuesto ; - Calendario Programado para la intervención. ; - Charlas sociales	
5. ¿Cuáles serían los beneficios o aportes que se espera de esta investigación?	
- El beneficio principal cumple un rol social, ya que garantizará a la población el correcto funcionamiento en la vida útil de la estructura hidráulica.	

Anexo 4: Encuestas a expertos

ENCUESTA N°01	
ENCUESTA DE EXPERTOS SOBRE TEMA DE TESIS ENFOCADA A LA APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR FILTRACIONES.	
TESIS	APLICACIÓN DEL SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2022.
PRESENTADO POR:	LAZARO ESCLANTE, ALEXIS ALBERTO CHAVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO
ENCUESTADO:	LEON ACOSTA, FERNANDO
CIP:	263018
NACIONALIDAD:	PERUANO
ESPECIALIDAD:	ING CIVIL
GRADO DE FORMACIÓN:	TITULADO
TIEMPO DE ACTIVIDAD:	1 AÑO
I.SOBRE EL TÍTULO	
1.¿QUE PROPUESTA SUGIERE PARA MEJORAR EL TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN?	
REALIZAR UNA EVALUACIÓN DEL CONCRETO CON DISTINTOS PORCENTAJES DEL ADITIVO Y COMPARARLOS CON EL CONCRETO USADO EN EL TANQUE	
2.¿Qual es la importancia de la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
La importancia es de sellar las filtraciones del tanque y impermeabilizar, de esa manera, evitar las filtraciones futuras que se puedan ocasionar por el tema de la humedad	
3.¿Qué objetivos se podrían plantear en esta investigación?	
Solucionar las filtraciones en el tanque. Tratar de lograr la impermeabilización de la estructura	
4.¿Qué aspectos se deben tener en cuenta en el estudio para la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
Las características del Sikalastic. La cantidad que se va a adicionar para las paredes del tanque	
5.¿Cuáles serían los beneficios o aportes que se espera de esta investigación?	
El beneficio social del caserío al tener un PTAR con buena funcionalidad y no aumentar el presupuesto	

Anexo 4: Encuestas a expertos



USMP
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ENCUESTA Nº01	
ENCUESTA DE EXPERTOS SOBRE TEMA DE TESIS ENFOCADA A LA APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR FILTRACIONES.	
TESIS	APLICACIÓN DEL SIKALASTIC 1K PARA SOLUCIONAR LAS FILTRACIONES DEL TANQUE IMHOFF PTAR CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2022.
PRESENTADO POR:	LAZARO ESCLANTE, ALEXIS ALBERTO CHAVEZ HINOJOSA, DANIEL EDUARDO
ENCUESTADO:	DENNY TAFUR VIGO
CIP:	267951
NACIONALIDAD:	PERUANO
ESPECIALIDAD:	ING CIVIL
GRADO DE FORMACIÓN:	TITULADO
TIEMPO DE ACTIVIDAD:	6 MESES
I. SOBRE EL TÍTULO	
1. ¿QUE PROPUESTA SUGIERE PARA MEJORAR EL TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN?	
METODOLOGIA DE APLICACIÓN DE SIKALASTIC 1K EN LA SOLUCION DE FILTRACIONES DEL TANQUE TANQUE IMHOFF PTAR CASERÍO LAUREL, DISTRITO JAMALCA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2022.	
2. ¿Cual es la importancia de la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
la importancia radia en la solución a filtraciones y mejoramiento de la vida útil de la estructura debido a su alta resistencia al los elementos quimicos que tendra esta estructura.	
3. ¿Qué objetivos se podrían plantear en esta investigación?	
procesos constructivos en la aplicación del aditivo. tipo de filtraciones por fisuras u otro tipo de fallas tipos de elementos quimicos que va contener la estructura.	
4. ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta en el estudio para la Aplicación del sikalastic 1k para solucionar las filtraciones del tanque imhoff ptar caserío Laurel, Distrito Jamalca, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas?	
tipos de filtraciones estado de las estructuras resistencia a los elementos quimicos expuestos	
5. ¿Cuáles serían los beneficios o aportes que se espera de esta investigación?	
soluciones a filtraciones en estructuras con filtraciones debido al mal proceso constructivo, así como protección y mejoramiento de la capa que estará en contacto con los quimicos, mejorando su ciclo de vida.	