



**SECRETARÍA DISTRITAL DEL HÁBITAT  
SUBDIRECCIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS  
NIT. 899.999.061**

**CONSULTOR  
INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S.  
NIT. 900.280.445-9**



**CONTRATO No. 835 - 2018**

**ELABORAR UN ESTUDIO DE PERFECTIBILIDAD Y DISEÑO CONCEPTUAL DE ALTERNATIVAS PARA EL SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTO EN ZONA RURAL Y/O PERIURBANA DEL DISTRITO CAPITAL.**

**SEGUNDO INFORME: EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**



**BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL  
CENTROS POBLADOS DE PASQUILLA CENTRO, MOCHUELO ALTO, NAZARETH, BETANIA, SAN  
JUAN DE SUMAPAZ, LA UNIÓN, NUEVA GRANADA, SANTO DOMINGO Y LAS AURAS –  
LOCALIDAD DE SUMAPAZ  
DICIEMBRE DE 2018**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>XVI</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>XVII</b>
<b>ALCANCE DEL PROYECTO .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>SEGUNDO INFORME.....</b>	<b>XIX</b>
<b>2. SEGUNDO INFORME.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 ESTUDIO DE POBLACIÓN Y APORTES DE AGUAS RESIDUALES .....</b>	<b>20</b>
2.1.1 Análisis Demográfico de la Población Local .....	20
2.1.2 Población Fija .....	21
2.1.3 Población Flotante .....	22
2.1.4 Población Total .....	22
2.1.5 Población Proyectada .....	23
2.1.6 Periodo de Diseño .....	23
2.1.7 Proyección de Aportes de Aguas Residuales .....	23
2.1.8 Áreas Aferentes.....	23
2.1.9 Perímetro Sanitario de Cobertura .....	24
2.1.10 Dotación Neta Per Cápita Actual .....	24
2.1.11 Estimación de los Caudales de Diseño.....	24
2.1.12 Resumen de Aportes Residuales en el Horizonte de Diseño .....	27
<b>2.2 TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO .....</b>	<b>28</b>
2.2.1 Operaciones Preliminares.....	28
<b>2.3 CATASTRO DE POZOS DE INSPECCIÓN .....</b>	<b>29</b>
2.3.1 Metodología para la Construcción del Catastro Integral del Sistema .....	29
2.3.2 Evaluación de Parámetros Físicos .....	37
2.3.3 Pozos de inspección .....	69
2.3.4 Diagnóstico del Estado Actual del Servicio .....	120
<b>2.4 CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO .....</b>	<b>121</b>
2.4.1 Sector Rural La Unión .....	121
2.4.2 Sector Rural Betania.....	128
2.4.3 Sector Rural Las Auras.....	135
2.4.4 Sector Rural Mochuelo Alto.....	142
2.4.5 Sector Rural Nazareth .....	149
2.4.6 Sector Rural Nueva Granada .....	156
2.4.7 Sector Rural Pasquilla.....	163
2.4.8 Sector Rural San Juan .....	170
2.4.9 Sector Rural Santo Domingo .....	176
<b>2.5 EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS .....</b>	<b>183</b>
2.5.1 Plataforma de Modelación y Software .....	183
2.5.2 Resultados de la Simulación Hidráulica del Sistema Actual.....	185
2.5.3 Modelo y Simulación Hidráulica de la Situación Actual .....	191
2.5.4 Parámetros Hidráulicos de Diseño .....	191
<b>2.6 EVALUACIÓN FÍSICA INFRAESTRUCTURA TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES....</b>	<b>192</b>
2.6.1 Evaluación Infraestructura Existente en Escenario Actual .....	192
2.6.2 Evaluación Infraestructura Existente en Escenario Futuro .....	312

<b>2.7</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>322</b>
<b>2.8</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>323</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Tasas geométricas porcentuales de crecimiento local .....	20
Tabla 2.2	Comparación de las Poblaciones de Acuerdo a Información Disponible	21
Tabla 2.3	Comparación de las Poblaciones de Acuerdo a Información Disponible	21
Tabla 2.4	Poblaciones fijas, localidades Sumapaz .....	21
Tabla 2.5	Porcentajes y Poblaciones Flotantes por Sector Rural .....	22
Tabla 2.6	Poblaciones Totales Año 2018, localidades Sumapaz .....	23
Tabla 2.7	Poblaciones totales proyectadas, localidades Sumapaz.....	23
Tabla 2.8	Resolución 0330 de 2017 .....	24
Tabla 2.9.	Aportes residuales en el horizonte de diseño.....	28
Tabla 2.10.	Descripción fases de trabajo.....	30
Tabla 2.11.	Metodología para la construcción del catastro de alcantarillado. ....	37
Tabla 2.12.	Porcentaje y longitud de la red de Nueva Granada por diámetro. ....	38
Tabla 2.13.	Porcentaje y longitud de la red de La Unión por diámetro. ....	39
Tabla 2.14.	Porcentaje y longitud de la red de Santo Domingo por diámetro. ....	40
Tabla 2.15.	Porcentaje y longitud de la red de San Juan por diámetro.....	40
Tabla 2.16.	Porcentaje y longitud de la red de La Las Auras por diámetro. ....	41
Tabla 2.17.	Porcentaje y longitud de la red rural de Nazareth por diámetro. ....	42
Tabla 2.18.	Porcentaje y longitud de la red de Betania por diámetro.....	43
Tabla 2.19.	Porcentaje y longitud de la red de Pasquilla por diámetro.....	44
Tabla 2.20.	Porcentaje y longitud de la red de Mochuelo Alto por diámetro.....	45
Tabla 2.21.	Porcentaje de pendientes tramos y long. alcantarillado Nva. Granada ..	47
Tabla 2.22.	Porcentaje de pendientes en tramos y long. alcantarillado La Unión .....	48
Tabla 2.23.	Pendientes en tramos y long. Alcantarillado Sto Domingo .....	48
Tabla 2.24.	Porcentaje de pendientes en tramos y long. alcantarillado San Juan .....	49
Tabla 2.25.	Porcentaje de pendientes en tramos y long. alcantarillado Las Auras.....	50
Tabla 2.26.	Porcentaje de pendientes en tramos y long. alcantarillado Nazareth.....	51
Tabla 2.27.	Porcentaje de pendientes en tramos y long. alcantarillado Betania.....	51
Tabla 2.28.	Porcentaje de pendientes en tramos y long. Alcantarillado Pasquilla .....	52
Tabla 2.29.	Porc. de pendientes en tramos y long. alcantarillado Mochuelo Alto .....	53
Tabla 2.30.	Porcentaje y tramos de la red de Nueva Granada por diámetro.....	54
Tabla 2.31.	Porcentaje y tramos de la red de La Unión por diámetro. ....	55
Tabla 2.32.	Porcentaje y tramos de la red de Santo Domingo por diámetro.....	56
Tabla 2.33.	Porcentaje y tramos de la red de San Juan por diámetro. ....	57
Tabla 2.34.	Porcentaje y tramos de la red de Las Auras por diámetro. ....	58
Tabla 2.35.	Porcentaje y tramos de la red de Nazareth por diámetro. ....	59
Tabla 2.36.	Porcentaje y tramos de la red de Betania por diámetro. ....	60
Tabla 2.37.	Porcentaje y tramos de la red de Betania por diámetro. ....	60
Tabla 2.38.	Porcentaje y tramos de la red de Mochuelo Alto por diámetro. ....	61
Tabla 2.39	Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Nueva Granada. ....	62
Tabla 2.40	Material en la tubería de alcantarillado sanitario de La Unión.....	63
Tabla 2.41	Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Santo Domingo.....	64
Tabla 2.42	Material en la tubería de alcantarillado sanitario de San Juan. ....	64
Tabla 2.43	Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Las Auras. ....	65
Tabla 2.44	Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Nazareth. ....	66
Tabla 2.45	Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Betania. ....	67
Tabla 2.46	Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Pasquilla. ....	67
Tabla 2.47	Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Mochuelo Alto. ....	68
Tabla 2.48.	Diámetro interno mínimo de Estructuras de conexión.....	69
Tabla 2.49.	Material de los pozos de inspección, Nueva Granada .....	69
Tabla 2.50.	Tipo de sistema, Nueva Granada .....	70
Tabla 2.51.	Tipo de pozos, Nueva Granada .....	71
Tabla 2.52.	Distribución porcentual del estado de los pozos, Nueva Granada.....	71

Tabla 2.53.	Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Nueva Granada .....	72
Tabla 2.54.	Distribución porcentual estado de las tapas de pozos, Nueva Granada	72
Tabla 2.55.	Profundidad del pozo, Nueva Granada .....	74
Tabla 2.56.	Diámetro pozos de inspección, Nueva Granada .....	74
Tabla 2.57.	Material de los pozos de inspección .....	75
Tabla 2.58.	Tipo de sistema .....	76
Tabla 2.59.	Tipo de pozo .....	76
Tabla 2.60.	Distribución porcentual del estado de los pozos, La Unión. ....	77
Tabla 2.61.	Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, La Unión .....	78
Tabla 2.62.	Distribución porcentual del estado de las tapas de pozos. ....	78
Tabla 2.63.	Profundidad del pozo, La Unión .....	79
Tabla 2.64.	Diámetro pozos de inspección, La Unión .....	80
Tabla 2.65.	Material de los pozos de inspección, Santo Domingo .....	81
Tabla 2.66.	Tipo de sistema, Santo Domingo .....	82
Tabla 2.67.	Tipo de pozos, Santo Domingo .....	82
Tabla 2.68.	Distribución porcentual del estado de los pozos, Santo Domingo.....	83
Tabla 2.69.	Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Santo Domingo .....	83
Tabla 2.70.	Distribución porcentual estado de las tapas de pozos, Santo Domingo..	84
Tabla 2.71.	Profundidad del pozo, Santo Domingo.....	85
Tabla 2.72.	Diámetro pozos de inspección, Santo Domingo.....	86
Tabla 2.73.	Material de los pozos de inspección, San Juan .....	86
Tabla 2.74.	Tipo de sistema, San Juan .....	87
Tabla 2.75.	Tipo de pozos, San Juan .....	88
Tabla 2.76.	Distribución porcentual del estado de los pozos, San Juan .....	88
Tabla 2.77.	Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, San Juan.....	89
Tabla 2.78.	Distribución porcentual del estado de las tapas de pozos, San Juan .....	89
Tabla 2.79.	Profundidad del pozo, San Juan .....	90
Tabla 2.80.	Diámetro pozos de inspección, San Juan .....	91
Tabla 2.81.	Material de los pozos de inspección, Las Auras .....	92
Tabla 2.82.	Tipo de sistema, Las Auras.....	92
Tabla 2.83.	Tipo de pozos, Las Auras.....	93
Tabla 2.84.	Distribución porcentual del estado de los pozos, Las Auras .....	94
Tabla 2.85.	Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Las Auras .....	94
Tabla 2.86.	Distribución porcentual del estado de las tapas de pozos, Las Auras .....	95
Tabla 2.87.	Profundidad del pozo, Las Auras .....	96
Tabla 2.88.	Diámetro pozos de inspección, las Auras .....	96
Tabla 2.89.	Material de los pozos de inspección, Nazareth .....	97
Tabla 2.90.	Tipo de sistema, Nazareth .....	98
Tabla 2.91.	Tipo de pozos, Nazareth .....	98
Tabla 2.92.	Distribución porcentual del estado de los pozos, Nazareth .....	99
Tabla 2.93.	Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Nazareth.....	100
Tabla 2.94.	Distribución porcentual del estado de las tapas de pozos, Nazareth.....	100
Tabla 2.95.	Profundidad del pozo, Nazareth .....	101
Tabla 2.96.	Diámetro pozos de inspección, Nazareth .....	102
Tabla 2.97.	Material de los pozos de inspección, Betania .....	103
Tabla 2.98.	Tipo de sistema, Betania.....	103
Tabla 2.99.	Tipo de pozos, Betania.....	104
Tabla 2.100.	Distribución porcentual del estado de los pozos, Betania .....	105
Tabla 2.101.	Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Betania .....	105
Tabla 2.102.	Distribución porcentual del estado de las tapas de pozos, Betania .....	106
Tabla 2.103.	Profundidad del pozo, Betania .....	107
Tabla 2.104.	Diámetro pozos de inspección, Betania .....	108
Tabla 2.105.	Material de los pozos de inspección, Pasquilla .....	108
Tabla 2.106.	Tipo de sistema, Pasquilla.....	109

Tabla 2.107.	Tipo de pozos, Pasquilla .....	110
Tabla 2.108.	Distribución porcentual del estado de los pozos, Pasquilla .....	110
Tabla 2.109.	Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Pasquilla .....	111
Tabla 2.110.	Distribución porcentual del estado de las tapas de pozos, Pasquilla .....	111
Tabla 2.111.	Profundidad del pozo, Pasquilla .....	112
Tabla 2.112.	Diámetro pozos de inspección, Pasquilla .....	113
Tabla 2.113.	Material de los pozos de inspección, Mochuelo Alto .....	114
Tabla 2.114.	Tipo de sistema, Mochuelo Alto .....	115
Tabla 2.115.	Tipo de pozos, Mochuelo Alto .....	115
Tabla 2.116.	Distribución porcentual del estado de los pozos, Mochuelo alto .....	116
Tabla 2.117.	Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Mochuelo Alto .....	116
Tabla 2.118.	Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Mochuelo .....	117
Tabla 2.119.	Profundidad del pozo, Mochuelo Alto .....	118
Tabla 2.120.	Diámetro pozos de inspección, Mochuelo Alto .....	119
Tabla 2.121.	Material sistema de alcantarillado La Unión .....	122
Tabla 2.122.	Diámetros Según Material Alcantarillado, La Unión .....	122
Tabla 2.123.	Rango de Pendientes Alcantarillado La Unión .....	123
Tabla 2.124.	Longitud Red de alcantarillado La Unión .....	124
Tabla 2.125.	Rangos de Velocidad, alcantarillado La Unión .....	124
Tabla 2.126.	Resultados de Velocidad, alcantarillado La Unión .....	125
Tabla 2.127.	Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado La Unión .....	125
Tabla 2.128.	Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado La Unión .....	125
Tabla 2.129.	Rangos de Capacidad, alcantarillado La Unión .....	126
Tabla 2.130.	Capacidad alcantarillado La Unión .....	126
Tabla 2.131.	Rangos de régimen de flujo, alcantarillado La Unión .....	127
Tabla 2.132.	Régimen de Flujo alcantarillado La Unión .....	127
Tabla 2.133.	Material sistema de alcantarillado Betania .....	129
Tabla 2.134.	Diámetros Según Material Alcantarillado, Betania .....	129
Tabla 2.135.	Rango de Pendientes Alcantarillado Betania .....	130
Tabla 2.136.	Longitud Red de alcantarillado Betania .....	131
Tabla 2.137.	Rangos de Velocidad, alcantarillado Betania .....	132
Tabla 2.138.	Resultados de Velocidad, alcantarillado Betania .....	132
Tabla 2.139.	Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Betania .....	132
Tabla 2.140.	Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Betania .....	133
Tabla 2.141.	Rangos de Capacidad, alcantarillado Betania .....	133
Tabla 2.142.	Capacidad alcantarillado Betania .....	133
Tabla 2.143.	Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Betania .....	134
Tabla 2.144.	Régimen de flujo alcantarillado Betania .....	134
Tabla 2.145.	Material sistema de alcantarillado Las Auras .....	136
Tabla 2.146.	Diámetros Según Material Alcantarillado, Las Auras .....	136
Tabla 2.147.	Rango de Pendientes Alcantarillado Las Auras .....	137
Tabla 2.148.	Longitud Red de alcantarillado Las Auras .....	138
Tabla 2.149.	Rangos de Velocidad, alcantarillado Las Auras .....	138
Tabla 2.150.	Resultados de Velocidad, alcantarillado Las Auras .....	138
Tabla 2.151.	Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Las Auras .....	139
Tabla 2.152.	Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Las Auras .....	139
Tabla 2.153.	Rangos de Capacidad, alcantarillado Las Auras .....	140
Tabla 2.154.	Capacidad alcantarillado Las Auras .....	140
Tabla 2.155.	Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Las Auras .....	141
Tabla 2.156.	Régimen de flujo alcantarillado Las Auras .....	141
Tabla 2.157.	Material sistema de alcantarillado Mochuelo Alto .....	142
Tabla 2.158.	Diámetros Según Material Alcantarillado, Mochuelo Alto .....	143
Tabla 2.159.	Rango de Pendientes Alcantarillado Mochuelo Alto .....	144
Tabla 2.160.	Longitud Red de alcantarillado Mochuelo Alto .....	145

Tabla 2.161.	Rangos de Velocidad, alcantarillado Mochuelo Alto .....	145
Tabla 2.162.	Resultados de Velocidad, alcantarillado Mochuelo Alto .....	145
Tabla 2.163.	Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Mochuelo Alto .....	146
Tabla 2.164.	Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Mochuelo Alto.....	146
Tabla 2.165.	Rangos de Capacidad, alcantarillado Mochuelo Alto.....	147
Tabla 2.166.	Capacidad alcantarillado Mochuelo Alto .....	147
Tabla 2.167.	Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Mochuelo Alto.....	148
Tabla 2.168.	Régimen de flujo alcantarillado Mochuelo Alto .....	148
Tabla 2.169.	Material sistema de alcantarillado Nazareth .....	150
Tabla 2.170.	Diámetros Según Material Alcantarillado, Nazareth.....	151
Tabla 2.171.	Rango de Pendientes Alcantarillado Nazareth.....	151
Tabla 2.172.	Longitud Red de alcantarillado Nazareth .....	152
Tabla 2.173.	Rangos de Velocidad, alcantarillado Nazareth .....	153
Tabla 2.174.	Resultados de Velocidad, alcantarillado Nazareth .....	153
Tabla 2.175.	Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Nazareth .....	153
Tabla 2.176.	Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Nazareth .....	154
Tabla 2.177.	Rangos de Capacidad, alcantarillado Nazareth .....	154
Tabla 2.178.	Capacidad de alcantarillado Nazareth.....	154
Tabla 2.179.	Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Nazareth.....	155
Tabla 2.180.	Régimen de flujo alcantarillado Nazareth.....	155
Tabla 2.181.	Material sistema de alcantarillado Nueva Granada .....	157
Tabla 2.182.	Diámetros Según Material Alcantarillado, Nueva Granada .....	157
Tabla 2.183.	Rango de Pendientes Alcantarillado Nueva Granada .....	158
Tabla 2.184.	Longitud Red de alcantarillado Nueva Granada .....	159
Tabla 2.185.	Rangos de Velocidad, alcantarillado Nueva Granada.....	159
Tabla 2.186.	Resultados de Velocidad, alcantarillado Nueva Granada.....	160
Tabla 2.187.	Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Nueva Granada.....	160
Tabla 2.188.	Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Nueva Granada .....	160
Tabla 2.189.	Rangos de Capacidad, alcantarillado Nueva Granada .....	161
Tabla 2.190.	Capacidad alcantarillado Nueva Granada .....	161
Tabla 2.191.	Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Nueva Granada .....	162
Tabla 2.192.	Régimen de flujo alcantarillado Nueva Granada .....	162
Tabla 2.193.	Material sistema de alcantarillado Pasquilla.....	163
Tabla 2.194.	Diámetros Según Material Alcantarillado, Pasquilla .....	164
Tabla 2.195.	Rango de Pendientes Alcantarillado Pasquilla .....	165
Tabla 2.196.	Longitud Red de alcantarillado Pasquilla .....	166
Tabla 2.197.	Rangos de Velocidad, alcantarillado Pasquilla .....	167
Tabla 2.198.	Resultados de Velocidad, alcantarillado Pasquilla .....	167
Tabla 2.199.	Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Pasquilla .....	167
Tabla 2.200.	Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Pasquilla.....	168
Tabla 2.201.	Rangos de Capacidad, alcantarillado Pasquilla.....	168
Tabla 2.202.	Capacidad de alcantarillado Pasquilla .....	168
Tabla 2.203.	Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Pasquilla.....	169
Tabla 2.204.	Régimen de flujo alcantarillado Pasquilla .....	169
Tabla 2.205.	Material sistema de alcantarillado San Juan.....	170
Tabla 2.206.	Diámetros Según Material Alcantarillado, San Juan .....	171
Tabla 2.207.	Rango de Pendientes Alcantarillado San Juan.....	172
Tabla 2.208.	Longitud Red de alcantarillado San Juan .....	172
Tabla 2.209.	Rangos de Velocidad, alcantarillado San Juan .....	173
Tabla 2.210.	Resultados de Velocidad, alcantarillado San Juan .....	173
Tabla 2.211.	Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado San Juan .....	174
Tabla 2.212.	Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado San Juan .....	174
Tabla 2.213.	Rangos de Capacidad, alcantarillado San Juan .....	175
Tabla 2.214.	Capacidad alcantarillado San Juan.....	175

Tabla 2.215.	Rangos de régimen de flujo, alcantarillado San Juan.....	175
Tabla 2.216.	Régimen de flujo alcantarillado San Juan .....	176
Tabla 2.217.	Material sistema de alcantarillado Santo Domingo .....	177
Tabla 2.218.	Diámetros Según Material Alcantarillado, Santo Domingo .....	178
Tabla 2.219.	Rango de Pendientes Alcantarillado Santo Domingo .....	179
Tabla 2.220.	Longitud Red de alcantarillado Santo Domingo .....	180
Tabla 2.221.	Rangos de Velocidad, alcantarillado Santo Domingo.....	180
Tabla 2.222.	Resultados de Velocidad, alcantarillado Santo Domingo.....	180
Tabla 2.223.	Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Santo Domingo .....	181
Tabla 2.224.	Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Santo Domingo .....	181
Tabla 2.225.	Rangos de Capacidad, alcantarillado Santo Domingo .....	182
Tabla 2.226.	Capacidad alcantarillado Santo Domingo .....	182
Tabla 2.227.	Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Santo Domingo .....	182
Tabla 2.228.	Régimen de flujo alcantarillado Santo Domingo .....	183
Tabla 2.229.	Valoración física e hidráulica del sistema .....	191
Tabla 2.230.	Localización PTAR, Nueva Granada.....	192
Tabla 2.231.	Unidades de Tratamiento, PTAR Nueva Granada .....	195
Tabla 2.232.	Resumen Evaluación Hidráulica PTAR Nueva Granada.....	206
Tabla 2.233.	Condiciones de la Canaleta Parshall.....	206
Tabla 2.234.	Resumen de Capacidad del Sedimentador. ....	209
Tabla 2.235.	Resumen de Capacidad de los Lodos Activados. ....	211
Tabla 2.236.	Resumen de Capacidad del Sedimentador. ....	213
Tabla 2.237.	Resumen de Capacidad de los Tanque de Desinfección. ....	215
Tabla 2.238.	Resumen de Capacidad Limitante .....	216
Tabla 2.239.	Localización PTAR, La Unión .....	217
Tabla 2.240.	Unidades de Tratamiento, PTAR La Unión .....	220
Tabla 2.241.	Resumen Evaluación Hidráulica PTAR La Unión .....	226
Tabla 2.242.	Resumen de Capacidad del Sedimentador. ....	228
Tabla 2.243.	Resumen de Capacidad de los Lodos Activados. ....	230
Tabla 2.244.	Resumen de Capacidad del Sedimentador. ....	233
Tabla 2.245.	Resumen de Capacidad de los Tanque de Desinfección. ....	235
Tabla 2.246.	Resumen de Capacidad Limitante .....	236
Tabla 2.247.	PTAR, Santo Domingo.....	236
Tabla 2.248.	Resumen Evaluación Hidráulica PTAR Santo Domingo.....	240
Tabla 2.249.	Resumen de Capacidad de Pozo Séptico. ....	241
Tabla 2.250.	Resumen de Capacidad de Pozo Séptico. ....	243
Tabla 2.251.	Resumen de Capacidad de Tanque Infiltración .....	245
Tabla 2.252.	Resumen de Capacidad Limitante .....	246
Tabla 2.253.	Localización PTAR, San Juan del Sumapaz .....	247
Tabla 2.254.	Unidades de Tratamiento, PTAR San Juan del Sumapaz.....	248
Tabla 2.255.	Resumen Evaluación Hidráulica PTAR San Juan .....	251
Tabla 2.256.	Resumen de Capacidad RAP.....	253
Tabla 2.257.	Resumen de Capacidad FAFA.....	256
Tabla 2.258.	Resumen de Capacidad Limitante .....	257
Tabla 2.259.	Localización PTAR, Las Auras .....	257
Tabla 2.260.	Unidades de Tratamiento, PTAR Las Auras .....	260
Tabla 2.261.	Resumen Evaluación Hidráulica PTAR Las Auras .....	271
Tabla 2.262.	Condiciones de la Canaleta Parshall.....	271
Tabla 2.263.	Resumen de Capacidad del Sedimentador. ....	274
Tabla 2.264.	Resumen de Capacidad de los Lodos Activados. ....	276
Tabla 2.265.	Resumen de Capacidad del Sedimentador. ....	278
Tabla 2.266.	Resumen de Capacidad de los Tanque de Desinfección. ....	280
Tabla 2.267.	Resumen de Capacidad Limitante .....	281
Tabla 2.268.	Localización PTAR, Nazareth .....	282

Tabla 2.269	Unidades de Tratamiento, PTAR Nazareth .....	285
Tabla 2.270	Resumen Evaluación Hidráulica PTAR Nazareth .....	291
Tabla 2.271.	Resumen de Capacidad del Sedimentador. ....	293
Tabla 2.272.	Resumen de Capacidad de los Lodos Activados. ....	295
Tabla 2.273.	Resumen de Capacidad del Sedimentador. ....	298
Tabla 2.274.	Resumen de Capacidad de los Tanque de Desinfección. ....	300
Tabla 2.275.	Resumen de Capacidad Limitante .....	301
Tabla 2.276	Localización PTAR, Betania .....	302
Tabla 2.277	Resumen Evaluación Hidráulica PTAR Santo Domingo .....	306
Tabla 2.278.	Resumen de Capacidad de Pozo Séptico. ....	307
Tabla 2.279.	Resumen de Capacidad de Pozo Séptico. ....	309
Tabla 2.280.	Resumen de Capacidad Limitante .....	310
Tabla 2.281	Localización Pozo Séptico, Pasquilla Centro .....	311
Tabla 2.282	Relación de Anexos Evaluación Hidráulica 2043 .....	312

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.	Tiempo de rastreo GPS-01 .....	28
Figura 2.2.	Tiempo de rastreo GPS-02 .....	28
Figura 2.3.	Metodología para la elaboración del catastro integral del sistema.....	30
Figura 2.4.	Acordonamiento de la zona. ....	31
Figura 2.5.	Esquema representativo de toma de datos en campo. ....	32
Figura 2.6.	Registro fotográfico por pozo.....	33
Figura 2.7.	Ficha catastral de pozos .....	34
Figura 2.8.	Registro fotográfico por sumidero. ....	35
Figura 2.9.	Ficha catastral de sumideros.....	36
Figura 2.10.	Distribución porcentual tubería sec. Nueva Granada por diámetro. ....	38
Figura 2.11.	Distribución porcentual tubería sec. La Unión por diámetro. ....	39
Figura 2.12.	Distribución porcentual tubería sec. Santo Domingo por diámetro. ....	40
Figura 2.13.	Distribución porcentual tubería sec. San Juan por diámetro. ....	41
Figura 2.14.	Distribución porcentual tubería sec. Las Auras por diámetro.....	42
Figura 2.15.	Distribución porcentual tubería sector Nazareth por diámetro. ....	43
Figura 2.16.	Distribución porcentual tubería sec. Betania por diámetro.....	44
Figura 2.17.	Distribución porcentual tubería sec. Pasquilla por diámetro.....	45
Figura 2.18.	Distribución porcentual tubería sec. Mochuelo Alto por diámetro.....	46
Figura 2.19.	Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Nueva Granada .	47
Figura 2.20.	Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado La Unión.....	48
Figura 2.21.	Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Sto Domingo .....	49
Figura 2.22.	Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado San Juan .....	49
Figura 2.23.	Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Las Auras .....	50
Figura 2.24.	Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Nazareth.....	51
Figura 2.25.	Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Betania .....	52
Figura 2.26.	Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Pasquilla .....	53
Figura 2.27.	Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Mochuelo Alto ....	54
Figura 2.28.	Distribución porc. de tramos de tubería sec. Nva Granada por diámetro. 55	
Figura 2.29.	Distribución porc. de tramos de tubería sec. La Unión por diámetro.....	56
Figura 2.30.	Distribución porc. de tramos de tubería sec. Santo Domingo por diámetro. 57	
Figura 2.31.	Distribución porc. de tramos de tubería sec. San Juan por diámetro.....	58
Figura 2.32.	Distribución porc. de tramos de tubería sec. Las Auras por diámetro. ....	58
Figura 2.33.	Distribución porc. de tramos de tubería sec. Nazareth por diámetro.....	59
Figura 2.34.	Distribución porc. de tramos de tubería sec. Betania por diámetro. ....	60
Figura 2.35.	Distribución porc. de tramos de tubería sec. Betania por diámetro. ....	61
Figura 2.36.	Distribución porc. de tramos de tubería sec. Mochuelo Alto por diámetro. 62	
Figura 2.37.	Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Nva. Granada. 63	
Figura 2.38.	Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en La Unión.....	63
Figura 2.39.	Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Sto. Domingo	64
Figura 2.40.	Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en San Juan.....	65
Figura 2.41.	Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Las Auras. ....	65
Figura 2.42.	Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Nazareth.....	66
Figura 2.43.	Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Betania. ....	67
Figura 2.44.	Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Pasquilla. ....	68
Figura 2.45.	Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Pasquilla. ....	68
Figura 2.46.	Materiales de pozos de inspección, Nueva Granada.....	70
Figura 2.47.	Tipos de sistema, alcantarillado Nueva Granada .....	70
Figura 2.48.	Cono de reducción, alcantarillado Nueva Granada .....	71

Figura 2.49.	Estado de los Pozos, alcantarillado Nueva Granada .....	71
Figura 2.50.	Estado de Escaleras de Acceso, alcantarillado Nueva Granada .....	72
Figura 2.51.	Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Nueva Granada .....	73
Figura 2.52.	Estado Operativo de pozos, Nueva Granada.....	73
Figura 2.53.	Profundidad de pozos de inspección, Nueva Granada.....	74
Figura 2.54.	Diámetros de pozos de inspección, Nueva Granada .....	75
Figura 2.55.	Materiales de pozos de inspección .....	75
Figura 2.56.	Tipos de sistema .....	76
Figura 2.57.	Tipos de pozo, La Unión .....	77
Figura 2.58.	Distribución porcentual del estado de los pozos, La Unión .....	77
Figura 2.59.	Distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso .....	78
Figura 2.60.	Distribución porcentual estado de tapas de pozos, La Unión .....	79
Figura 2.61.	Estado Operativo de pozos, La Unión .....	79
Figura 2.62.	Profundidad de pozos de inspección, La Unión.....	80
Figura 2.63.	Diámetros de pozos de inspección, La Unión .....	80
Figura 2.64.	Materiales de pozos de inspección, Santo Domingo .....	81
Figura 2.65.	Tipos de sistema, alcantarillado Santo Domingo .....	82
Figura 2.66.	Cono de Reducción, alcantarillado Santo Domingo .....	82
Figura 2.67.	Estado de Pozos, alcantarillado Santo Domingo .....	83
Figura 2.68.	Estado Escaleras de Acceso, alcantarillado Santo Domingo .....	84
Figura 2.69.	Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Santo Domingo.....	84
Figura 2.70.	Estado Operativo de pozos, Santo Domingo.....	85
Figura 2.71.	Profundidad de pozos de inspección, Santo Domingo.....	85
Figura 2.72.	Diámetros de pozos de inspección, Santo Domingo .....	86
Figura 2.73.	Materiales de pozos de inspección, San Juan .....	87
Figura 2.74.	Tipos de sistema, alcantarillado San Juan .....	87
Figura 2.75.	Cono de reducción, alcantarillado San Juan .....	88
Figura 2.76.	Estado Pozos, alcantarillado San Juan.....	88
Figura 2.77.	Estado Escaleras de Acceso, alcantarillado San Juan .....	89
Figura 2.78.	Distribución porcentual estado de tapas de pozos, San Juan .....	90
Figura 2.79.	Estado Operativo de pozos, San Juan .....	90
Figura 2.80.	Profundidad de pozos de inspección, San Juan .....	91
Figura 2.81.	Diámetros de pozos de inspección, San Juan.....	91
Figura 2.82.	Materiales de pozos de inspección, Las Auras .....	92
Figura 2.83.	Tipos de sistema, Alcantarillado Las Auras .....	93
Figura 2.84.	Tipos de pozo, Las Auras.....	93
Figura 2.85.	Distribución porcentual del estado de los pozos, Las Auras .....	94
Figura 2.86.	Distribución porcentual estado de las escaleras de acceso, Las Auras ....	94
Figura 2.87.	Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Las Auras .....	95
Figura 2.88.	Estado Operativo de pozos, Las Auras .....	95
Figura 2.89.	Profundidad de pozos de inspección, Las Auras .....	96
Figura 2.90.	Diámetros de pozos de inspección, Las Auras .....	97
Figura 2.91.	Materiales de pozos de inspección, Nazareth .....	97
Figura 2.92.	Tipos de sistema, alcantarillado Nazareth .....	98
Figura 2.93.	Cono de Reducción, alcantarillado Nazareth .....	99
Figura 2.94.	Estado de los Pozos, alcantarillado Nazareth .....	99
Figura 2.95.	Estado Escaleras de Acceso, alcantarillado Nazareth .....	100
Figura 2.96.	Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Nazareth .....	101
Figura 2.97.	Estado Operativo de pozos, Nazareth .....	101
Figura 2.98.	Profundidad de pozos de inspección, Nazareth .....	102
Figura 2.99.	Diámetros de pozos de inspección, Nazareth.....	102
Figura 2.100.	Materiales de pozos de inspección, Betania .....	103
Figura 2.101.	Tipos de sistema, alcantarillado Betania.....	104
Figura 2.102.	Tipos de pozo, Betania.....	104

Figura 2.103. Distribución porcentual del estado de los pozos, Betania .....	105
Figura 2.104. Distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso, Betania 106	106
Figura 2.105. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Betania .....	106
Figura 2.106. Estado Operativo de pozos, Betania .....	107
Figura 2.107. Profundidad de pozos de inspección, Betania .....	107
Figura 2.108. Diámetros de pozos de inspección, Betania .....	108
Figura 2.109. Materiales de pozos de inspección, Pasquilla .....	109
Figura 2.110. Tipos de sistema, alcantarillado Pasquilla .....	109
Figura 2.111. Cono de Reducción, alcantarillado Pasquilla .....	110
Figura 2.112. Estado Pozo, alcantarillado Pasquilla .....	110
Figura 2.113. Estado Escaleras de Acceso, alcantarillado Pasquilla.....	111
Figura 2.114. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Pasquilla .....	112
Figura 2.115. Estado Operativo de pozos, Pasquilla .....	112
Figura 2.116. Profundidad de pozos de inspección, Pasquilla .....	113
Figura 2.117. Diámetros de pozos de inspección, Pasquilla .....	113
Figura 2.118. Materiales de pozos de inspección, Mochuelo Alto .....	114
Figura 2.119. Tipos de sistema, alcantarillado Mochuelo Alto.....	115
Figura 2.120. Cono de Reducción, alcantarillado Mochuelo Alto.....	115
Figura 2.121. Estado de los Pozos, alcantarillado Mochuelo Alto.....	116
Figura 2.122. Estado Escaleras de Acceso, alcantarillado Mochuelo Alto.....	117
Figura 2.123. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Mochuelo Alto .....	117
Figura 2.124. Estado Operativo de pozos, Mochuelo Alto .....	118
Figura 2.125. Profundidad de pozos de inspección, Mochuelo Alto .....	118
Figura 2.126. Diámetros de pozos de inspección, Mochuelo Alto .....	119
Figura 2.127. Topología general del sistema Sector Rural La Unión .....	121
Figura 2.128. Distribución de material Alcantarillado, La Unión .....	122
Figura 2.129. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, La Unión .....	123
Figura 2.130. Rango de Pendientes alcantarillado La Unión .....	124
Figura 2.131. Distribución de Material por Longitud total de la red de alcantarillado .	124
Figura 2.132. Análisis de velocidad, alcantarillado La Unión .....	125
Figura 2.133. Análisis de fuerza, alcantarillado La Unión .....	126
Figura 2.134. Análisis de capacidad, alcantarillado La Unión .....	127
Figura 2.135. Análisis régimen de flujo, alcantarillado La Unión .....	128
Figura 2.136. Topología general del sistema Sector Rural Betania .....	128
Figura 2.137. Distribución de material Alcantarillado, Betania.....	129
Figura 2.138. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Betania .....	130
Figura 2.139. Rango de Pendientes alcantarillado Betania .....	131
Figura 2.140. Distribución de Material por Longitud total de la red de alcantarillado .	131
Figura 2.141. Análisis de velocidad, alcantarillado Betania .....	132
Figura 2.142. Análisis de fuerza, alcantarillado Betania .....	133
Figura 2.143. Análisis de capacidad, alcantarillado Betania .....	134
Figura 2.144. Régimen de flujo, alcantarillado Betania .....	135
Figura 2.145. Topología general del sistema Sector Rural Las Auras .....	135
Figura 2.146. Distribución de material Alcantarillado, Las Auras.....	136
Figura 2.147. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Las Auras .....	137
Figura 2.148. Rango de Pendientes alcantarillado Las Auras .....	137
Figura 2.149. Distribución de Material por Longitud total de la red de alcantarillado .	138
Figura 2.150. Análisis de velocidad, alcantarillado Las Auras .....	139
Figura 2.151. Análisis de fuerza, alcantarillado Las Auras .....	140
Figura 2.152. Análisis de capacidad, alcantarillado Las Auras .....	141
Figura 2.153. Régimen de flujo, alcantarillado Las Auras .....	141
Figura 2.154. Topología general del sistema Sector Rural Mochuelo Alto .....	142
Figura 2.155. Distribución de material Alcantarillado, Mochuelo Alto .....	143

Figura 2.156. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Mochuelo Alto .....	143
Figura 2.157. Rango de Pendientes alcantarillado Mochuelo Alto.....	144
Figura 2.158. Distribución de Material por Longitud total alcantarillado, Mochuelo ....	145
Figura 2.159. Análisis de velocidad, alcantarillado Mochuelo Alto .....	146
Figura 2.160. Análisis de fuerza, alcantarillado Mochuelo Alto .....	147
Figura 2.161. Análisis de capacidad, alcantarillado Mochuelo Alto .....	148
Figura 2.162. Régimen de flujo, alcantarillado Mochuelo Alto .....	149
Figura 2.163. Topología general del sistema Sector Rural Nazareth .....	149
Figura 2.164. Distribución de material Alcantarillado, Nazareth .....	150
Figura 2.165. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Nazareth .....	151
Figura 2.166. Rango de Pendientes alcantarillado Nazareth .....	152
Figura 2.167. Distribución de Material por Longitud total alcantarillado, Mochuelo ....	152
Figura 2.168. Análisis de velocidad, alcantarillado Nazareth.....	153
Figura 2.169. Análisis de fuerza, alcantarillado Nazareth .....	154
Figura 2.170. Análisis de capacidad, alcantarillado Nazareth .....	155
Figura 2.171. Régimen de flujo, alcantarillado Nazareth .....	156
Figura 2.172. Topología general del sistema Sector Rural Nueva Granada.....	156
Figura 2.173. Distribución de material Alcantarillado, Nueva Granada .....	157
Figura 2.174. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Nueva Granada.....	158
Figura 2.175. Rango de Pendientes alcantarillado Nueva Granada .....	158
Figura 2.176. Distribución de Material por Longitud alcantarillado Nueva Granada ...	159
Figura 2.177. Análisis de velocidad, alcantarillado Nueva Granada .....	160
Figura 2.178. Análisis de fuerza, alcantarillado Nueva Granada.....	161
Figura 2.179. Análisis de capacidad, alcantarillado Nueva Granada.....	162
Figura 2.180. Régimen de flujo, alcantarillado Nueva Granada .....	162
Figura 2.181. Topología general del sistema Sector Rural Pasquilla .....	163
Figura 2.182. Distribución de material Alcantarillado, Pasquilla .....	164
Figura 2.183. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Pasquilla .....	165
Figura 2.184. Rango de Pendientes alcantarillado Pasquilla.....	166
Figura 2.185. Distribución de Material por Longitud alcantarillado Pasquilla.....	166
Figura 2.186. Análisis de velocidad, alcantarillado Pasquilla .....	167
Figura 2.187. Análisis de fuerza, alcantarillado Pasquilla .....	168
Figura 2.188. Análisis de capacidad, alcantarillado Pasquilla .....	169
Figura 2.189. Régimen de flujo, alcantarillado Pasquilla .....	169
Figura 2.190. Topología general del sistema Sector Rural San Juan .....	170
Figura 2.191. Distribución de material Alcantarillado, San Juan .....	171
Figura 2.192. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, San Juan .....	171
Figura 2.193. Rango de Pendientes alcantarillado San Juan .....	172
Figura 2.194. Distribución de Material por Longitud alcantarillado San Juan .....	173
Figura 2.195. Análisis de velocidad, alcantarillado San Juan.....	174
Figura 2.196. Análisis de fuerza, alcantarillado San Juan .....	174
Figura 2.197. Análisis de capacidad, alcantarillado San Juan .....	175
Figura 2.198. Régimen de flujo, alcantarillado San Juan .....	176
Figura 2.199. Topología general del sistema Sector Rural Santo Domingo.....	177
Figura 2.200. Distribución de material Alcantarillado, Santo Domingo .....	178
Figura 2.201. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Santo Domingo .....	178
Figura 2.202. Rango de Pendientes alcantarillado Santo Domingo .....	179
Figura 2.203. Distribución de Material por Longitud alcantarillado Santo Domingo ....	180
Figura 2.204. Análisis de velocidad, alcantarillado Santo Domingo .....	181
Figura 2.205. Análisis de fuerza, alcantarillado Santo Domingo .....	181
Figura 2.206. Análisis de capacidad, alcantarillado Santo Domingo.....	182
Figura 2.207. Régimen de flujo, alcantarillado Santo Domingo .....	183
Figura 2.208. Localización PTAR Nueva Granada.....	193
Figura 2.209. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nueva Granada.....	193

Figura 2.210	Tiempo de Mezcla .....	197
Figura 2.211	Gradiente de Velocidad .....	198
Figura 2.212	Carga Superficial .....	199
Figura 2.213	Tiempo de Retención.....	201
Figura 2.214	Tiempo de Retención.....	202
Figura 2.215	Carga Superficial .....	204
Figura 2.216	Tiempo de Retención.....	205
Figura 2.217	Capacidad de la Canaleta Parshall .....	207
Figura 2.218	Capacidad Limitante del Sedimentador .....	209
Figura 2.219	Capacidad Limitante de los Lodos Activados .....	211
Figura 2.220	Capacidad Limitante del Sedimentador .....	214
Figura 2.221	Capacidad Limitante Tanque de Desinfección.....	216
Figura 2.222	Resumen de Capacidad Limitante .....	217
Figura 2.223	Localización PTAR La Unión .....	218
Figura 2.224	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Unión .....	218
Figura 2.225	Carga Superficial .....	221
Figura 2.226	Tiempo de Retención.....	222
Figura 2.227	Tiempo de Retención.....	223
Figura 2.228	Carga Superficial .....	225
Figura 2.229	Tiempo de Retención.....	226
Figura 2.230	Capacidad limitante del sedimentador .....	229
Figura 2.231	Capacidad limitante de los lodos activados .....	231
Figura 2.232	Capacidad limitante del sedimentador .....	233
Figura 2.233	Capacidad limitante del tanque de desinfección .....	235
Figura 2.234	Resumen de Capacidad Limitante .....	236
Figura 2.235	Pozo Séptico, Santo Domingo.....	237
Figura 2.236	Tiempo de Retención.....	238
Figura 2.237	Tiempo de Retención.....	239
Figura 2.238.	Capacidad Limitante del Pozo Séptico.....	242
Figura 2.239	Capacidad limitante del pozo séptico .....	244
Figura 2.240	Capacidad limitante del tanque de infiltración .....	246
Figura 2.241	Resumen de Capacidad Limitante .....	247
Figura 2.242	Localización PTAR San Juan del Sumapaz .....	248
Figura 2.243	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Juan del Sumapaz .....	248
Figura 2.244	Tiempo de Retención.....	250
Figura 2.245	Tiempo de Retención.....	251
Figura 2.246	Capacidad limitante del RAP .....	254
Figura 2.247	Capacidad limitante del FAFA .....	256
Figura 2.248	Resumen de Capacidad Limitante .....	257
Figura 2.249	Localización PTAR Las Auras .....	258
Figura 2.250	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Las Auras .....	258
Figura 2.251	Tiempo de Mezcla .....	262
Figura 2.252	Gradiente de Velocidad.....	263
Figura 2.253	Carga Superficial .....	264
Figura 2.254	Tiempo de Retención.....	266
Figura 2.255	Tiempo de Retención.....	267
Figura 2.256	Carga Superficial .....	269
Figura 2.257	Tiempo de Retención, Escenarios 1 y 2 .....	270
Figura 2.258	Capacidad de la Canaleta Parshall .....	272
Figura 2.259	Capacidad limitante del sedimentador .....	274
Figura 2.260	Capacidad limitante de lodos activados .....	276
Figura 2.261	Capacidad limitante del sedimentador .....	279
Figura 2.262	Capacidad limitante del tanque de desinfección .....	281
Figura 2.263	Resumen de Capacidad Limitante .....	282

Figura 2.264	Localización PTAR Nazareth .....	283
Figura 2.265	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nazareth .....	283
Figura 2.266	Carga Superficial .....	286
Figura 2.267	Tiempo de Retención.....	287
Figura 2.268	Tiempo de Retención.....	288
Figura 2.269	Carga Superficial .....	290
Figura 2.270	Tiempo de Retención.....	291
Figura 2.271	Capacidad limitante del sedimentador .....	294
Figura 2.272	Capacidad limitante de los lodos activados .....	296
Figura 2.273	Capacidad limitante del sedimentador .....	298
Figura 2.274	Capacidad limitante del tanque de desinfección .....	300
Figura 2.275	Resumen de Capacidad Limitante .....	301
Figura 2.276	Localización Pozo Séptico Betania .....	302
Figura 2.277	Pozo Séptico, Betania .....	302
Figura 2.278	Tiempo de Retención.....	304
Figura 2.279	Tiempo de Retención.....	305
Figura 2.280	Capacidad limitante del pozo séptico .....	308
Figura 2.281	Capacidad limitante del pozo séptico .....	310
Figura 2.282	Resumen de Capacidad Limitante .....	311
Figura 2.283	Pozo Séptico Pasquilla Centro .....	312
Figura 2.284	Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Nueva Granada....	313
Figura 2.285	Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad La Unión .....	314
Figura 2.286	Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Santo Domingo.....	315
Figura 2.287	Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Las Auras .....	316
Figura 2.288	Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Nazareth .....	317
Figura 2.289	Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Betania .....	318
Figura 2.290	Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Mochuelo .....	319
Figura 2.291	Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Pasquilla .....	320
Figura 2.292	Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad San Juan .....	321

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 2.1. Estudio Topográfico
- Anexo 2.2. Proyección de Población
- Anexo 2.3. Evaluación Hidráulica Proyectada
- Anexo 2.4. Evaluación Hidráulica Proyectada
- Anexo 2.5. Evaluación PTAR
- Anexo 2.6. Planos

## INTRODUCCIÓN

La **SECRETARIA DISTRITAL DEL HÁBITAT**, representada por el DR. GUILLERMO HERRERA CASTAÑO, consciente de las necesidades insatisfechas en las comunidades aferentes a su competencia y en su esfuerzo por implementar y ofrecer condiciones óptimas para el tratamiento de aguas y así mismo por el mantenimiento de las condiciones óptimas de los cuerpos de agua que se localizan en su jurisdicción, ha optado por celebrar el CONTRATO 835 DE 2018, cuyo objeto es el de: "**ELABORAR UN ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD Y DISEÑO CONCEPTUAL DE ALTERNATIVAS PARA EL SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS EN ZONA RURAL Y/O PERIURBANA DEL DISTRITO CAPITAL**", el cual fue adjudicado por medio del **CONCURSO DE MÉRITOS SISTEMA ABIERTO SDHT-CM-SA-016-2018** a **INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S**, identificado con Nit 900.280.445-9, representado legalmente por el Ingeniero **JOSE CARLOS VERGARA MENDOZA**, esta decisión estuvo soportada en las condiciones técnico-económicas presentadas cuyos lineamientos fueron los idóneamente solicitadas por el ente encargado para encomendar tales fines.

Por su parte **INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S.**, responsable de sus compromisos y técnicamente capacitado para adelantar los propósitos trazados, ha desarrollado sus labores tendientes a cumplir satisfactoriamente las políticas pactadas por medio del **CONTRATO No. 835 de 2018**. En ese mismo orden, se ha decidido como parte de los documentos necesarios en el buen desarrollo de las actividades, estructurar el presente informe.

Lo anterior teniendo en cuenta el Plan Distrital del Agua, adoptado **mediante DECRETO 485 de 2011**, a través del Programa de Control, Seguimiento y Monitoreo; el cual establece como objetivo la reducción de la contaminación mediante la eliminación de vertimientos puntuales, conexiones erradas y residuos sólidos). Por tanto, se presenta la siguiente información:

1. Primer Informe
2. **Segundo Informe:** En este informe hace entrega de la información relacionada con las actividades de delimitación del área aportante de aguas residuales y/ hacia cada punto de vertimiento, el cálculo teórico de aguas residuales de acuerdo con la configuración del sistema existente, la evaluación y análisis de la infraestructura existente en función del caudal para el escenario actual y futuro
3. Tercer Informe
4. Informe Consolidado

El siguiente documento presenta el numeral **SEGUNDO INFORME**.

## OBJETIVOS

Presentar el segundo informe para el proyecto en referencia que tiene por objeto "ELABORAR UN ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD Y DISEÑO CONCEPTUAL DE ALTERNATIVAS PARA EL SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS EN ZONA RURAL Y/O PERIURBANA DEL DISTRITO CAPITAL"

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Presentar la delimitación del área aportante de aguas residuales y de aguas lluvias a cada punto de vertimiento.
- Realizar la proyección de población y aportes.
- Realizar el cálculo del caudal teórico de aguas residuales
- Presentar la evaluación y análisis de la infraestructura existente en función del caudal para el escenario actual y futuro.

 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.		<p>CONTRATO No. 835 - 2018</p> <p>SEGUNDO INFORME EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</p>	
--	--	---	---

### ALCANCE DEL PROYECTO

INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S en función del cumplimiento del contrato No. 835 de 2018, cuyo objeto es "ELABORAR UN ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD Y DISEÑO CONCEPTUAL DE ALTERNATIVAS PARA EL SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS EN ZONA RURAL Y/O PERIURBANA DEL DISTRITO CAPITAL.", establece como alcance para el presente producto la delimitación del área portante de aguas residuales y/o aguas lluvias hacia cada punto de vertimiento, para así realizar el cálculo teórico de aguas residuales y/o combinadas de acuerdo con la configuración del sistema existente y la evaluación y análisis de la infraestructura existente en función del caudal para el escenario actual y futuro.

## SEGUNDO INFORME

El presente documento está conformado por cinco (05) capítulos cuyo contenido se resume a continuación:

1. Catastro de las Redes de Alcantarillado: En este capítulo se presenta la información relacionada con el catastro de redes e infraestructura realizado en campo, adicionalmente se presentan los resultados de dicho catastro.
2. Catastro de Pozos de Inspección: En este capítulo se presenta los resultados obtenidos del catastro de los pozos de inspección
3. Estudio de Población y Demanda: En este capítulo se presenta el resumen de los resultados obtenidos para la proyección de población y aportes para cada uno de los sectores rurales objeto de estudio.
4. Evaluación de la Infraestructura Existente: En este capítulo se presenta la evaluación hidráulica para las estructuras y redes con los caudales proyectados para el año 2018 y para el año 2043.
5. Conclusiones: En este capítulo se presentan las conclusiones del desarrollo del presente informe.

## 2. SEGUNDO INFORME

Con el fin de dar cumplimiento al Pliego de Condiciones del contrato 835 de 2018, en el presente documento denominado "Segundo Informe" se presentan los aspectos relacionados con el mismo.

Como punto de partida se toman los estudios de población y aportes realizados por la Consultoría, con base a los documentos entregados por parte de la Secretaría Distrital de Hábitat, específicamente los documentos de Censos, correspondientes al Contrato de Consultoría No. 507 de 2016; cuya culminación fue en el año 2017

### 2.1 ESTUDIO DE POBLACIÓN Y APORTES DE AGUAS RESIDUALES

A continuación, se presenta el estudio de población y aportes para cada uno de los Sectores Rurales

#### 2.1.1 ANÁLISIS DEMOGRÁFICO DE LA POBLACIÓN LOCAL

Para analizar el comportamiento demográfico municipal de Sumapaz se trabajó con los datos hallados en los informes de caracterización de la localidad de Sumapaz suministrados por la Alcaldía Mayor de Bogotá, dependencias de cultura, recreación y deporte.

Cabe mencionar que la consultoría indago y solicito mediante la alcaldía de Sumapaz, datos históricos suministrados por el DANE, sin embargo, según respuesta, no se cuenta con este tipo de información verídica actualizada por alguna entidad certificada.

TASAS DE CRECIMIENTO DE SUMAPAZ										
CENSO	POBLACIÓN			TASAS DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO			TASAS DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL			
	AÑO	CABECERA	RURAL	TOTAL	CABECERA	RURAL	TOTAL	CABECERA	RURAL	TOTAL
1985	2,586	0	2,586							
				1.89%	0.00%	1.89%	1.87%	0.00%	1.87%	
1993	3,118	0	3,118							
				-1.38%	0.00%	-1.38%	-1.39%	0.00%	-1.39%	
2005	2,828	0	2,828							
PROMEDIO				1.89%	0.00%	1.89%	1.87%	0.00%	1.87%	

**Tabla 2.1 Tasas geométricas porcentuales de crecimiento local**

**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a los resultados obtenidos en la anterior tabla es claro anotar que las tasas de crecimiento en la cabecera a nivel municipal cuentan con un valor de 1.89% para el método geométrico y 1.97% para el método exponencial.

Teniendo lo anterior en cuenta, y de acuerdo a los datos recolectados en campo; y a los datos brindados por parte de los Representantes Legales de las Asociaciones prestadoras de servicios de Alcantarillado, Agua y Aseo; y a la información brindada por parte de la Secretaría Distrital de Hábitat; la Consultoría obtiene los datos correspondientes a la población actual en cada uno de los Sectores Rurales objeto de estudio. A continuación se presentan los datos recolectados por parte de la Consultoría a través de encuestas en campo, la información brindada por la Secretaría Distrital de Hábitat y la información procesada en oficina, por medio de shapes.

No.	SECTOR RURAL	INFORMACIÓN DE CAMPO			INFORMACIÓN SDH			INFORMACIÓN PROCESADA EN OFICINA		
		No. VIV	No. HAB	DENS. HABI (Hab/Viv)	No. VIV	No. HAB	DENS. HABI (Hab/Viv)	No. VIV	No. HAB	DENS. HABI (Hab/Viv)
1	Nueva Granada	7	36	4	----	----	----	9	36	4

No.	SECTOR RURAL	INFORMACIÓN DE CAMPO			INFORMACIÓN SDH			INFORMACIÓN PROCESADA EN OFICINA		
		No. VIV	No. HAB	DENS. HABI (Hab/Viv)	No. VIV	No. HAB	DENS. HABI (Hab/Viv)	No. VIV	No. HAB	DENS. HABI (Hab/Viv)
2	La Unión	35	140	4	59	160	3,5	61	244	4
3	Santo Domingo	----	----	----	40	113	3.14	23	72	3.14
4	San Juan	28	160.0	6	57	120	2.75	44	251	6
5	Las Auras	----	----	----	44	144	3.5	111	389	3.5
6	Nazareth	----	----	----	53		3.5	70	245	3.5
7	Betania	----	----	----	40	66	2.9		0	2.9
8	Pasquilla	----	----	----	185	526	3.6	197	709	3.6
9	Mochuelo Alto	----	----	----	184	389	2.7	87	235	2.7

**Tabla 2.2 Comparación de las Poblaciones de Acuerdo a Información Disponible**

Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

Una vez realizada la comparación correspondiente, la Consultoría decide tomar los valores de población que alcancen los valores más altos; lo anterior permitirá llevar a cabo la evolución hidráulica de las redes y estructuras de manera más estricta. En la siguiente tabla se presentan los valores tomados para cada uno de los Sectores Rurales; y su respectiva fuente

No.	SECTOR RURAL	INFORMACIÓN ADOPTADA			FUENTE DE LA INFORMACIÓN
		No. VIV	No. HAB	DENS. HABI (Hab/Viv)	
1	Nueva Granada	9	36	4	Consultoría
2	La Unión	61	244	4	Consultoría
3	Santo Domingo	40	113	3.14	Secretaría Distrital de Hábitat
4	San Juan	44	251	6	Consultoría
5	Las Auras	111	389	3.5	Consultoría
6	Nazareth	70	245	3.5	Consultoría
7	Betania	40	66	2.9	Secretaría Distrital de Hábitat
8	Pasquilla	197	709	3.6	Consultoría
9	Mochuelo Alto	184	389	2.7	Secretaría Distrital de Hábitat

**Tabla 2.3 Comparación de las Poblaciones de Acuerdo a Información Disponible**

Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

## 2.1.2 POBLACIÓN FIJA

Teniendo en cuenta que la proyección de población realizada para el Casco Urbano de cada uno de los Sectores Rurales objeto de estudio arroja una tasa de crecimiento promedio del 1.89% el consultor asume en Pasquilla, Mochuelo Alto y San Juan de Sumapaz una tasa de crecimiento del 2.00%; lo anterior debido a que estos tres (3) sectores rurales son de gran importancia dentro de la Localidad del Sumapaz. De acuerdo a lo anterior en la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos para las poblaciones fijas de los años 2018 y 2044 con la respectiva tasa de crecimiento del Sector Rural indicado

SECTOR RURAL	POBLACIÓN FIJA 2018	TASA DE CRECIMIENTO RESIDENCIAL (%)	POBLACIÓN FIJA 2044
Nueva Granada	60	1.89	98
La Unión	244	1.89	397
Santo Domingo	115	1.89	187
San Juan	251	2.00	420
Las Auras	389	1.89	632
Nazareth	245	1.89	399
Betania	66	1.89	109
Pasquilla	709	2.00	1,187
Mochuelo Alto	397	2.00	664

**Tabla 2.4 Poblaciones fijas, localidades Sumapaz**

Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

### 2.1.3 POBLACIÓN FLOTANTE

Con respecto a la población flotante; se adoptaron diferentes valores para cada uno de los Sectores Rurales; teniendo en cuenta la facilidad de acceso a los mismos, y lo manifestado por la comunidad de cada Sector.

Para las poblaciones de Nazareth, Mochuelo, San Juan, La Unión y Pasquilla se adoptó un porcentaje de población flotante del 3%, teniendo en cuenta las actividades realizadas por las comunidades en diferentes épocas del año, tales como el día del campesino, la feria agroambiental, el día de la mujer y el día comunal; y adicionalmente por su localización (cercanía con Bogotá)

Para sectores como Betania y Santo Domingo el valor considerado como población flotante se disminuye, debido a que estos no cuentan con la infraestructura necesaria para recibir población flotante; sin embargo al ser Sectores Rurales que colindan con otros sectores en los cuales se realizan las actividades recreativas anteriormente mencionadas; la Consultoría considera que estos son sitios de pernoctación en casos especiales; por lo tanto para los dos Sectores Rurales anteriormente mencionados, se asume un porcentaje de población flotante de 2.00% y 1.50% respectivamente-.

Sin embargo, para el resto de las localidades, se adoptó un porcentaje de población flotante del 1%, ya que, de acuerdo a lo manifestado, no es muy frecuente realizar ferias o fiestas, o actividades especiales que conlleven a la aglomeración de personas durante fechas específicas en el año. Para el caso de Nueva Granada; principalmente por la dificultad que supone que las personas lleguen a este Sector Rural.

En la siguiente tabla se presentan los porcentajes adoptados como población flotante para cada uno de los Sectores Rurales:

No.	SECTOR RURAL	% POBLACIÓN FLOTANTE ADOPTADO	POBLACIÓN FLOTANTE 2018 (Hab)	POBLACIÓN FLOTANTE 2044 (Hab)
1	Nueva Granada	0.00	0	0
2	La Unión	3.00	7	12
3	Santo Domingo	1.50	2	3
4	San Juan	3.00	8	13
5	Las Auras	1.00	4	6
6	Nazareth	3.00	7	12
7	Betania	2.00	1	2
8	Pasquilla	3.00	21	36
9	Mochuelo Alto	3.00	12	20

**Tabla 2.5 Porcentajes y Poblaciones Flotantes por Sector Rural**  
Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

### 2.1.4 POBLACIÓN TOTAL

La población total incluye la zona urbana, es decir la correspondiente a los cascos urbanos y la población flotante según corresponda, de la población total de los cascos urbanos. A partir de la proyección de población realizada se obtiene la siguiente información Para cada uno de los Sectores Rurales:

SECTOR RURAL	POBLACIÓN 2018 FIJA (Hab)	POBLACIÓN FLOTANTE (Hab)	POBLACIÓN TOTAL (Hab)
Nueva Granada	60	0	60
La Unión	244	7	251
Santo Domingo	115	2	117
San Juan	251	8	259

SECTOR RURAL	POBLACIÓN 2018 FIJA (Hab)	POBLACIÓN FLOTANTE (Hab)	POBLACIÓN TOTAL (Hab)
Las Auras	389	4	392
Nazareth	245	7	252
Betania	67	1	68
Pasquilla	709	21	730
Mochuelo Alto	397	12	409

**Tabla 2.6 Poblaciones Totales Año 2018, localidades Sumapaz**  
**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

### 2.1.5 POBLACIÓN PROYECTADA

Las proyecciones de población, incluyendo las adiciones poblacionales contempladas con anterioridad, se presentan en la siguiente tabla:

SECTOR RURAL	POBLACIÓN 2018 (Hab)	POBLACIÓN 2043 (Hab)
Nueva Granada	60	98
La Unión	251	409
Santo Domingo	117	190
San Juan	259	433
Las Auras	392	638
Nazareth	252	411
Betania	68	111
Pasquilla	730	1,223
Mochuelo Alto	409	684

**Tabla 2.7 Poblaciones totales proyectadas, localidades Sumapaz**  
**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

### 2.1.6 PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño contemplado para este proyecto es de 25 años; tal y como lo requiere la Resolución 0330 de 2017, en su artículo 40: "Para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, de adopta como periodo de diseño 25 años"

### 2.1.7 PROYECCIÓN DE APORTES DE AGUAS RESIDUALES

Los caudales de diseño, se calculan de acuerdo a los aportes domésticos residenciales, comerciales, industriales y oficiales o institucionales, adicionando las conexiones erradas y los aportes por infiltración. Para efectos de estimar los caudales domésticos, se hace necesario multiplicar el área aferente de cada tramo por la densidad demográfica promedio de cada Sector Rural

### 2.1.8 ÁREAS AFERENTES

El área aferente de cada tramo se determina a partir de los planos del levantamiento topográfico y las líneas del trazado de las redes de alcantarillado según su topología y el catastro efectuado. Las áreas se trazan considerando la divisoria de aferencia dada a cada trayecto según el urbanismo de los Sectores hasta los límites de cobertura. El trazado y los valores de las áreas aferentes del sistema de alcantarillado de los nueve (9) sectores rurales, se ilustran en el respectivo plano.

Estas áreas fueron trazadas y calculadas por medio de algoritmos siguiendo el método de polígonos de Thiessen modificado, para lo cual el consultor se apoyó en el QGis con aplicativos de programación en Visual Basic propios de esta consultoría.

## 2.1.9 PERÍMETRO SANITARIO DE COBERTURA

Para el cálculo y el trazado de las áreas aferentes es necesario definir el perímetro sanitario de cada sector, el cual se construye con ayuda de la información del EOT, la topografía y el grado de cobertura actual.

El perímetro excluye las áreas de recreación y los otros tipos de uso como el oficial, institucional y comercial. Este valor será empleado para el cálculo de la densidad demográfica urbana para los aportes domésticos, que se usará para el cálculo del caudal residencial. No obstante para los aportes especiales al sistema como Colegios, Estación de Policía, centro de salud, Alcaldía, etc., se hará en forma puntual en los pozos donde se haya verificado en campo su conexión identificando las áreas de carácter oficial y comercial y determinando los aportes correspondientes de manera independiente. Ver Anexo 2.6. Planos.

### 2.1.10 DOTACIÓN NETA PER CÁPITA ACTUAL

Partiendo de lo estipulado en la Resolución 0330 de 2017, en su artículo 43, el cual reza de la siguiente manera: “La dotación neta debe determinarse haciendo uso de información histórica de los consumos de agua potable de los suscriptores, disponible por parte de la persona prestadora del servicio de acueducto o, en su defecto, recopilada en el Sistema Único de Información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliario (SSPD), siempre y cuando los datos sean consistentes. E todos los casos, se deberá utilizar un valor de dotación que no supere los máximos establecidos en la tabla 1....”

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR EN LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB-DÍA)
>2,000 m.s.n.m.	120
1,000 – 2,000 m.s.n.m.	130
<1,000 m.s.n.m.	140

**Tabla 2.8 Resolución 0330 de 2017**

**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

Para cada uno de los Sectores Rurales se adopta un valor de dotación neta máxima de 120 L/Hab \* día; lo anterior con base a su altura sobre el nivel del mar

### 2.1.11 ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES DE DISEÑO

Para poder efectuar el cálculo del sistema de alcantarillado, en lo que se refiere a la verificación de capacidad actual del sistema, es necesario en primera medida definir los principales parámetros empleados en el cálculo del mismo, estos valores están tipificados en la Resolución 0330 de 2017.

Los criterios y parámetros de estimación de las contribuciones de aguas residuales, que serán objeto de este subcapítulo están enmarcados en lo estipulados por el Artículo 134. “Caudal de Aguas Residuales”, del cual se derivan los valores de aportes estimados para las contribuciones domésticas, institucionales, comerciales, industriales y otros aportes adicionales no relacionados al consumo como son las conexiones erradas e infiltraciones.

### 2.1.11.1 CONTRIBUCIONES DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

El aporte doméstico de aguas residuales denominado QD, depende de la dotación per cápita, la población, la densidad demográfica y el coeficiente de retorno, el cálculo de este aporte está dado por la siguiente expresión:

$$QD = C \times P \times R / 86400$$

Donde:

- QD : Caudal de diseño de aportes domésticos, expresado en L/s.  
 C : Dotación neta de diseño corregida, expresada en L/hab día.  
 P : Población aferente a cada tramo de diseño o evaluación, expresado en hab.  
 R : Coeficiente de Retorno de aguas Residuales, adimensional.

Esta misma expresión puede ser calculada considerando la densidad demográfica y área aferente residencial bruta estimada según los planos, de esta manera el diseño y la evaluación hidráulica se efectúan considerando la siguiente expresión:

$$QD = C \times DP \times ARD \times R / 86.400$$

Donde:

- A : Área de aferencia de cada tramo calculado, expresado en ha.  
 DP : Densidad Espacial Demográfica, expresado en hab/ha.

### 2.1.11.2 ÁREA DE AFERENCIA DE DISEÑO DE LOS TRAMOS DEL SISTEMA

El área aferente de cada tramo se determina a partir de los planos del levantamiento topográfico y las líneas de trazado del alcantarillado según su topología, considerando la divisoria de aferencia dada a cada trayecto según el urbanismo de Municipio hasta los límites de cobertura.

### 2.1.11.3 COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUAS RESIDUAL (A<sub>R</sub>)

El coeficiente de retorno es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. De acuerdo a la Resolución 0330 de 2017; *"debe estimarse a partir del análisis de información existente en la localidad y/o de mediciones de campo realizadas por la persona prestadora del servicio. De no contar con datos de campo, se debe tomar un valor de 0.85"*

### 2.1.11.4 APOORTE DE AGUAS RESIDUALES DE CARÁCTER COMERCIAL (Q<sub>COM</sub>)

Para el cálculo de la demanda y el caudal medio y máximos de diseño, se considerará en el diseño del sistema un Q<sub>comercial</sub> de 0,50 L/s\*ha comercial, por efectos del estado de desarrollo comercial del Municipio, aportes unitarios y totales de este tipo de uso. La determinación de este valor se basa en los Rangos de valores de R descritos en la tabla D 3.1. Del Manual de Saneamiento y Agua potable RAS 2000.

### 2.1.11.5 APOORTE DE AGUAS RESIDUALES DE CARÁCTER INDUSTRIAL (Q<sub>IND</sub>)

Para el cálculo de la demanda y el caudal medio y máximos de diseño, se considerara en el diseño del sistema un Q<sub>industrial</sub> es de 0.40, por efectos del estado de desarrollo industrial de los Sectores Rurales, aportes unitarios y totales de este tipo de uso, debido a la escasa información que se tiene del Municipio en cuanto a las actividades

industriales que se llevan a cabo en el mismo se determina este valor de aportes industriales teniendo en cuenta lo establecido en el numeral D 3.2.2.2 del Manual de Saneamiento y Agua potable RAS 2000.

#### **2.1.11.6 APOORTE DE AGUAS RESIDUALES DE CARÁCTER INSTITUCIONAL ( $Q_{INS}$ )**

El consumo de agua de las diferentes instituciones varía de acuerdo con el tipo y tamaño de las mismas, dentro de las cuales pueden mencionarse escuelas, colegios, hospitales, hoteles, etc. En los literales B.3.5.6 y B.3.5.7 del Título B del RAS 2000, se establece su estimación.

En consecuencia, los aportes de aguas residuales institucionales  $Q_{IN}$  deben determinarse para cada caso en particular, con base en información de consumos registrados en la localidad de entidades similares. Sin embargo, para pequeñas instituciones ubicadas en zonas residenciales, los aportes de aguas residuales pueden estimarse a partir de los valores por unidad de área institucional, presentados en la Tabla D.3.4. Del RAS 2000. Para lo cual se asumió un coeficiente de aportes de 0,5 L/s\*ha inst.

#### **➤ CAUDAL MEDIO DIARIO DE AGUAS RESIDUALES ( $Q_{MD}$ )**

El caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{MD}$ ) para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN}$$

De acuerdo al Artículo 134, en su numeral 3, en los casos donde las contribuciones industriales, comerciales e institucionales sean marginales con respecto a las domésticas, pueden ser estimadas como un porcentaje de los aportes domésticos. Bajo esta consideración el presente proyecto considera las áreas futuras de expansión en sus aportes estimados por topografía.

#### **➤ APOORTE DE CONEXIONES ERRADAS ( $Q_{CE}$ ) Y APOORTE POR INFILTRACIÓN ( $Q_{INF}$ )**

Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados y patios,  $Q_{CE}$ . Estos aportes son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias. La información existente en la localidad sobre conexiones erradas debe utilizarse en la estimación de los aportes correspondientes.

En caso de que el área del proyecto no disponga de un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias según el numeral 6 del artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017, deben considerarse aportes máximos de drenaje pluvial domiciliario a la red sanitaria, entre 0.1 y 0.3 L/s. Para Niveles de Complejidad del Sistema Bajo y Medio es necesario establecer la conveniencia de un sistema pluvial y tomar por lo menos las medidas de control para reducir el aporte de conexiones erradas.

Para este proyecto en particular se opta un total de 0.20 L/s\*ha para conexiones erradas y 0,1 L/s\*ha para aporte de Infiltración.

### ➤ CALCULO DEL CAUDAL MÁXIMO HORARIO DE DISEÑO (Q<sub>MH</sub>)

El caudal máximo horario es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. El caudal máximo horario del día máximo se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, F, de tal forma que la expresión es:

$$Q_{MH} = F \times Q_{MD}$$

### ➤ FACTOR DE MAYORACIÓN DEL CAUDAL MEDIO DIARIO (F)

Teniendo en cuenta el numeral 4, del artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017, " El factor de mayoración utilizado en la estimación del caudal máximo horario debe calcularse haciendo uso de mediciones de campo, en las cuales se tengan en cuenta los patrones de consumo de la población. En ausencia de datos de campo, se debe estimar con las ecuaciones aproximadas teniendo en cuenta las limitaciones que pueden presentarse en su aplicabilidad. Este valor deberá estar entre 1.4 y 3.8."

### ➤ CAUDAL DE DISEÑO DE TRAMOS DEL SISTEMA (Q<sub>DIS</sub>)

Los caudales del sistema de los tramos se calcula, sumando el caudal máximo horario de aguas residuales más el aporte de infiltración más el aporte de conexiones erradas, la expresión que define lo anterior es.

$$Q_{DIS} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CE}$$

Esta será la metodología empleada en el diagnóstico técnico y diseño definitivo del sistema de alcantarillado, según las ecuaciones hidráulicas y el modelo de simulación empleado. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1,50 L/s, debe adoptarse este valor como caudal de diseño.

## 2.1.12 RESUMEN DE APORTES RESIDUALES EN EL HORIZONTE DE DISEÑO

A continuación, se presenta el resumen multianual de aportes domésticos sobre el sistema de alcantarillado actual, que podrán verse tramo a tramo en el Anexo 8.3. Estudio de Población y Aportes, Anexo 2.2. Proyección de Población

Coefficiente de retorno:

0,85

Dotación neta:

120L/s hab \* día

SECTOR RURAL	AÑO	POBLACIÓN URBANA (HABITANTES)	APORTE RESIDENCIAL (L/s)	APORTE COMERCIAL (L/s)	APORTE INSTITUCIONAL (L/s)	APORTE INDUSTRIAL (L/s)	CAUDAL DE DISEÑO (L/s)
		TOTAL					
Nueva Granada	2018	60	0.07	0.00	0.08	0.00	0.40
	2043	98	0.12	0.00	0.08	0.00	1.07
La Unión	2018	251	0.30	0.00	0.10	0.00	0.91
	2043	409	0.48	0.00	0.10	0.00	1.34
Santo Domingo	2018	117	0.14	0.00	0.01	0.00	0.36
	2043	190	0.22	0.00	0.01	0.00	0.82
San Juan	2018	259	0.31	0.00	0.04	0.00	0.83
	2043	433	0.51	0.00	0.04	0.00	1.28
Las Auras	2018	392	0.46	0.00	0.05	0.00	1.01
	2043	638	0.75	0.00	0.05	0.00	2.03
Nazareth	2018	252	0.30	0.00	0.07	0.00	0.88
	2043	411	0.49	0.00	0.07	0.00	1.32

SECTOR RURAL	AÑO	POBLACIÓN URBANA (HABITANTES)	APOORTE RESIDENCIAL (L/s)	APOORTE COMERCIAL (L/s)	APOORTE INSTITUCIONAL (L/s)	APOORTE INDUSTRIAL (L/s)	CAUDAL DE DISEÑO (L/s)
		TOTAL					
Betania	2018	68	0.08	0.00	0.04	0.00	0.33
	2043	111	0.13	0.00	0.04	0.00	0.76
Paquilla	2018	730	0.86	0.00	0.17	0.00	2.23
	2043	1,223	1.44	0.00	0.17	0.00	4.20
Mochuelo Alto	2018	409	0.48	0.09	0.06	0.07	1.56
	2043	684	0.81	0.09	0.06	0.07	2.56

**Tabla 2.9. Aportes residuales en el horizonte de diseño.**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S, 2018

## 2.2 TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO

De acuerdo a la ubicación del proyecto se procedió a utilizar bases permanentes del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) las cuales cumplieran con las condiciones para realizar los respectivos procedimientos geodésicos. Las bases permanentes que se escogieron en principio fueron **BOGA Y VIVI**. Las labores de campo se desarrollaron del 01 al 04 de Diciembre de 2018. Es de resaltar que únicamente la red primaria cuenta con doble determinación a partir de estaciones CORS, mientras la red secundaria tiene como base la red primaria.

### 2.2.1 OPERACIONES PRELIMINARES

Antes de iniciar los trabajos en campo el día 01 de Diciembre de 2018 se realizó las actividades de campo y oficina con la planeación de la ubicación de esta red Principal, correspondiendo esta a los GPS-01 y GPS-02, teniendo en cuenta el tiempo mínimo de posicionamiento según la fórmula empírica indicada, (Tiempo = 25 min + 5 min por Km de separación entre Base y Rover), corresponde a 7 h 29 min (siete horas con veintinueve minutos) para llevar el respectivo posicionamiento del vértice GPS-01 y 5 h 47 min (cinco horas con cuarenta y siete minutos) para llevar el respectivo posicionamiento del vértice GPS-02, con respecto a las bases permanentes BOGA y VIVI, respectivamente. En el post-proceso obtenido el cual se encuentra especificado en el **ANEXO 2. CÁLCULOS AJUSTE DE PROCESAMIENTO DIFERENCIAL GPS** se observa que el tiempo que se dejó recolectando información el equipo programado como Rover fue mayor para tener más tiempo de cobertura, como se muestra a continuación.



Point Name	Original Name	Antenna Type	Antenna Heig.	Ant Height Me.	Start Time	Stop Time	Duration
BOGA	BOGA	TRM59800.00	1.511	Vertical	30/11/2018 07:00:00 p.m.	01/12/2018 07:00:00 p.m.	24:00:00
VIVI	VIVI	TRM59800.00	0.152	Vertical	30/11/2018 07:00:00 p.m.	01/12/2018 07:00:00 p.m.	24:00:00
GPS-01	GPS-01	FOIF_A30	1.472	Slant	01/12/2018 10:21:17 a.m.	01/12/2018 07:26:48 p.m.	09:05:31

**Figura 2.1. Tiempo de rastreo GPS-01**  
**Fuente:** INALCON SAS., 2018.



Point Name	Original Name	Antenna Type	Antenna Heig.	Ant Height Me.	Start Time	Stop Time	Duration
BOGA	BOGA	TRM59800.00	1.511	Vertical	02/12/2018 07:00:00 p.m.	03/12/2018 07:00:00 p.m.	24:00:00
VIVI	VIVI	TRM59800.00	0.152	Vertical	02/12/2018 07:00:00 p.m.	03/12/2018 07:00:00 p.m.	24:00:00
GPS-02	GPS-02	FOIF_A30	1.765	Slant	03/12/2018 09:25:04 a.m.	03/12/2018 06:50:53 p.m.	09:25:49

**Figura 2.2. Tiempo de rastreo GPS-02**  
**Fuente:** INALCON SAS., 2018.

La red geodésica secundaria está conformada por todos los otros vértices que no hacen parte de la red principal.

En todos los posicionamientos realizados se configuro la recolección de información de los receptores GPS cada 5 segundos, la máscara de elevación aplicada fue de 13

grados, y en cada una de las respectivas armadas se rectificó que el equipo estuviese centrado y nivelado tanto horizontal como verticalmente a los puntos del posicionamiento, además se llevó control de las horas de inicio y fin de las sesiones, altura instrumental del equipo tomada en todos los puntos de forma Slant o inclinada, y los respectivos datos de los receptores localizados en cada uno de los puntos.

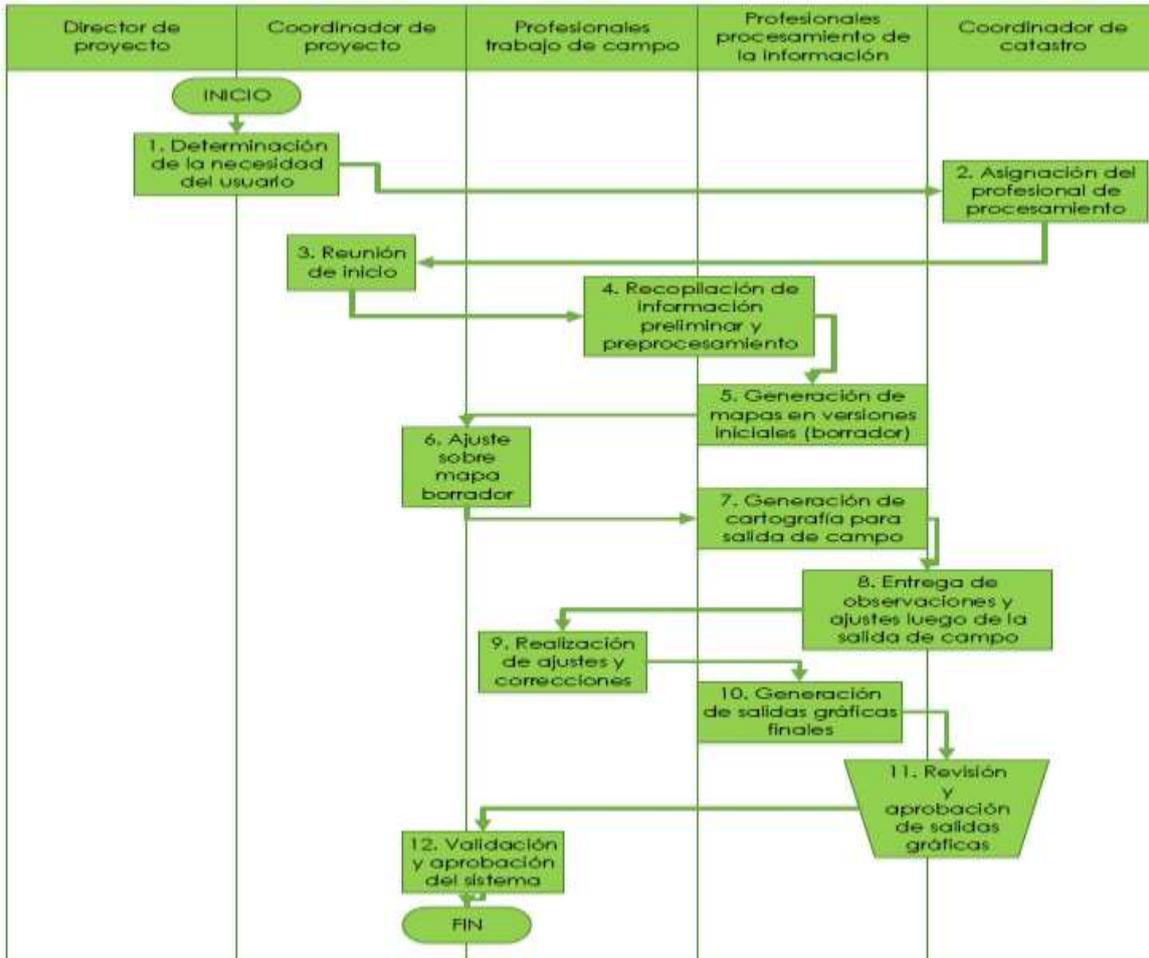
Los detalles del estudio topográfico pueden encontrarse en el Anexo 2.1. del presente documento.

## **2.3 CATASTRO DE POZOS DE INSPECCIÓN**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el catastro de pozos de inspección realizado en cada uno de los sectores rurales

### **2.3.1 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CATASTRO INTEGRAL DEL SISTEMA**

Durante esta etapa se realiza un reconocimiento general de la zona identificando los puntos críticos y los sitios con inconvenientes para el ingreso (esto debido a coberturas vegetales espesas y/o estructuras o condiciones que impidan el ingreso a la inspección los pozos). Igualmente, la consecución del personal técnico idóneo, es de vital importancia para el proyecto; el acompañamiento por parte del Fontanero del Municipio, quien guio al equipo de trabajo y con su experiencia despeja inquietudes del equipo de trabajo. Estas actividades tienen como fin adecuar el terreno y el personal para el inicio de la recolección de la información requerida para el desarrollo del proyecto, como se muestra a continuación:



**Figura 2.3. Metodología para la elaboración del catastro integral del sistema**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., 2018

Las actividades realizadas por parte de la Consultoría, se dividen en dos fases; las cuales se presentan y describen en los siguientes numerales.

FASE	ACTIVIDADES
<b>Trabajo en Campo</b>	Las actividades que se realizan durante el trabajo de campo, contemplan, la realización del catastro de redes, pozos y estructuras y así mismo el levantamiento topográfico.
<b>Trabajo en Oficina</b>	Las actividades que se realizan durante la etapa del trabajo de oficina, contemplan la revisión y comparación de los planos levantados en campo tanto por topografía como por la actividad de catastro, adicionalmente asignan nombres a los pozos y se diligencia su respectiva información tanto en planos como en una matriz de base de datos; finalmente se realizan los planos con toda la información levantada en campo y se generan los formularios dinámicos; los cuales contienen toda la información relacionada a cada una de las estructuras.

**Tabla 2.10. Descripción fases de trabajo.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., 2018

En los numerales 2.3.1.1. y 2.3.1.2., se realiza la descripción detallada de las dos fases presentadas en la tabla 2.12

### 2.3.1.1 ACTIVIDADES EN CAMPO - RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para ejecutar esta actividad se utiliza un grupo conformado por un Coordinador, un Tomador de datos, un Operador Técnico y un ayudante. Con anterioridad el Coordinador se encarga de realizar el trazado de las rutas, validar la información suministrada ya sea por entidades oficiales o particulares y distribuir las cuadrillas por todo el sector teniendo en cuenta que la zona sea inspeccionada en su totalidad. Inicialmente el ayudante, utilizando su herramienta despeja la tapa de la estructura de cualquier material que impida destapar el pozo y teniendo el cuidado de no causar ningún daño se levanta dicha tapa y se despeja el terreno, para que el operador pueda ingresar; se demarca la zona con conos de seguridad para evitar cualquier accidente con el personal ajeno al equipo de trabajo.

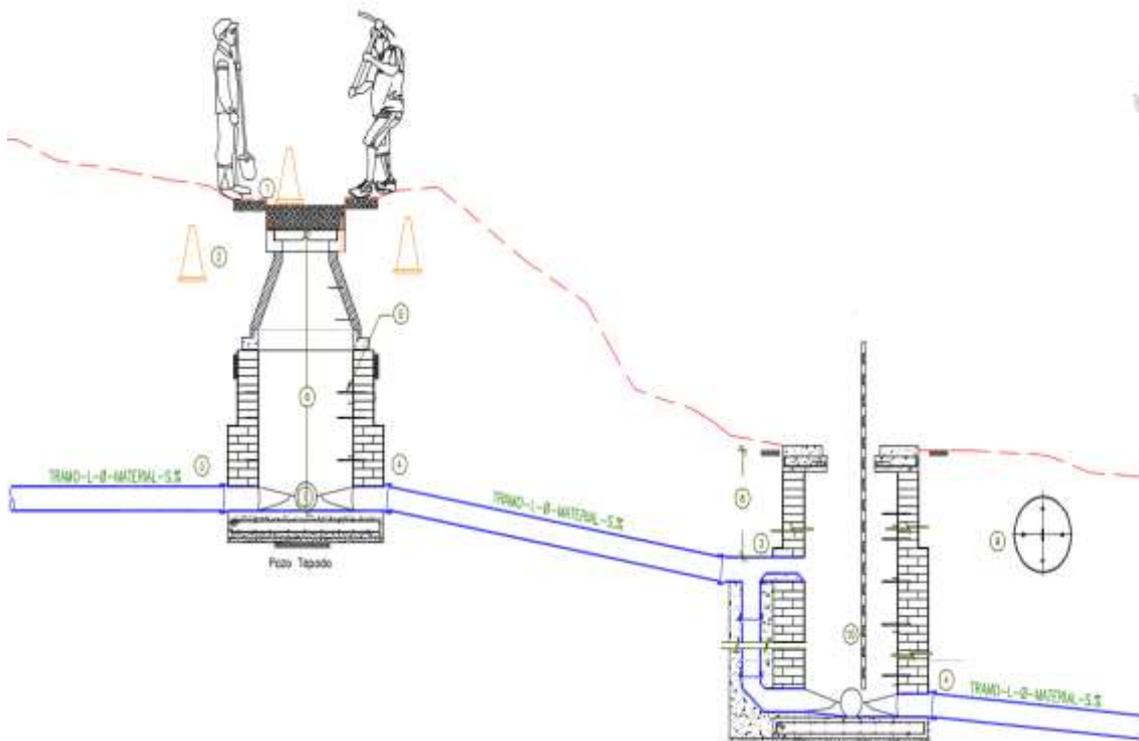


**Figura 2.4. Acordonamiento de la zona.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., 2018

Seguidamente el Operador Técnico, ingresa al pozo y realiza la toma de datos del mismo, como identificación de las tuberías de llegada y de salida, diámetros de las tuberías, conos de reducción, materiales, estado general del pozo y verifica si existe sedimentación o flujo represado; seguidamente estos datos se suministran al Tomador.

Es importante resaltar que el personal que accede al interior del pozo posee todas las medidas de protección exigidas para la seguridad, incluyendo: Escaleras. Tapa Bocas. Arnés. Botas de Seguridad. Casco. etc.



**Figura 2.5. Esquema representativo de toma de datos en campo.**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., 2018

Donde:

1. Cota Terreno.
2. Señalización y Acordonamiento.
3. Tubería de Entrada.
4. Tubería de Salida.
5. Escaleras tipo Gato.
6. Profundidad de Pozo.
7. Cañuela.
8. Cota Clave de Entrada.
9. Tapa de Pozo.
10. Barra de Medición.

El tomador de datos, va diligenciando la ficha técnica de cada pozo, teniendo en cuenta que la información se registre por completo. La ficha se diligencia en su totalidad teniendo en cuenta la importancia de algunos datos como la ubicación exacta del pozo y las profundidades tanto claves como bateas de sus tuberías, igualmente el tomador debe realizar un esquema de localización donde plasme los sentidos de flujo y demás referencias como esquinas, casas cercanas y la dirección exacta. Se toma un registro fotográfico de todo el proceso, desde el pozo sin haber sido intervenido, el pozo siendo intervenido, una panorámica de localización del mismo y finalmente una fotografía del pozo nuevamente tapado para verificar que la tapa del pozo haya quedado en buen estado; tal como se presenta en la figura 2.6.

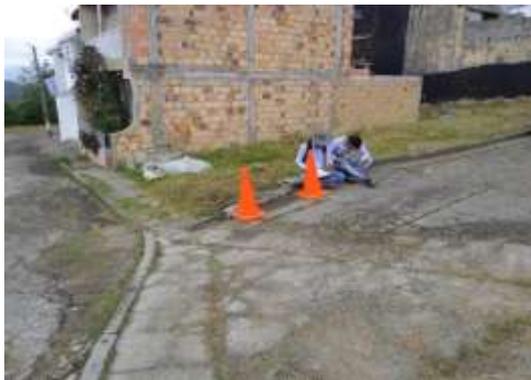
REGISTRO FOTOGRÁFICO POR POZO	
<b>Fotografía A:</b> Pozo, antes de ser intervenido.	<b>Fotografía B:</b> Pozo durante su intervención y toma de datos.
	
<b>Fotografía C:</b> Localización del Pozo a ser inspeccionado.	<b>Fotografía D:</b> Pozo después de haber sido intervenido.
	

**Figura 2.6. Registro fotográfico por pozo.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., 2018

Con el fin de unificar la toma de medidas, la Consultoría estableció un Sistema que corresponde a la ficha técnica de campo, en la cual se referencian las profundidades de los pozos, y de las tuberías que se encuentran en el mismo; así como características de tipo físico (material, estado estructural, estado de servicio y condiciones de flujo)

Finalmente, cuando ya la información se ha diligenciado en la base de datos; se generan los respectivos formularios dinámicos para cada uno de los pozos; cuyo esquema se presenta en la figura 2.7. y adicionalmente estos pueden encontrarse en el anexo 1.3. Formulario Dinámico.



REGISTRO FOTOGRÁFICO SUMIDEROS	
<p><b>Fotografía A:</b> Presenta el sumidero, antes de ser intervenido.</p>	<p><b>Fotografía B:</b> Presenta el sumidero durante su toma de datos e intervención.</p>
	
<p><b>Fotografía C:</b> Presenta la localización general del sumidero.</p>	<p><b>Fotografía D:</b> Presenta el sumideros después de su intervención.</p>
	

**Figura 2.8. Registro fotográfico por sumidero.**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., 2018

Finalmente, cuando ya la información se ha diligenciado en la base de datos; se generan los respectivos formularios dinámicos para cada uno de los sumideros; cuyo esquema se presenta en la figura 2.9.

FICHA TÉCNICA PARA SUMIDEROS							
CONTRATO 835 DE 2018							
							
OBJETO: ELABORAR UN ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO Y MANEJO DE VERTEDEROS EN ZONA RURAL Y/O PERIURBANA DEL DISTRITO CAPITAL.							
NOMBRE DEL CLIENTE			NOMBRE DEL PROYECTO			FECHA DE ELABORACIÓN	
NOMBRE DEL CLIENTE	NOMBRE DEL CLIENTE	NOMBRE DEL CLIENTE	NOMBRE DEL CLIENTE	NOMBRE DEL CLIENTE	NOMBRE DEL CLIENTE	NOMBRE DEL CLIENTE	
COORDENADAS		COORDENADAS		COORDENADAS		COORDENADAS	
ELEVACIÓN		ELEVACIÓN		ELEVACIÓN		ELEVACIÓN	
MATERIAL		MATERIAL		MATERIAL		MATERIAL	
ESTADO		ESTADO		ESTADO		ESTADO	
RECOMENDACIONES							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p style="font-size: small;">1. Si el tipo de sumidero es de tipo A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AK, AL, AM, AN, AO, AP, AQ, AR, AS, AT, AU, AV, AW, AX, AY, AZ, BA, BB, BC, BD, BE, BF, BG, BH, BI, BJ, BK, BL, BM, BN, BO, BP, BQ, BR, BS, BT, BU, BV, BW, BX, BY, BZ, CA, CB, CC, CD, CE, CF, CG, CH, CI, CJ, CK, CL, CM, CN, CO, CP, CQ, CR, CS, CT, CU, CV, CW, CX, CY, CZ, DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG, DH, DI, DJ, DK, DL, DM, DN, DO, DP, DQ, DR, DS, DT, DU, DV, DW, DX, DY, DZ, EA, EB, EC, ED, EE, EF, EG, EH, EI, EJ, EK, EL, EM, EN, EO, EP, EQ, ER, ES, ET, EU, EV, EW, EX, EY, EZ, FA, FB, FC, FD, FE, FF, FG, FH, FI, FJ, FK, FL, FM, FN, FO, FP, FQ, FR, FS, FT, FU, FV, FW, FX, FY, FZ, GA, GB, GC, GD, GE, GF, GG, GH, GI, GJ, GK, GL, GM, GN, GO, GP, GQ, GR, GS, GT, GU, GV, GW, GX, GY, GZ, HA, HB, HC, HD, HE, HF, HG, HH, HI, HJ, HK, HL, HM, HN, HO, HP, HQ, HR, HS, HT, HU, HV, HW, HX, HY, HZ, IA, IB, IC, ID, IE, IF, IG, IH, II, IJ, IK, IL, IM, IN, IO, IP, IQ, IR, IS, IT, IU, IV, IW, IX, IY, IZ, JA, JB, JC, JD, JE, JF, JG, JH, JI, JJ, JK, JL, JM, JN, JO, JP, JQ, JR, JS, JT, JU, JV, JW, JX, JY, JZ, KA, KB, KC, KD, KE, KF, KG, KH, KI, KJ, KK, KL, KM, KN, KO, KP, KQ, KR, KS, KT, KU, KV, KW, KX, KY, KZ, LA, LB, LC, LD, LE, LF, LG, LH, LI, LJ, LK, LL, LM, LN, LO, LP, LQ, LR, LS, LT, LU, LV, LW, LX, LY, LZ, MA, MB, MC, MD, ME, MF, MG, MH, MI, MJ, MK, ML, MM, MN, MO, MP, MQ, MR, MS, MT, MU, MV, MW, MX, MY, MZ, NA, NB, NC, ND, NE, NF, NG, NH, NI, NJ, NK, NL, NM, NN, NO, NP, NQ, NR, NS, NT, NU, NV, NW, NX, NY, NZ, OA, OB, OC, OD, OE, OF, OG, OH, OI, OJ, OK, OL, OM, ON, OO, OP, OQ, OR, OS, OT, OU, OV, OW, OX, OY, OZ, PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG, PH, PI, PJ, PK, PL, PM, PN, PO, PP, PQ, PR, PS, PT, PU, PV, PW, PX, PY, PZ, QA, QB, QC, QD, QE, QF, QG, QH, QI, QJ, QK, QL, QM, QN, QO, QP, QQ, QR, QS, QT, QU, QV, QW, QX, QY, QZ, RA, RB, RC, RD, RE, RF, RG, RH, RI, RJ, RK, RL, RM, RN, RO, RP, RQ, RR, RS, RT, RU, RV, RW, RX, RY, RZ, SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SI, SJ, SK, SL, SM, SN, SO, SP, SQ, SR, SS, ST, SU, SV, SW, SX, SY, SZ, TA, TB, TC, TD, TE, TF, TG, TH, TI, TJ, TK, TL, TM, TN, TO, TP, TQ, TR, TS, TT, TU, TV, TW, TX, TY, TZ, UA, UB, UC, UD, UE, UF, UG, UH, UI, UJ, UK, UL, UM, UN, UO, UP, UQ, UR, US, UT, UY, UV, UW, UX, UY, UZ, VA, VB, VC, VD, VE, VF, VG, VH, VI, VJ, VK, VL, VM, VN, VO, VP, VQ, VR, VS, VT, VU, VV, VW, VX, VY, VZ, WA, WB, WC, WD, WE, WF, WG, WH, WI, WJ, WK, WL, WM, WN, WO, WP, WQ, WR, WS, WT, WU, WV, WW, WX, WY, WZ, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH, XI, XJ, XK, XL, XM, XN, XO, XP, XQ, XR, XS, XT, XU, XV, XW, XX, XY, XZ, YA, YB, YC, YD, YE, YF, YG, YH, YI, YJ, YK, YL, YM, YN, YO, YP, YQ, YR, YS, YT, YU, YV, YW, YX, YY, YZ, ZA, ZB, ZC, ZD, ZE, ZF, ZG, ZH, ZI, ZJ, ZK, ZL, ZM, ZN, ZO, ZP, ZQ, ZR, ZS, ZT, ZU, ZV, ZW, ZX, ZY, ZZ.</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> </div>							
ESTRADA	A	B	C	D	E	F	
NOMBRE DEL SUMIDERO			TIPO DE SUMIDERO		ESTADO		
DIÁMETRO NOMINAL (Pulg)			MATERIAL		MATERIAL		
MATERIAL			MATERIAL		MATERIAL		
ESTADO			ESTADO		ESTADO		
RECOMENDACIONES							
SISTEMA INTEGRADO DE DISEÑO DE CARGAS DEFENSIVAS TÉCNICO							
VERIFICAR	CODIGO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESTADO	MATERIAL	ESTADO	

**Figura 2.9. Ficha catastral de sumideros**  
 Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., 2018

### 2.3.1.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Una vez recolectada la anterior información en campo, el coordinador de campo, toma toda la información recolectada por el equipo de trabajo y haciendo uso de la información suministrada por tanto por la Secretaría Distrital de Hábitat, como por la comunidad de cada uno de los sectores rurales objeto de estudio; se encarga de dibujar en un plano previo todos los pozos inspeccionados y sus respectivos sentidos de flujo; generando así un documento que será base para los trabajos en oficina.

Las actividades desarrolladas en las instalaciones de la Consultoría se describen a continuación:

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Reconocimiento del plano topográfico	Se revisa el plano enviado por topografía para definir la cantidad de pozos que fueron levantados y compararlo con la cantidad de pozos que fueron inspeccionados en campo por los operadores. (Ver Anexo 2.6. Planos)
Comparación de plano físico y topográfico	En esta actividad se compara el plano que el Coordinador de Campo realiza con la ubicación de los pozos, con el plano suministrado por topografía.
Ubicar y asignar número de topografía de pozos	Se toman los formularios enviados por el grupo que realizó las inspecciones en campo y se buscan los pozos en el plano topográfico para asignarles el número de topografía correspondiente a ese punto; en caso de no encontrarse en el plano el Pozo correspondiente al punto, se envía un reporte a topografía para verificar la razón por la cual no se encuentra un punto para asignar al pozo. (Anexo 2.3. – Hoja de Topología)
Digitar información en matriz	La información recolectada por los operadores de campo, se ingresa en su totalidad al formulario digitalizado. (Ver Anexo 1.3. Formulario Dinámico).
Dibujar tramos y sentidos de flujo	Se conectan los pozos de acuerdo a la información que se encuentra en la matriz previamente digitalizada por la persona encargada de esta tarea. (Ver Anexo 2.6. Planos)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Asignar cotas a los pozos	Se toman uno a uno los pozos y se les ubican las líneas de cota en cada uno de los tramos que este tenga, estas líneas deben estar a 60 grados respecto a la línea del eje x. como se especificó hacerlo al inicio de la ejecución del proyecto. (Ver Anexo 2.6. Planos)
Asignar textos a los tramos	Se toman uno a uno los tramos que se generaron en la conexión de los pozos y se les ubica un texto paralelo a la dirección del tramo, el cual contiene la información requerida desde el inicio del proyecto (Numero de tramo, longitud, pendiente, diámetro de tubería y material de la tubería). Después de asignarles los textos a todos los tramos posibles, se ingresa la información específica de cada tramo y por último la numeración de ellos.
Numerar los pozos y los tramos	Se les asigna a cada pozo un número de acuerdo a su ubicación y de una forma coherente y práctica para mayor entendimiento del plano; la misma operación se hace con los tramos generados en la interconexión de los pozos. (Anexo 2.3. – Hoja de Topología)
Preparación del plano	En esta operación, el dibujante especializado está encargado de asignarle al plano los rótulos, notas y demás especificaciones requeridas en el plano.
Hacer relación en matriz	En esta actividad, el equipo de oficina, realiza la comparación de datos enviados tanto por catastro como por topografía, con el fin de corroborar la veracidad de los datos tomados en campo. Una vez verificada la información; esta se digitaliza y se presenta en el Anexo 2.3. – Hoja de Topología
Impresión de los formularios	Una vez corroborados y digitalizados los datos tomados en campo, se procede a su respectiva impresión, con el fin de que sean anexados junto con una copia de los formatos de campo y el plano físico.
Digitalizar en formato PDF los formularios	Después de imprimir los formularios se escanean para tener una base de datos de todos los formularios en caso de pérdida de la información; este escaneo también aplica a los formularios originales de campo.

**Tabla 2.11. Metodología para la construcción del catastro de alcantarillado.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., 2018

A partir de la información recolectada sobre el área de trabajo y la información suministrada por el Operador del Sistema se elaboró un plano haciendo uso del levantamiento topográfico y urbanístico realizado por Inalcon S.A.S.

La información de la red de alcantarillado recolectada en campo y procesada en oficina, se resume en el informe de diagnóstico y sus respectivos planos anexos. (Ver Anexo 2.6. Planos)

### 2.3.2 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS

La definición de los parámetros físicos se lleva a cabo mediante el levantamiento catastral de las redes de alcantarillado existentes y se encuentran asociados a los siguientes parámetros:

1. Longitudes de los colectores.
2. Pendientes de los colectores.
3. Diámetros de los colectores de la red.
4. Material de construcción y/o fabricación de las tuberías.
5. Recubrimiento inicial y final de los colectores.
6. Distancias mínimas con respecto a otras redes. (Redes de Gas, de Acueducto y de Telefonía).

A lo largo del numeral 2.3.2. se presenta la evaluación de los parámetros físicos de la red de alcantarillado existente en cada uno de los Sectores Rurales objeto de estudio. A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de los parámetros físicos mencionados anteriormente para cada uno de los sistemas existentes.

### 2.3.2.1 LONGITUDES RED DE ALCANTARILLADO

En su totalidad, la red de recolección de aguas de la zona rural objeto de este contrato, tiene una longitud total de 7106,0 m que corresponden en su totalidad a la red de alcantarillado de tipo sanitario y sus tuberías manejan diámetros de construcción que oscilan entre las 6" y las 16".

#### ➤ SECTOR RURAL NUEVA GRANADA

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural Nueva Granada está compuesto por 10 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene una longitud total de 344,80 m compuesto por tuberías de diferentes diámetros que varían entre 8", 10", y 12"

En la tabla a continuación se muestra la longitud total de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

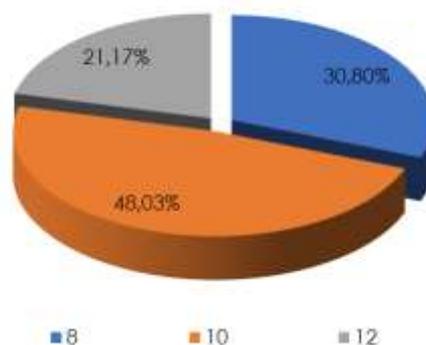
DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
8	106,20	30,80%
10	165,60	48,03%
12	73,00	21,17%
<b>TOTAL</b>	<b>344,80</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.12. Porcentaje y longitud de la red de Nueva Granada por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural Nueva Granada, donde se puede observar que el 48.03% de la tubería está representada por tramos con diámetros de 10" con una longitud de 165,6 m, seguido del 30.8% de tubería con diámetro de 8" correspondiente a 106.2 m de longitud y finalmente se tiene el 21.17% de la tubería con diámetros de 12" correspondiente a 73.0 m.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los diámetros encontrados a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.10. Distribución porcentual tubería sec. Nueva Granada por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

#### ➤ SECTOR RURAL LA UNIÓN

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural La Unión está compuesto por 23 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente,

diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene una longitud total de 806,1 m compuesto por tuberías de diferentes diámetros que varían entre 8", 12", y 16"

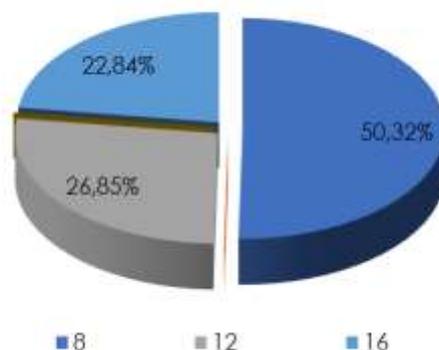
En la tabla a continuación se muestra la longitud total de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
8	405,60	50,32%
12	216,40	26,85%
16	184,10	22,84%
<b>TOTAL</b>	<b>806,10</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.13. Porcentaje y longitud de la red de La Unión por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de La Unión, donde se puede observar que el 50.32% de la tubería está representada por tramos con diámetros de 8" con una longitud de 405.6 m, seguido del 26.85% de tubería con diámetro de 12" correspondiente a 216.4 m de longitud y finalmente se tiene el 22.84% de la tubería con diámetros de 16" correspondiente a 184.1 m.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los diámetros encontrados a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.11. Distribución porcentual tubería sec. La Unión por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

#### ➤ SECTOR RURAL SANTO DOMINGO

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural Santo Domingo está compuesto por 15 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene una longitud total de 436,9 m compuesto por tuberías de diferentes diámetros que varían entre 8" y 12"

En la tabla a continuación se muestra la longitud total de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

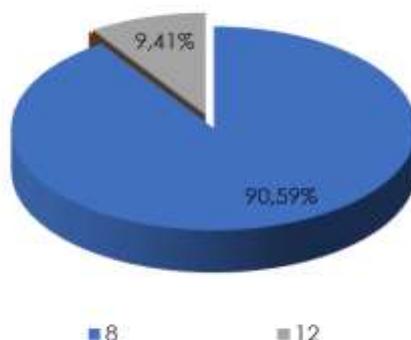
DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
8	395,80	90,59%
12	41,10	9,41%
<b>TOTAL</b>	<b>436,90</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.14. Porcentaje y longitud de la red de Santo Domingo por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de Santo Domingo, donde se puede observar que el 90.59% de la tubería está representada por tramos con diámetros de 8" con una longitud de 395.8m y el restante 9.41% de tubería es de diámetro de 12" correspondiente a 41.1 m de longitud.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los diámetros encontrados a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.12. Distribución porcentual tubería sec. Santo Domingo por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL SAN JUAN

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural San Juan está compuesto por 19 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene una longitud total de 554,6 m compuesto por tuberías de diferentes diámetros que varían entre 8" y 10"

En la tabla a continuación se muestra la longitud total de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

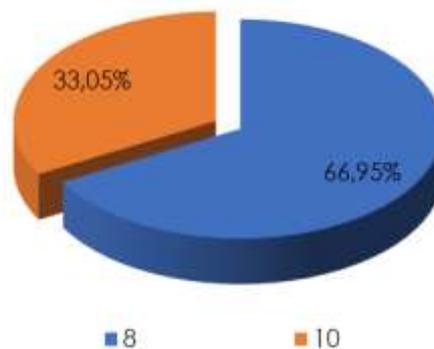
DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
8	371,30	66,95%
10	183,30	33,05%
<b>TOTAL</b>	<b>554,60</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.15. Porcentaje y longitud de la red de San Juan por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de San Juan, donde se puede observar que el 66.95% de la tubería está representada por tramos con diámetros de 8" con una longitud de 371.3 m, y el 33.05% restante es de la tubería con diámetros de 10" correspondiente a 183.3 m.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los diámetros encontrados a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.13. Distribución porcentual tubería sec. San Juan por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

#### ➤ SECTOR RURAL LAS AURAS

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural Las Auras está compuesto por 10 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene una longitud total de 243,3 m compuesto por tuberías de diámetros de 8".

En la tabla a continuación se muestra la longitud total de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
8	243,30	100,00%
<b>TOTAL</b>	<b>243,30</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.16. Porcentaje y longitud de la red de La Las Auras por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de San Juan, donde se puede observar que la red de dicha zona está compuesta en su totalidad por tubería de 8 pulgadas de diámetro correspondientes a 243.3m.



**Figura 2.14. Distribución porcentual tubería sec. Las Auras por diámetro.**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

➤ **SECTOR RURAL NAZARETH**

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural Nazareth está compuesto por 15 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene una longitud total de 1204,2 m compuesto por tuberías de diferentes diámetros que varían entre 8" y 10"

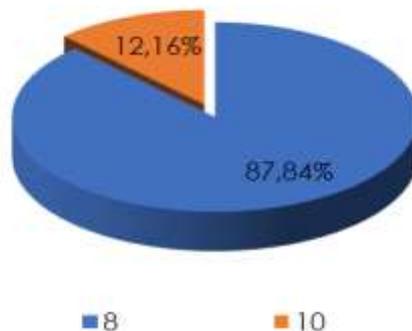
En la tabla a continuación se muestra la longitud total de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
8	1057,80	87,84%
10	146,40	12,16%
<b>TOTAL</b>	<b>1204,20</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.17. Porcentaje y longitud de la red rural de Nazareth por diámetro.**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de Nazareth, donde se puede observar que el 87,84% de la tubería está representada por tramos con diámetros de 8" con una longitud de 1,057,8m y el restante 12,16% de tubería es de diámetro de 10" correspondiente a 146,4 m de longitud.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los diámetros encontrados a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.15. Distribución porcentual tubería sector Nazareth por diámetro.**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL BETANIA

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural Betania está compuesto por 21 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene una longitud total de 535,00 m compuesto por tuberías de diferentes diámetros que varían entre 8" y 10"

En la tabla a continuación se muestra la longitud total de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

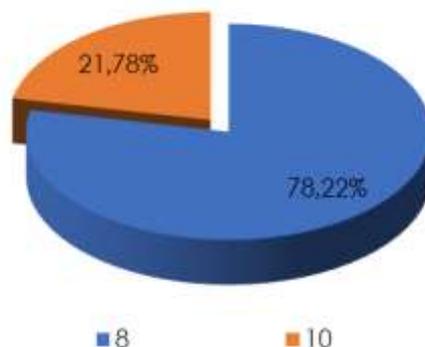
DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
8	418,50	78,22%
10	116,50	21,78%
<b>TOTAL</b>	<b>535,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.18. Porcentaje y longitud de la red de Betania por diámetro.**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de Santo Domingo, donde se puede observar que el 78,22% de la tubería está representada por tramos con diámetros de 8" con una longitud de 418,50m y el restante 21,78% de tubería es de diámetro de 10" correspondiente a 116,5 m de longitud.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los diámetros encontrados a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.16. Distribución porcentual tubería sec. Betania por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL PASQUILLA

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural Pasquilla está compuesto por 43 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene una longitud total de 1705,10 m compuesto por tuberías de diferentes diámetros que varían entre 6", 8", 12" y 16"

En la tabla a continuación se muestra la longitud total de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

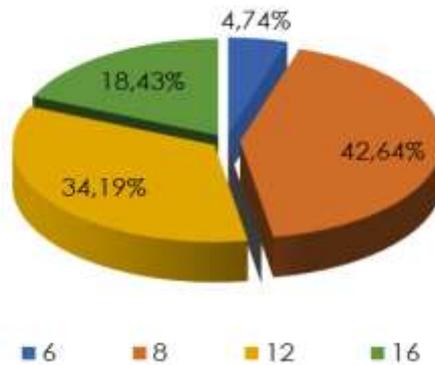
DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
6	80,80	4,74%
8	727,10	42,64%
12	583,00	34,19%
16	314,20	18,43%
<b>TOTAL</b>	<b>1705,10</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.19. Porcentaje y longitud de la red de Pasquilla por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de Pasquilla, donde se puede observar que el 42,64% de la tubería está representada por tramos con diámetros de 8" con una longitud de 727,10m, seguido del 34,19% de diámetro de 12" y 583,00m de longitud, seguido del 18,43% correspondiente al diámetro de 16" con 314,20m de longitud y finalmente, el restante 4,74% de tubería es de diámetro de 6" correspondiente a 80,8 m de longitud.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los diámetros encontrados a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.17. Distribución porcentual tubería sec. Pasquilla por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL MOCHUELO ALTO

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural Mochuelo Alto está compuesto por 40 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene una longitud total de 1276,00 m compuesto por tuberías de diferentes diámetros que varían entre 8" y 10"

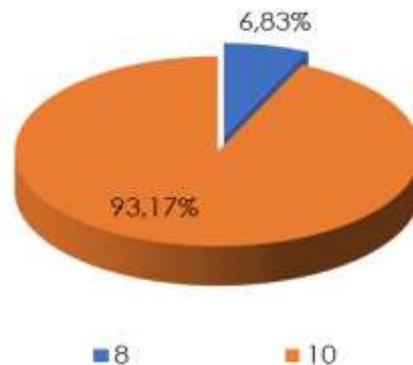
En la tabla a continuación se muestra la longitud total de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
8	87,20	6,83%
10	1188,80	93,17%
<b>TOTAL</b>	<b>1,276.00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.20. Porcentaje y longitud de la red de Mochuelo Alto por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de Mochuelo Alto, donde se puede observar que el 93,17% de la tubería está representada por tramos con diámetros de 10" con una longitud de 1188,80m y el restante 6,83% de tubería es de diámetro de 8" correspondiente a 87,2 m de longitud.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los diámetros encontrados a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.18. Distribución porcentual tubería sec. Mochuelo Alto por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### 2.3.2.2 PENDIENTES DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Con base en la Resolución 0330 de 2017: "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009".

La pendiente mínima real permitida en el colector de alcantarillado sanitario es aquella que permita una velocidad que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 1,0 Pa. Los criterios de velocidad y esfuerzo cortante se deben determinar para el caudal de diseño, en las condiciones iniciales y finales del periodo de diseño.

A continuación, se presenta el análisis de las pendientes de tubería identificadas en la red de alcantarillado sanitario de la zona rural objeto del contrato en referencia, agrupadas en rangos desde 0%-0,5% hasta pendientes mayores al 8%.

#### ➤ SECTOR RURAL NUEVA GRANADA

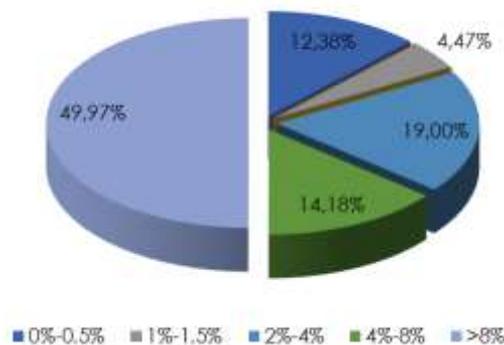
En el Sistema de Alcantarillado Sanitario de la zona rural de Nueva Granada se identificaron 5 tramos con pendientes mayores a 8% con una longitud de 172,30 m representando el 49,97% de la red sanitaria, seguidos de 2 tramos con pendientes entre 2%-4% con una longitud de 65,50 m que representa el 19,00% del sistema, seguido se encuentra el rango de pendiente entre 4%-8% representado por un total de 1 tramo con una longitud de 48,90 m representado el 14,18%, seguido encontramos otro tramo con pendientes que se encuentran en el rango de 1%-1,5% que cuentan con 15,40m de longitud lo que corresponde a un 4,47% y finalmente encontramos 1 tramo que tiene pendientes en el rango de 0% a 0,5% que representan 12,38% con un longitud de 42,70 m.

La siguiente tabla muestra la cantidad de tramos con su respectiva longitud clasificados según el rango de pendiente a la cual correspondan.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE	PENDIENTE	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
0%-0.5%	1,00	10,00%	0%-0.5%	42,70	12,38%
0.5% - 1%	0,00	0,00%	0.5% - 1%	0,00	0,00%
1%-1.5%	1,00	10,00%	1%-1.5%	15,40	4,47%
1.5%-2%	0,00	0,00%	1.5%-2%	0,00	0,00%
2%-4%	2,00	20,00%	2%-4%	65,50	19,00%
4%-8%	1,00	10,00%	4%-8%	48,90	14,18%
>8%	5,00	50,00%	>8%	172,30	49,97%
TOTAL	10,00	100,00%	TOTAL	344,80	100,00%

**Tabla 2.21. Porcentaje de pendientes tramos y long. alcantarillado Nva. Granada**  
 Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los rangos de las pendientes por tramo encontradas en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.19. Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Nueva Granada**  
 Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL LA UNIÓN

En el Sistema de Alcantarillado Sanitario de la zona rural de La Unión se identificaron 10 tramos con pendientes mayores a 8% con una longitud de 268,40 m representando el 33,30% de la red sanitaria, seguidos de 5 tramos con pendientes entre 4%-8% con una longitud de 185,10 m que representa el 22,96% del sistema, seguido se encuentra el rango de pendiente entre 0%-0.5% representado por un total de 3 tramos con una longitud de 140,40 m representado el 17,42%, seguido encontramos otros 2 tramos con pendientes que se encuentran en el rango de 0,5%-1% que cuentan con 79,90m de longitud lo que corresponde a un 9,91%, continuando, se tiene con 2 tramos que tienen pendientes en el rango de 2% a 4% que representan 10,28% con un longitud de 82,90 m y finalmente se cuenta con un tramo en el rango de pendientes entre 1,5% - 2% de 49,40m correspondientes al 6,13% restante.

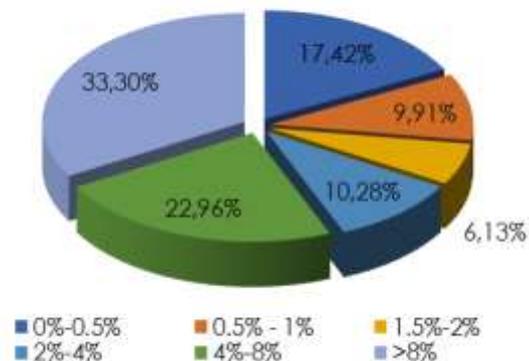
La siguiente tabla muestra la cantidad de tramos con su respectiva longitud clasificados según el rango de pendiente a la cual correspondan.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE	PENDIENTE	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
0%-0.5%	3,00	13,04%	0%-0.5%	140,40	17,42%
0.5% - 1%	2,00	8,70%	0.5% - 1%	79,90	9,91%
1%-1.5%	0,00	0,00%	1%-1.5%	0,00	0,00%
1.5%-2%	1,00	4,35%	1.5%-2%	49,40	6,13%
2%-4%	2,00	8,70%	2%-4%	82,90	10,28%
4%-8%	5,00	21,74%	4%-8%	185,10	22,96%
>8%	10,00	43,48%	>8%	268,40	33,30%
TOTAL	23,00	100,00%	TOTAL	806,10	100,00%

**Tabla 2.22. Porcentaje de pendientes en tramos y long. alcantarillado La Unión**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los rangos de las pendientes por tramo encontradas en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.20. Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado La Unión**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

#### ➤ SECTOR RURAL SANTO DOMINGO

En el Sistema de Alcantarillado Sanitario de la zona rural de Santo Domingo se identificaron 8 tramos con pendientes mayores a 8% con una longitud de 138,30 m representando el 31,65% de la red sanitaria, seguidos de 3 tramos con pendientes entre 4%-8% con una longitud de 222,00 m que representa el 50,81% del sistema, seguido se encuentra el rango de pendiente entre 2%-4% representado por un total de 2 tramos con una longitud de 54,70 m representado el 12,52%, seguido encontramos otro tramo con pendientes que se encuentran en el rango de 1%-1,5% que cuentan con 9,00m de longitud lo que corresponde a un 2,06% y finalmente encontramos 1 tramo que tiene pendientes en el rango de 0% a 0,5% que representan 6,67% con un longitud de 12,90 m.

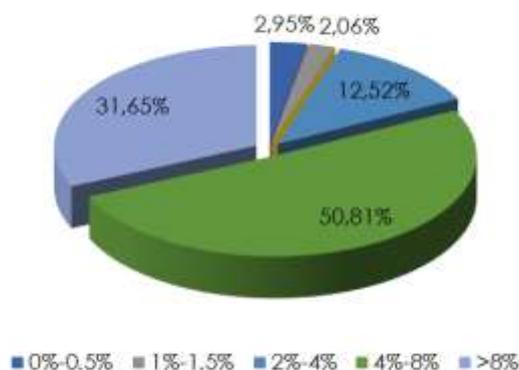
La siguiente tabla muestra la cantidad de tramos con su respectiva longitud clasificados según el rango de pendiente a la cual correspondan.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE	PENDIENTE	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
0%-0.5%	1,00	6,67%	0%-0.5%	12,90	2,95%
1%-1.5%	1,00	6,67%	1%-1.5%	9,00	2,06%
2%-4%	2,00	13,33%	2%-4%	54,70	12,52%
4%-8%	3,00	20,00%	4%-8%	222,00	50,81%
>8%	8,00	53,33%	>8%	138,30	31,65%
TOTAL	15,00	100,00%	TOTAL	436,90	100,00%

**Tabla 2.23. Pendientes en tramos y long. Alcantarillado Sto Domingo**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los rangos de las pendientes por tramo encontradas en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.21. Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Sto Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

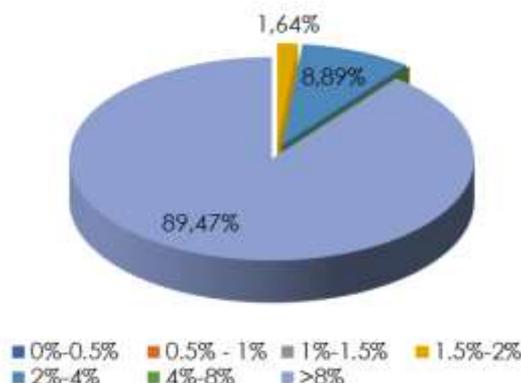
### ➤ SECTOR RURAL SAN JUAN

En el Sistema de Alcantarillado Sanitario de la zona rural de San Juan se identificaron 16 tramos con pendientes mayores a 8% con una longitud de 496,20 m representando el 89,47% de la red sanitaria, seguidos de 2 tramos con pendientes entre 2%-4% con una longitud de 49,30 m que representa el 8,89% del sistema y finalmente encontramos 1 tramo que tiene pendientes en el rango de 1,5% a 2% que representan 1,64% con una longitud de 9,10 m. La siguiente tabla muestra la cantidad de tramos con su respectiva longitud clasificados según el rango de pendiente a la cual correspondan.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE	PENDIENTE	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
1.5%-2%	1,00	5,26%	1.5%-2%	9,10	1,64%
2%-4%	2,00	10,53%	2%-4%	49,30	8,89%
>8%	16,00	84,21%	>8%	496,20	89,47%
TOTAL	19,00	100,00%	TOTAL	554,60	100,00%

**Tabla 2.24. Porcentaje de pendientes en tramos y long. alcantarillado San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los rangos de las pendientes por tramo encontradas en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.22. Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

➤ **SECTOR RURAL LAS AURAS**

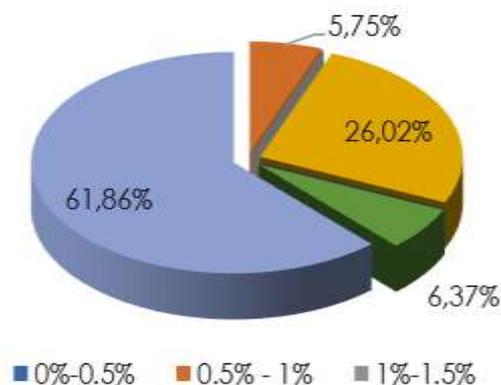
En el Sistema de Alcantarillado Sanitario de la zona rural de Las Auras se identificaron 7 tramos con pendientes mayores a 8% con una longitud de 150,50 m representando el 61,86% de la red sanitaria, seguidos de 1 tramo con pendientes entre 1.5%-2% con una longitud de 63,30 m que representa el 26,02% del sistema, seguido se encuentra el rango de pendiente entre 4%-8% representado por un total de 1 tramo con una longitud de 15,50 m representando el 6,37%, seguido encontramos el último tramo con pendientes que se encuentran en el rango de 0.5%-1,0% que cuentan con 14,00m de longitud lo que corresponde a un 5,75%.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE	PENDIENTE	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
0.5% - 1%	1,00	10,00%	0.5% - 1%	14,00	5,75%
1.5%-2%	1,00	10,00%	1.5%-2%	63,30	26,02%
4%-8%	1,00	10,00%	4%-8%	15,50	6,37%
>8%	7,00	70,00%	>8%	150,50	61,86%
TOTAL	10,00	100,00%	TOTAL	243,30	100,00%

**Tabla 2.25. Porcentaje de pendientes en tramos y long. alcantarillado Las Auras**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los rangos de las pendientes por tramo encontradas en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.23. Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Las Auras**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

➤ **SECTOR RURAL NAZARETH**

En el Sistema de Alcantarillado Sanitario de la zona rural de Nazareth se identificaron 21 tramos con pendientes mayores a 8% con una longitud de 822,60 m representando el 68,31% de la red sanitaria, seguidos de 5 tramos con pendientes entre 4%-8% con una longitud de 215,00 m que representa el 17,85% del sistema, seguido se encuentra el rango de pendiente entre 2%-4% representado por un total de 2 tramos con una longitud de 99,40 m representado el 8,25%, seguido finalmente encontramos 2 tramos que tienen pendientes en el rango de 0.5% a 1% que representan 5,58% con un longitud de 67,20 m.

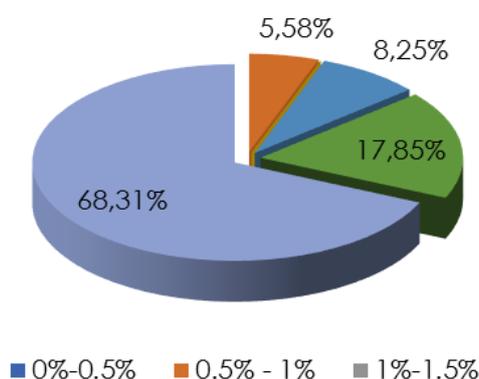
La siguiente tabla muestra la cantidad de tramos con su respectiva longitud clasificados según el rango de pendiente a la cual correspondan.

PENDIENTE	TRAMOS	PENDIENTE	PENDIENTE	LONGITUD (m)	PENDIENTE
0.5% - 1%	2,00	6,67%	0.5% - 1%	67,20	5,58%
2%-4%	2,00	6,67%	2%-4%	99,40	8,25%
4%-8%	5,00	16,67%	4%-8%	215,00	17,85%
>8%	21,00	70,00%	>8%	822,60	68,31%
TOTAL	30,00	100,00%	TOTAL	1204,20	100,00%

**Tabla 2.26. Porcentaje de pendientes en tramos y long. alcantarillado Nazareth**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los rangos de las pendientes por tramo encontradas en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.24. Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Nazareth**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL BETANIA

En el Sistema de Alcantarillado Sanitario de la zona rural de Betania se identificaron 12 tramos con pendientes mayores a 8% con una longitud de 281,10 m representando el 52,54% de la red sanitaria, seguidos de 4 tramos con pendientes entre 4%-8% con una longitud de 137,10 m que representa el 25,63% del sistema, seguido se encuentra el rango de pendiente entre 1%-1.5% representado por un total de 4 tramos con una longitud de 72,90 m representado el 13,63%, seguido encontramos otro tramo con pendientes que se encuentran en el rango de 2%-4% que cuentan con 43,90m de longitud lo que corresponden a un 8,21%.

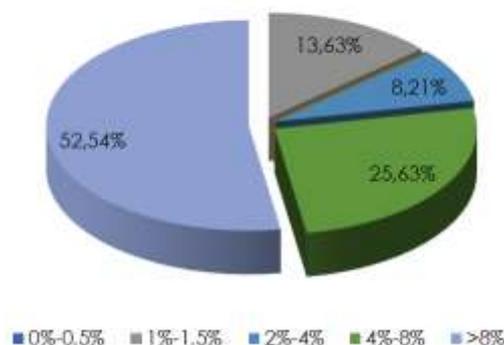
La siguiente tabla muestra la cantidad de tramos con su respectiva longitud clasificados según el rango de pendiente a la cual correspondan.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE	PENDIENTE	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
1%-1.5%	4,00	19,05%	1%-1.5%	72,90	13,63%
2%-4%	1,00	4,76%	2%-4%	43,90	8,21%
4%-8%	4,00	19,05%	4%-8%	137,10	25,63%
>8%	12,00	57,14%	>8%	281,10	52,54%
TOTAL	21,00	100,00%	TOTAL	535,00	100,00%

**Tabla 2.27. Porcentaje de pendientes en tramos y long. alcantarillado Betania**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los rangos de las pendientes por tramo encontradas en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.25. Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Betania**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL PASQUILLA

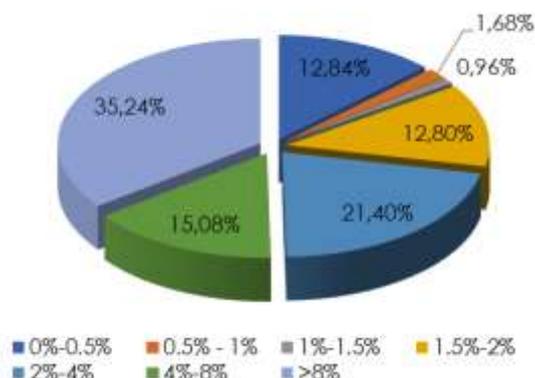
En el Sistema de Alcantarillado Sanitario de la zona rural de Pasquilla se identificaron 14 tramos con pendientes mayores a 8% con una longitud de 608,80 m representando el 35,24% de la red sanitaria, seguidos de 11 tramos con pendientes entre 2%-4% con una longitud de 364,90 m que representa el 21,40% del sistema, seguido se encuentra el rango de pendiente entre 4%-8% representado por un total de 5 tramos con una longitud de 257,20 m representado el 15,08%, seguido encontramos otros 5 tramos con pendientes que se encuentran en el rango de 0%-0,5% que cuentan con 218,90m de longitud lo que corresponde a un 12,84%, posterior a ello, se tiene el intervalo de pendiente entre 1.5% a 2% que tiene 6 tramos con 218,30m correspondientes al 12,80% del sistema, seguido, está el intervalo entre 0.5% a 1% que cuenta con 27,70m que corresponden al 1,68% y finalmente encontramos 1 tramo que tiene pendientes en el rango de 1% a 1,5% que representan 0,96% con un longitud de 16,30 m.

La siguiente tabla muestra la cantidad de tramos con su respectiva longitud clasificados según el rango de pendiente a la cual correspondan.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE	PENDIENTE	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
0%-0.5%	5,00	11,63%	0%-0.5%	218,90	12,84%
0.5% - 1%	1,00	2,33%	0.5% - 1%	28,70	1,68%
1%-1.5%	1,00	2,33%	1%-1.5%	16,30	0,96%
1.5%-2%	6,00	13,95%	1.5%-2%	218,30	12,80%
2%-4%	11,00	25,58%	2%-4%	364,90	21,40%
4%-8%	5,00	11,63%	4%-8%	257,20	15,08%
>8%	14,00	32,56%	>8%	600,80	35,24%
TOTAL	43,00	100,00%	TOTAL	1705,10	100,00%

**Tabla 2.28. Porcentaje de pendientes en tramos y long. Alcantarillado Pasquilla**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los rangos de las pendientes por tramo encontradas en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.26. Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

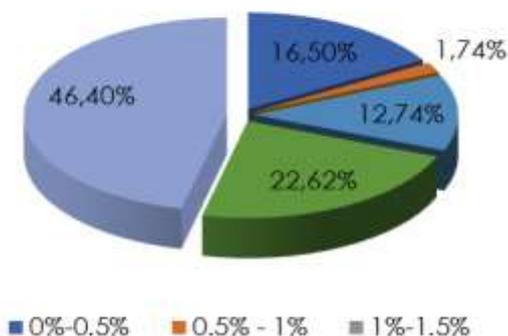
### ➤ SECTOR RURAL MOCHUELO ALTO

En el Sistema de Alcantarillado Sanitario de la zona rural de Mochuelo Alto se identificaron 19 tramos con pendientes mayores a 8% con una longitud de 592,10 m representando el 46,40% de la red sanitaria, seguidos de 10 tramos con pendientes entre 4%-8% con una longitud de 288,60 m que representa el 22,62% del sistema, seguido se encuentra el rango de pendiente entre 0%-0.5% representado por un total de 7 tramos con una longitud de 210,50 m representando el 16,50%, seguido encontramos otros 3 tramos con pendientes que se encuentran en el rango de 2%-4% que cuentan con 162,60m de longitud lo que corresponde a un 12,74% y finalmente encontramos 1 tramo que tiene pendientes en el rango de 0.5% a 1,0% que representan 1,74% con un longitud de 22,20 m. La siguiente tabla muestra la cantidad de tramos con su respectiva longitud clasificados según el rango de pendiente a la cual correspondan.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE	PENDIENTE	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
0%-0.5%	7,00	17,50%	0%-0.5%	210,50	16,50%
0.5% - 1%	1,00	2,50%	0.5% - 1%	22,20	1,74%
1%-1.5%	0,00	0,00%	1%-1.5%	0,00	0,00%
1.5%-2%	0,00	0,00%	1.5%-2%	0,00	0,00%
2%-4%	3,00	7,50%	2%-4%	162,60	12,74%
4%-8%	10,00	25,00%	4%-8%	288,60	22,62%
>8%	19,00	47,50%	>8%	592,10	46,40%
TOTAL	40,00	100,00%	TOTAL	1276,00	100,00%

**Tabla 2.29. Porc. de pendientes en tramos y long. alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de cada uno de los rangos de las pendientes por tramo encontradas en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.27. Porcentaje pendiente tubería por long. alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### 2.3.2.3 DIÁMETROS DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Con base en la Resolución 330 de 2017, como criterio de selección del diámetro interno real mínimo de las tuberías en alcantarillados sanitarios, se tiene que: "El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado sanitario es 170mm. Para poblaciones menores de 2.500 habitantes el diámetro interno real permitido es de 140mm."

Conforme en lo escrito en el párrafo anterior, se dispone a continuación, a presentar el análisis de los diámetros de tubería identificados en la red de alcantarillado sanitario de la zona rural objeto del contrato en referencia.

En la zona de estudio, se cuenta con un nivel de complejidad con el cual se presentan diámetros que varían desde 6" hasta los diámetros máximos de 16". A continuación, se presenta la ubicación geográfica de los tramos y los diámetros de fabricación de los colectores de la red.

#### ➤ SECTOR RURAL NUEVA GRANADA

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural Nueva Granada está compuesto por 10 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene 3 diámetros de tubería utilizados, de 8", 10" y 12".

En la tabla a continuación se muestra la cantidad de tramos de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

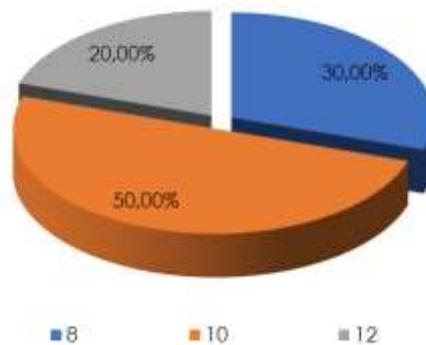
DIÁMETRO (")	TRAMOS	PORCENTAJE
8	3,00	30,00%
10	5,00	50,00%
12	2,00	20,00%
<b>Total</b>	<b>10,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.30. Porcentaje y tramos de la red de Nueva Granada por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de Nueva Granada, donde se puede observar que el 50% de la tubería está representada por 5 tramos con

diámetros de 10", seguido del 30% de tubería con diámetro de 8" correspondiente a 3 tramos y finalmente se tiene el 20% de la tubería con diámetros de 12" correspondiente a 2 tramos.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de la cantidad de tramos de tubería de la zona a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario en relación con sus diámetros.



**Figura 2.28. Distribución porc. de tramos de tubería sec. Nva Granada por diámetro.**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

#### ➤ SECTOR RURAL LA UNIÓN

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural La Unión está compuesto por 23 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene 3 diámetros de tubería utilizados, de 8", 12" y 16".

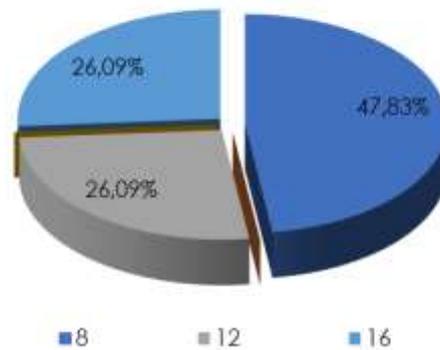
En la tabla a continuación se muestra la cantidad de tramos de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

DIÁMETRO (")	TRAMOS	PORCENTAJE
8	11,00	47,83%
12	6,00	26,09%
16	6,00	26,09%
<b>Total</b>	<b>23,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.31. Porcentaje y tramos de la red de La Unión por diámetro.**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de La Unión, donde se puede observar que el 47,83% de la tubería está representada por 11 tramos con diámetros de 8", seguido del 26,09% de tubería con diámetro de 12" correspondiente a 6 tramos y finalmente se tiene el 26,09% de la tubería con diámetros de 16" correspondiente a 6 tramos.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de la cantidad de tramos de tubería de la zona a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario en relación con sus diámetros.



**Figura 2.29. Distribución porc. de tramos de tubería sec. La Unión por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL SANTO DOMINGO

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural Santo Domingo está compuesto por 15 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene 2 diámetros de tubería utilizados, de 8" y 12".

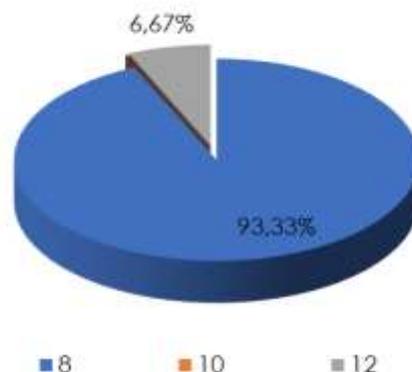
En la tabla a continuación se muestra la cantidad de tramos de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

DIÁMETRO (")	TRAMOS	PORCENTAJE
8	14,00	93,33%
12	1,00	6,67%
<b>Total</b>	<b>15,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.32. Porcentaje y tramos de la red de Santo Domingo por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de Santo Domingo, donde se puede observar que el 93,33% de la tubería está representada por 14 tramos con diámetros de 8" y seguido, el 6,67% de tubería con diámetro de 12" correspondiente a 1 tramo.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de la cantidad de tramos de tubería de la zona a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario en relación con sus diámetros.



**Figura 2.30. Distribución porc. de tramos de tubería sec. Santo Domingo por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL SAN JUAN

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural San Juan está compuesto por 19 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene 2 diámetros de tubería utilizados, de 8" y 10".

En la tabla a continuación se muestra la cantidad de tramos de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

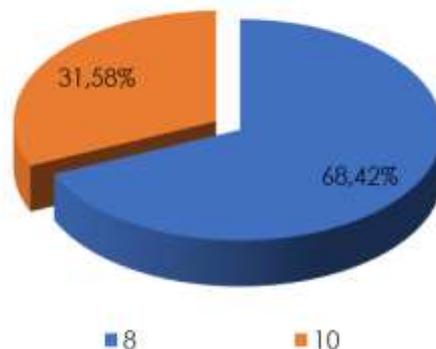
DIÁMETRO (")	TRAMOS	PORCENTAJE
8	13,00	68,42%
10	6,00	31,58%
<b>Total</b>	<b>19,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.33. Porcentaje y tramos de la red de San Juan por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de San Juan, donde se puede observar que el 68,42% de la tubería está representada por 13 tramos con diámetros de 8" y seguido, el 31,58% de tubería con diámetro de 10" correspondiente a 6 tramos.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de la cantidad de tramos de tubería de la zona a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario en relación con sus diámetros.



**Figura 2.31. Distribución porc. de tramos de tubería sec. San Juan por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL LAS AURAS

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural Las Auras está compuesto por 10 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector sólo tiene 1 diámetro de tubería utilizado de 8".

En la tabla a continuación se muestra la cantidad de tramos de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

DIÁMETRO (")	TRAMOS	PORCENTAJE
8	10,00	100,00%
<b>Total</b>	<b>10,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.34. Porcentaje y tramos de la red de Las Auras por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de Las Auras, donde se puede observar que el 100% de la tubería está representada por 10 tramos con diámetros de 8".

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de la cantidad de tramos de tubería de la zona a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario en relación con sus diámetros.



**Figura 2.32. Distribución porc. de tramos de tubería sec. Las Auras por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL NAZARETH

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural Nazareth está compuesto por 30 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene 2 diámetros de tubería utilizados de 8" y 10".

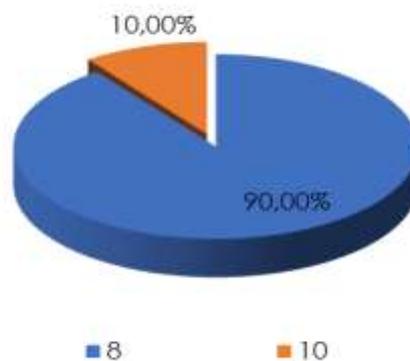
En la tabla a continuación se muestra la cantidad de tramos de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

DIÁMETRO (")	TRAMOS	PORCENTAJE
8	27,00	90,00%
10	3,00	10,00%
<b>Total</b>	<b>30,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.35. Porcentaje y tramos de la red de Nazareth por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de Nazareth, donde se puede observar que el 90% de la tubería está representada por 27 tramos con diámetros de 8" y el 10% restante por 3 tramos de 10" de diámetro.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de la cantidad de tramos de tubería de la zona a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario en relación con sus diámetros.



**Figura 2.33. Distribución porc. de tramos de tubería sec. Nazareth por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL BETANIA

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural de Betania está compuesto por 21 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene 2 diámetros de tubería utilizados de 8" y 10".

En la tabla a continuación se muestra la cantidad de tramos de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

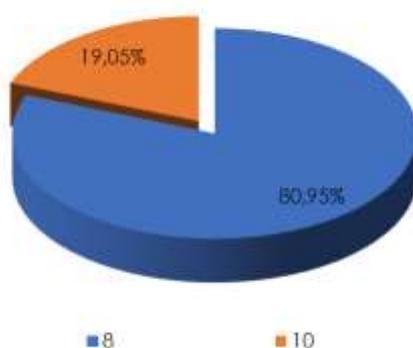
DIÁMETRO (")	TRAMOS	PORCENTAJE
8	17,00	80,95%
10	4,00	19,05%
<b>Total</b>	<b>21,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.36. Porcentaje y tramos de la red de Betania por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de Betania, donde se puede observar que el 80,95% de la tubería está representada por 17 tramos con diámetros de 8" y el 19,05% restante por 4 tramos de 10" de diámetro.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de la cantidad de tramos de tubería de la zona a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario en relación con sus diámetros.



**Figura 2.34. Distribución porc. de tramos de tubería sec. Betania por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

## ➤ SECTOR RURAL PASQUILLA

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural de Pasquilla está compuesto por 43 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene 4 diámetros de tubería utilizados de 6", 8", 12" y 16".

En la tabla a continuación se muestra la cantidad de tramos de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

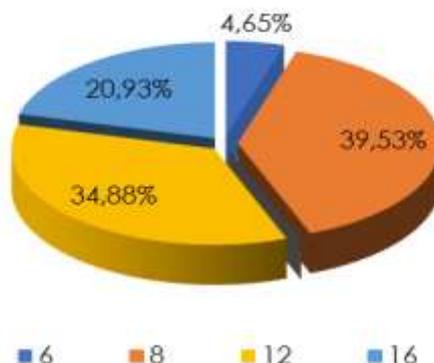
DIÁMETRO (")	TRAMOS	PORCENTAJE
6	2,00	4,65%
8	17,00	39,53%
12	15,00	34,88%
16	9,00	20,93%
<b>Total</b>	<b>43,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.37. Porcentaje y tramos de la red de Betania por diámetro.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de Pasquilla, donde se puede observar que el 39,53% de la tubería está representada por 17 tramos con diámetros de 8", el 34,88% de 12" de diámetros representados en 15 tramos, el 20,93% de 9 tramos de 16" y el 4,65% restante por 2 tramos de 6" de diámetro.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de la cantidad de tramos de tubería de la zona a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario en relación con sus diámetros.



**Figura 2.35. Distribución porc. de tramos de tubería sec. Betania por diámetro.**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

#### ➤ SECTOR RURAL MOCHUELO ALTO

El Sistema de Alcantarillado Sanitario del área rural de Mochuelo Alto está compuesto por 40 tramos, a los cuales se les evaluó las condiciones físicas como longitud, pendiente, diámetro, material de construcción y recubrimiento para posteriormente determinar en los siguientes numerales los parámetros hidráulicos que estos condicionan.

La Red de Alcantarillado Sanitario del sector tiene 2 diámetros de tubería utilizados de 8" y 10".

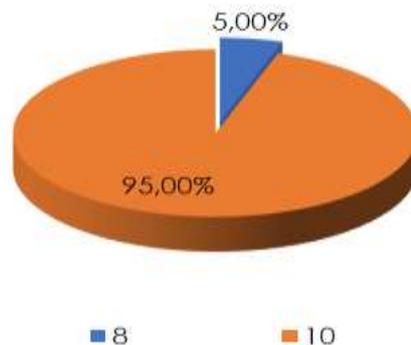
En la tabla a continuación se muestra la cantidad de tramos de acuerdo a cada uno de los diámetros de construcción.

DIÁMETRO (")	TRAMOS	PORCENTAJE
8	2,00	5,00%
10	38,00	95,00%
<b>Total</b>	<b>40,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.38. Porcentaje y tramos de la red de Mochuelo Alto por diámetro.**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la tabla anterior se muestra la distribución porcentual del diámetro de la tubería en la red del sistema de alcantarillado sanitario de la zona rural de Mochuelo Alto, donde se puede observar que el 95,00% de la tubería está representada por 38 tramos con diámetros de 10" y el 5% restante por 2 tramos de 8" de diámetro.

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de la cantidad de tramos de tubería de la zona a lo largo de la Red de Alcantarillado Sanitario en relación con sus diámetros.



**Figura 2.36. Distribución porc. de tramos de tubería sec. Mochuelo Alto por diámetro.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

#### 2.3.2.4 MATERIAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Según el Artículo 45 de la Resolución 330 de 2017, como criterio de selección del material de las tuberías se tiene que: " Se debe soportar la selección del material utilizado en el proyecto de acueducto y alcantarillado mediante una comparación multicriterio entre diversos materiales de las tuberías. Deben tenerse en cuenta, como mínimo, los siguientes aspectos: capacidad estructural, durabilidad, capacidad hidráulica, hermeticidad, compatibilidad con las características del agua que se va a transportar, características del suelo, costos y condiciones del mercado de la zona, facilidad de manejo, colocación e instalación y facilidad de mantenimiento, reparación y/o rehabilitación."

#### ➤ SECTOR RURAL NUEVA GRANADA

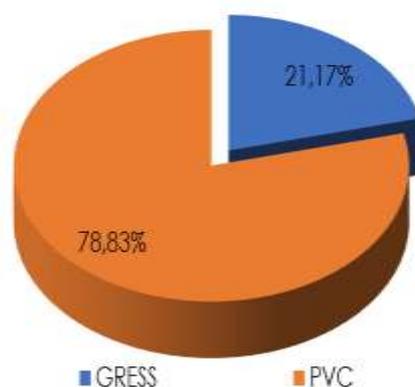
A lo largo de la red de alcantarillado sanitario del sector Rural Nueva Granada, se encontró que el uso de los materiales varía con las siguientes proporciones, 271,80 m correspondientes al 78,83% son de PVC, y el 21,17% representado por 73,00 m son de Gress.

En la siguiente tabla presenta la información referente a los materiales de construcción del Alcantarillado Sanitario encontrados en la zona.

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
GRESS	73,00	21,17%
PVC	271,80	78,83%
<b>TOTAL</b>	<b>344,80</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.39 Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Nueva Granada.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la siguiente figura se puede muestran los valores porcentuales de los materiales de la tubería obtenidos en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.37. Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Nva. Granada.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL LA UNIÓN

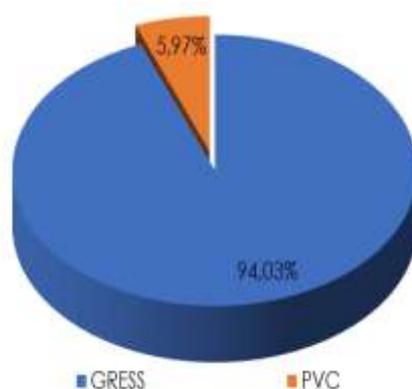
A lo largo de la red de alcantarillado sanitario del sector Rural La Unión, se encontró que el uso de los materiales varía con las siguientes proporciones, 758,00 m correspondientes al 94,03% son de Gress, y el 5,97% representado por 48,10 m son de PVC.

En la siguiente tabla presenta la información referente a los materiales de construcción del Alcantarillado Sanitario encontrados en la zona.

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
GRESS	758,00	94,03%
PVC	48,10	5,97%
<b>TOTAL</b>	<b>806,10</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.40 Material en la tubería de alcantarillado sanitario de La Unión.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la siguiente figura se puede muestran los valores porcentuales de los materiales de la tubería obtenidos en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.38. Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en La Unión.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

➤ **SECTOR RURAL SANTO DOMINGO**

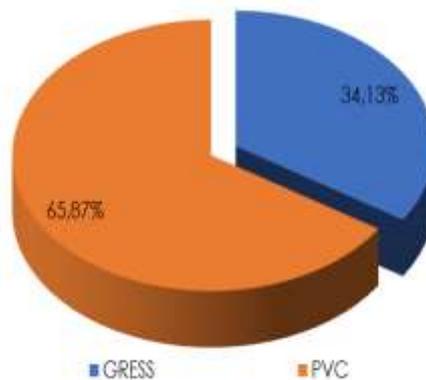
A lo largo de la red de alcantarillado sanitario del sector Rural Santo Domingo, se encontró que el uso de los materiales varía con las siguientes proporciones, 287,80 m correspondientes al 65,87% son de PVC, y el 34,13% representado por 149,10 m son de Gress.

En la siguiente tabla presenta la información referente a los materiales de construcción del Alcantarillado Sanitario encontrados en la zona.

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
GRESS	149,10	34,13%
PVC	287,80	65,87%
<b>TOTAL</b>	<b>436,90</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.41 Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Santo Domingo.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la siguiente figura se puede muestran los valores porcentuales de los materiales de la tubería obtenidos en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.39. Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Sto. Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

➤ **SECTOR RURAL SAN JUAN**

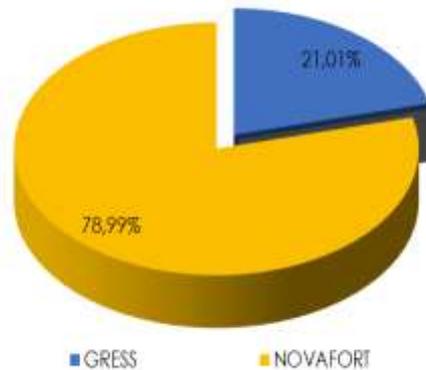
A lo largo de la red de alcantarillado sanitario del sector Rural San Juan, se encontró que el uso de los materiales varía con las siguientes proporciones, 438,10 m correspondientes al 78,99% son de Novafort, y el 21,01% representado por 116,50 m son de Gress.

En la siguiente tabla presenta la información referente a los materiales de construcción del Alcantarillado Sanitario encontrados en la zona.

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
GRESS	116,50	21,01%
NOVAFORT	438,10	78,99%
<b>TOTAL</b>	<b>554,60</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.42 Material en la tubería de alcantarillado sanitario de San Juan.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la siguiente figura se puede muestran los valores porcentuales de los materiales de la tubería obtenidos en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.40. Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en San Juan.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

➤ **SECTOR RURAL LAS AURAS**

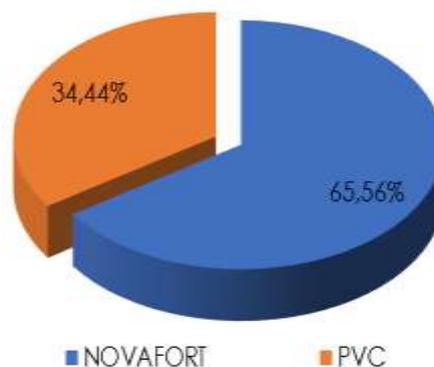
A lo largo de la red de alcantarillado sanitario del sector Rural Las Auras, se encontró que el uso de los materiales varía con las siguientes proporciones, 159,50 m correspondientes al 65,56% son de Novafort, y el 34,44% representado por 83,80 m son de PVC.

En la siguiente tabla presenta la información referente a los materiales de construcción del Alcantarillado Sanitario encontrados en la zona.

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
NOVAFORT	159,50	65,56%
PVC	83,80	34,44%
<b>TOTAL</b>	<b>243,30</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.43 Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Las Auras.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la siguiente figura se puede muestran los valores porcentuales de los materiales de la tubería obtenidos en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.41. Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Las Auras.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

➤ **SECTOR RURAL NAZARETH**

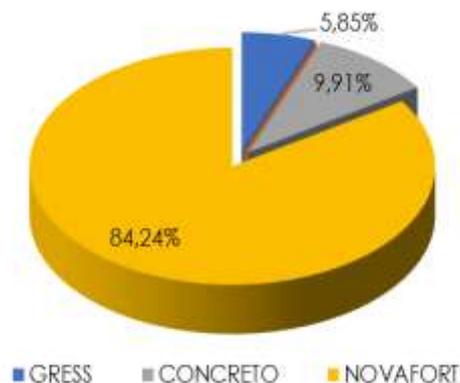
A lo largo de la red de alcantarillado sanitario del sector Rural Nazareth, se encontró que el uso de los materiales varía con las siguientes proporciones, 1014,40 m correspondientes al 84,24% son de Novafort, 119,30 m de Concreto con un porcentaje de 9,91% y el 5,85% representado por 70,50 m son de Gress.

En la siguiente tabla presenta la información referente a los materiales de construcción del Alcantarillado Sanitario encontrados en la zona.

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
GRESS	70,50	5,85%
CONCRETO	119,30	9,91%
NOVAFORT	1014,40	84,24%
<b>TOTAL</b>	<b>1204,20</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.44 Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Nazareth.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la siguiente figura se puede muestran los valores porcentuales de los materiales de la tubería obtenidos en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.42. Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Nazareth.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

➤ **SECTOR RURAL BETANIA**

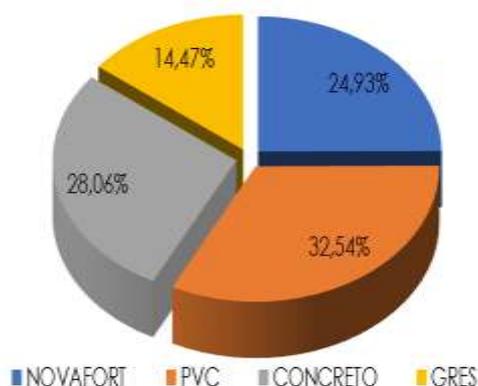
A lo largo de la red de alcantarillado sanitario del sector Rural Betania, se encontró que el uso de los materiales varía con las siguientes proporciones, 174,10 m correspondientes al 32,54% son de PVC, 150,10 m de Concreto con un porcentaje de 28,06%, 133,40 de Novafort pertenecientes al 24,93% y el 14,47% restante representado por 77,40 m son de Gress.

En la siguiente tabla presenta la información referente a los materiales de construcción del Alcantarillado Sanitario encontrados en la zona.

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
NOVAFORT	133,40	24,93%
PVC	174,10	32,54%
CONCRETO	150,10	28,06%
GRES	77,40	14,47%
<b>TOTAL</b>	<b>535,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.45 Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Betania.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la siguiente figura se puede muestran los valores porcentuales de los materiales de la tubería obtenidos en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.43. Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Betania.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

#### ➤ SECTOR RURAL PASQUILLA

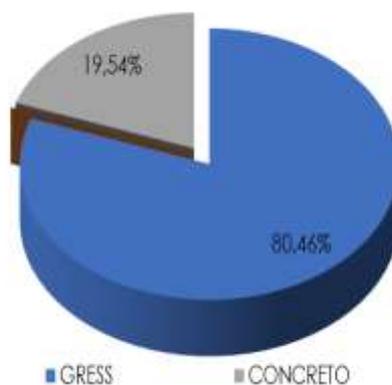
A lo largo de la red de alcantarillado sanitario del sector Rural Pasquilla, se encontró que el uso de los materiales varía con las siguientes proporciones, 1371,90 m correspondientes al 80,46% son de Gress, y el 19,54% restante representado por 333,20 m son de Concreto.

En la siguiente tabla presenta la información referente a los materiales de construcción del Alcantarillado Sanitario encontrados en la zona.

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
GRESS	1371,90	80,46%
CONCRETO	333,20	19,54%
<b>TOTAL</b>	<b>1705,10</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.46 Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Pasquilla.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la siguiente figura se puede muestran los valores porcentuales de los materiales de la tubería obtenidos en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.44. Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Pasquilla.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### ➤ SECTOR RURAL MOCHUELO ALTO

A lo largo de la red de alcantarillado sanitario del sector Rural Mochuelo Alto, se encontró que el uso de los materiales varía con las siguientes proporciones, 855,50 m correspondientes al 67,05% son de Concreto, y el 32,95% restante representado por 420,50 m son de Gress.

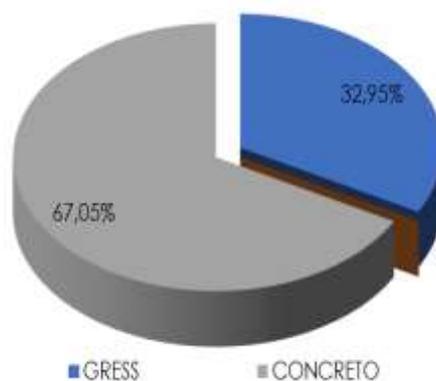
En la siguiente tabla presenta la información referente a los materiales de construcción del Alcantarillado Sanitario encontrados en la zona.

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
GRESS	420,50	32,95%
CONCRETO	855,50	67,05%
<b>TOTAL</b>	<b>1276,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 2.47 Material en la tubería de alcantarillado sanitario de Mochuelo Alto.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

En la siguiente figura se puede muestran los valores porcentuales de los materiales de la tubería obtenidos en el Catastro de las Redes de Alcantarillado Sanitario.



**Figura 2.45. Porcentaje material tubería de alcantarillado sanitario en Pasquilla.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2019.

### 2.3.3 POZOS DE INSPECCIÓN

Con base en el Artículo 154 de la Resolución 0330 de 2017 que trata sobre los requisitos de diseño de estructuras de conexión, se relaciona que: " Las estructuras de pozos o cámaras de inspección. Deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

1. Las estructuras de conexión deben ubicarse como mínimo en los siguientes puntos de la red de alcantarillado: al inicio de la red; en los cambios de dirección del flujo, en los cambios de diámetro, material y pendiente del colector; en la confluencia de más de dos tuberías; y a distancia máxima de 120 m para tramos con aportes de caudal y 300m en interceptores y emisarios finales sin aportes de caudal.

2. En el trazado de las redes de alcantarillado y en la localización de estructuras de conexión deberán tenerse en cuenta los siguientes lineamientos: minimizar los cambios de velocidad en las cámaras o estructuras de conexión, minimizar los cambios de dirección, evitar que las entradas de flujo sean opuestas entre sí, evitar deflexiones entre las tuberías de entrada y salida mayores a 90°, dirigir los flujos hacia la tubería de salida y realizar acabados hidrodinámicos en la confluencia de uniones.

3. El diámetro interno de la estructura de conexión debe definirse con las condiciones hidráulicas y geométricas del empalme de las tuberías, garantizando que las tuberías que se conecten a estructura caben sin cruzarse entre sí y que las pérdidas hidráulicas debido al radio de curvatura de conexión sean mínimas. Adicionalmente, se debe considerar la disponibilidad de equipos para el mantenimiento. Las estructuras de conexión para inspección, limpieza e ingreso del personal de mantenimiento deben diseñarse con los diámetros mínimos estipulados en la Tabla a continuación.

Mayor diámetro de las tuberías conectadas (mm)	Diámetro interno de la estructura (mm)
De 200 a 500	1,20
Mayor que 500 hasta 750	1,50
Mayor que 750 hasta 900	1,80

**Tabla 2.48. Diámetro interno mínimo de Estructuras de conexión.**  
Fuente. Resolución 330 de 2017., 2019

#### 2.3.3.1 SECTOR RURAL NUEVA GRANADA

Se presentan a continuación características de los pozos tales como material de la cámara, estado de la tapa, estado de los peldaños, profundidad del pozo, diámetro del pozo y estado operativo de los mismos

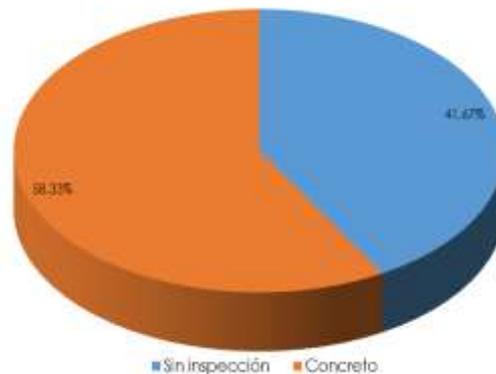
##### ➤ MATERIAL DE LA CÁMARA

Con base a los datos recolectados en el catastro de alcantarillado se identificó que el 41.67% de los pozos representado por un total de 5, están construidos en concreto, al 58.33% representado por 7 pozos no fue posible realizar su inspección por encontrarse bajo afirmado, concreto, cobertura vegetal o tapa prensada. La siguiente tabla muestra la cantidad de pozos clasificados según su material de construcción.

MATERIAL	NO. POZOS	ESTADÍSTICAS (%)
Sin inspección	5	41.67%
Concreto	7	58.33%
TOTAL	12	100.00%

**Tabla 2.49. Material de los pozos de inspección, Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de los pozos según su material de construcción.



**Figura 2.46. Materiales de pozos de inspección, Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

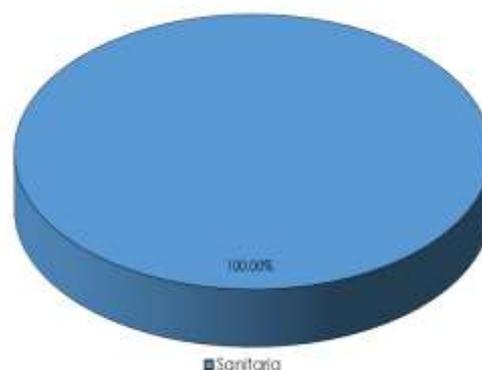
➤ **TIPO DE ESTRUCTURA**

Con base a las estadísticas se logró identificar que, de los 12 pozos, el 100% funcionan como un sistema sanitario de recolección de agua residual.

La tabla presentada a continuación resume la información de pozos investigados, obtenida para el sector rural. De igual forma la figura consecutiva ejemplifica la distribución porcentual del tipo de sistema de los pozos donde se puede evidenciar la predominancia de sistema de aguas residuales.

TIPO SISTEMA	NO. POZOS	PORCENTAJE
Sanitaria	12	100%
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.50. Tipo de sistema, Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

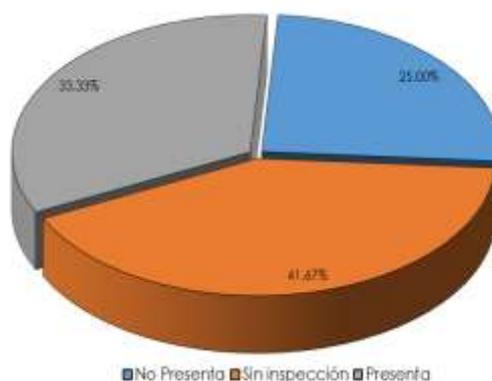


**Figura 2.47. Tipos de sistema, alcantarillado Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Además del análisis anterior, se identificó que existen 4 pozos diseñados en forma cónica, representados por un 33.33%; 3 de los pozos inspeccionados, representados por un 25%, no cuentan con cono de reducción, sin embargo, cabe mencionar que al 41.67% de los pozos, representados en 5 unidades, no fue posible realizar la inspección por encontrarse debajo de alguna cobertura o estar la tapa prensada. La tabla y figura respectiva que representa dichos sistemas son presentadas a continuación.

TIPO DE POZO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Presenta Cono	4	33.33%
No cuenta con cono	3	25.00%
Sin inspeccionar	5	41.67%
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.51. Tipo de pozos, Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.48. Cono de reducción, alcantarillado Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

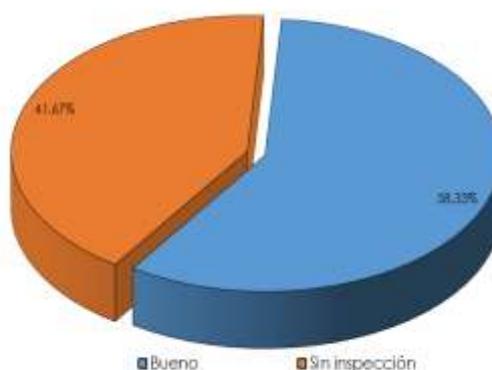
#### ➤ ESTADO ESTRUCTURAL

En cuanto al estado estructural de los pozos de inspección obtenido del catastro realizado se identificó que el 58.33% se encuentra en buen estado, y el 41.67% corresponden a los 12 pozos no exitosos.

La tabla resumen que contiene los resultados de la investigación son presentados a continuación junto con su respectiva gráfica.

ESTADO POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	7	58.33%
Pozos sin inspección	5	41.67 %
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.52. Distribución porcentual del estado de los pozos, Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.49. Estado de los Pozos, alcantarillado Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESCALERAS DE ACCESO

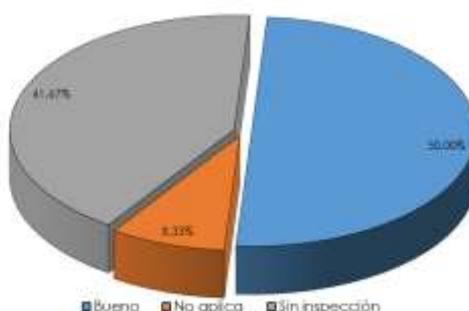
Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 6 pozos con escalera de acceso en buen estado y un pozo sin escaleras de acceso, cabe mencionar que para 5 pozos no fue posible su inspección por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada. El resumen de resultados de la investigación se presenta en la tabla a continuación.

ESCALERAS DE ACCESO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	6	50.00%
No Aplica	1	8.33%
Sin Inspeccionar	5	41.67%
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.53. Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Nueva Granada**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso en cada uno de los pozos de inspección existentes a lo largo del sector rural de Nueva Granada.



**Figura 2.50. Estado de Escaleras de Acceso, alcantarillado Nueva Granada**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ TAPAS POZOS DE INSPECCIÓN

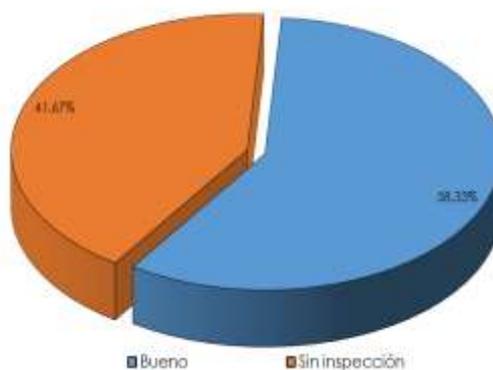
Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 7 pozos con tapa en buen estado y 5 pozos sin inspección. El resumen de los resultados de investigación es presentado a continuación con su respectiva gráfica.

TAPAS POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	7	58.62%
Sin inspección	5	41.67%
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.54. Distribución porcentual estado de las tapas de pozos, Nueva Granada**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La imagen presentada a continuación ilustra la distribución porcentual del estado de las tapas de recubrimiento de los pozos:

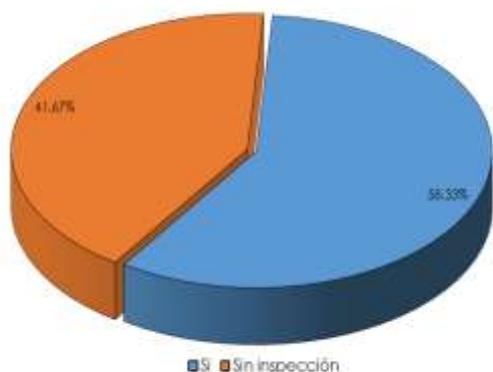


**Figura 2.51. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESTADO OPERATIVO

A partir de la investigación realizada se identificó que todos los pozos inspeccionados se encuentran en servicio, sin embargo, cabe mencionar que al 41.67%, representados en 5 pozos, no fue posible realizar su inspección por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada.

POZOS EN OPERACIÓN	NO. POZOS	PORCENTAJE
Si	7	58.62%
Sin inspección	5	41.67%
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>



**Figura 2.52. Estado Operativo de pozos, Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ PROFUNDIDAD DE POZOS

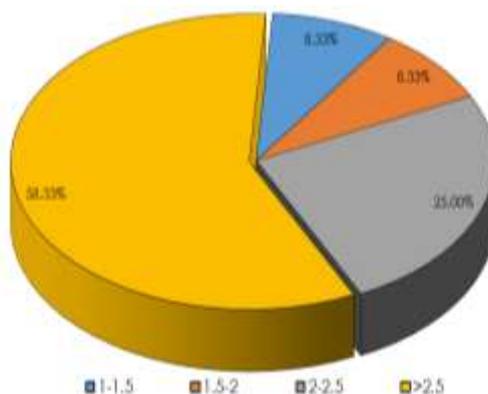
La información obtenida muestra que el 8.33% de los pozos representados por un pozo tiene una profundidad entre 1 m y 1.5 m, seguido con otro 8.33% representado por un pozo con una profundidad entre 1.5 m y 2 m, además se cuenta con 3 pozos con una profundidad entre 2 y 2.5 m y dos pozos con profundidades superiores a 2.5 m, y por último el 41.67% representado por 5 pozos, no fueron inspeccionados.

PROFUNDIDAD (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
1 – 1.5	1	8.33%
1.5 - 2	1	8.33%

PROFUNDIDAD (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
2 – 2.5	3	25.00%
>2.5	2	16.67%
Sin Inspección	5	41.67%
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.55. Profundidad del pozo, Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura presentada a continuación ilustra la distribución de profundidades en los pozos, resaltando que la profundidad predominante está entre 2 m a 2.5 m



**Figura 2.53. Profundidad de pozos de inspección, Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### ➤ DIÁMETRO DE POZOS

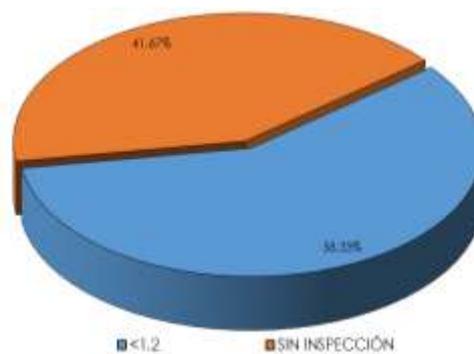
A partir del catastro de pozos realizado se genera el respectivo análisis, donde el 58.33% posee diámetros inferiores a 1,20 m, mientras que al 41.67% que representa 5 pozos no fue posible inspeccionarlos por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada.

La tabla presentada a continuación resume la información obtenida durante la investigación y el análisis realizado por el grupo consultor.

DIÁMETRO (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
<1.20 m	7	58.33%
No Inspeccionado	5	41.67%
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.56. Diámetro pozos de inspección, Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura a continuación presenta el diámetro de los pozos identificados teniendo en cuenta su distribución porcentual en la cual se evidencia que el diámetro predominante en la red es inferior a 1,20 m.



**Figura 2.54. Diámetros de pozos de inspección, Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.3.3.2 SECTOR RURAL LA UNIÓN

Se presentan a continuación características de los pozos tales como material de la cámara, estado de la tapa, estado de los peldaños, profundidad del pozo, diámetro del pozo y estado operativo de los mismos.

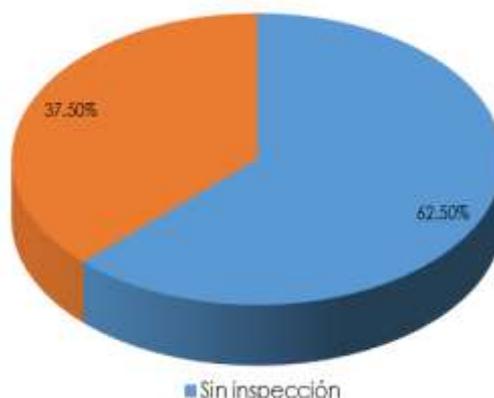
#### ➤ MATERIAL DE LA CÁMARA

Con base a los datos recolectados en el catastro de alcantarillado se identificó que el 29.17% de los pozos representado por un total de 7 están construidos en concreto, el 70.83% representado por 17 no fue posible realizar su inspección por encontrarse bajo afirmado, concreto, cobertura vegetal o tapa prensada. La siguiente tabla muestra la cantidad de pozos clasificados según su material de construcción.

MATERIAL	NO. POZOS	ESTADÍSTICAS (%)
Sin inspección	15	70.83%
Concreto	9	29.17%
TOTAL	24	100.00%

**Tabla 2.57. Material de los pozos de inspección**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de los pozos según su material de construcción.



**Figura 2.55. Materiales de pozos de inspección**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

➤ **TIPO DE ESTRUCTURA**

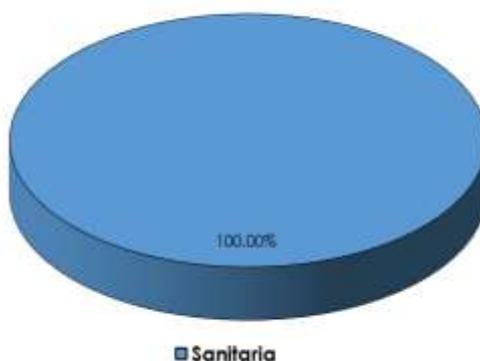
Con base a las estadísticas se logró identificar que, de los 24 pozos, el 100% funcionan como un sistema sanitario de recolección de agua residual.

La tabla presentada a continuación resume la información de pozos investigados, obtenida para el sector rural. De igual forma la figura consecutiva ejemplifica la distribución porcentual del tipo de sistema de los pozos donde se puede evidenciar la predominancia de sistema de aguas residuales.

TIPO SISTEMA	NO. POZOS	PORCENTAJE
Residual.	24.00	100%
Combinado.	0	0%
Fuera de Servicio	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>24.00</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.58. Tipo de sistema**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.56. Tipos de sistema**

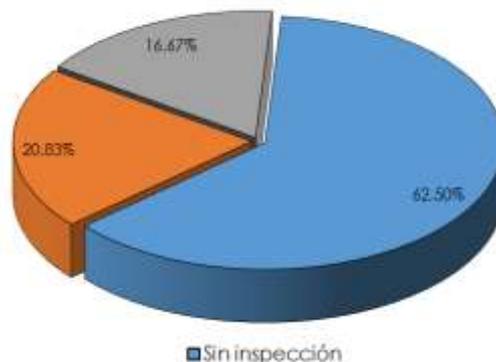
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Además del análisis anterior, se identificó que existen algunos pozos que fueron diseñados en forma cónica. De 24 pozos en total, el 20.83% (5 pozos) cuenta en su estructura con conos de reducción, el 12.50% (4 pozos) no cuenta con cono de reducción en sus cámaras, y el 62.50% restante (15 pozos), no fue posible realizar la inspección por encontrarse debajo de alguna cobertura o estar la tapa prensada. La tabla y figura respectiva que representa dichos sistemas son presentadas a continuación.

TIPO DE POZO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Cono	5	20.83%
No cuenta con cono	4	12.50%
Sin inspeccionar	15	62.50%
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.59. Tipo de pozo**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.57. Tipos de pozo, La Unión**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESTADO ESTRUCTURAL

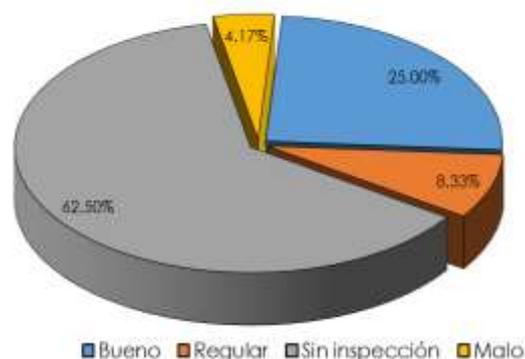
En cuanto al estado estructural de los pozos de inspección obtenido del catastro realizado se identificó que el 25.00% se encuentra en buen estado, y el 62.50% corresponden a los 15 pozos no exitosos.

La tabla resumen que contiene los resultados de la investigación son presentados a continuación junto con su respectiva gráfica.

ESTADO POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	6	25.00%
Regular	2	8.33%
Malo	1	4.17%
Pozos sin inspección	15	62.50%
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.60. Distribución porcentual del estado de los pozos, La Unión.**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.58. Distribución porcentual del estado de los pozos, La Unión**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESCALERAS DE ACCESO

Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 4 pozos con escalera de acceso en buen estado, 4 pozos que no cuentan con escalera de acceso y 16 pozos que no fue posible inspeccionarlos por encontrarse bajo cobertura o

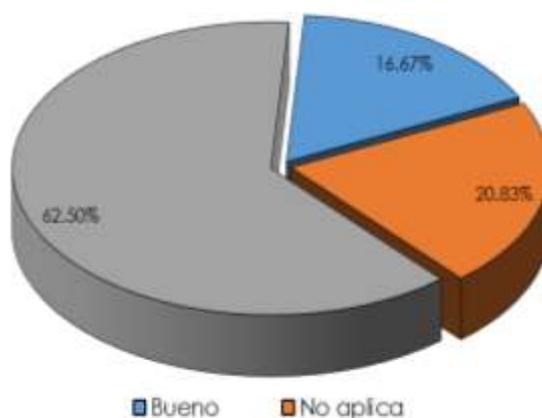
tapa prensada. El resumen de resultados de la investigación se presenta en la tabla a continuación.

ESCALERAS DE ACCESO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	4	16.67%
No Aplica (Tiene)	5	20.83%
Sin Inspeccionar	15	62.50%
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.61. Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, La Unión**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso en cada uno de los pozos de inspección existentes a lo largo del sector rural de La Unión.



**Figura 2.59. Distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### ➤ TAPAS POZOS DE INSPECCIÓN

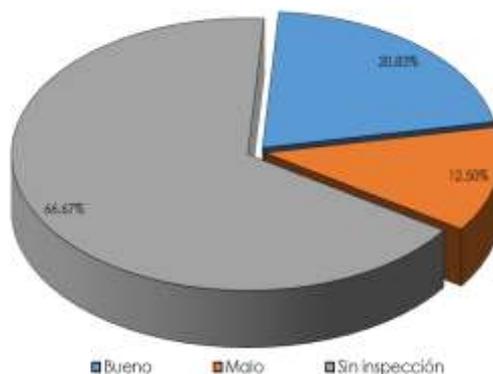
Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 5 pozos con tapa en buen estado, 3 pozos con tapa en mal estado (tapa agrietada o demasiado vieja) y 16 pozos sin inspección. El resumen de los resultados de investigación es presentado a continuación con su respectiva gráfica.

TAPAS POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	5	20.83%
Malo	3	12.50%
Sin inspección	16	66.67%
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.62. Distribución porcentual del estado de las tapas de pozos.**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La imagen presentada a continuación ilustra la distribución porcentual del estado de las tapas de recubrimiento de los pozos:



**Figura 2.60. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESTADO OPERATIVO

A partir de la investigación realizada se identificó que todos los pozos inspeccionados se encuentran en servicio



**Figura 2.61. Estado Operativo de pozos, La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

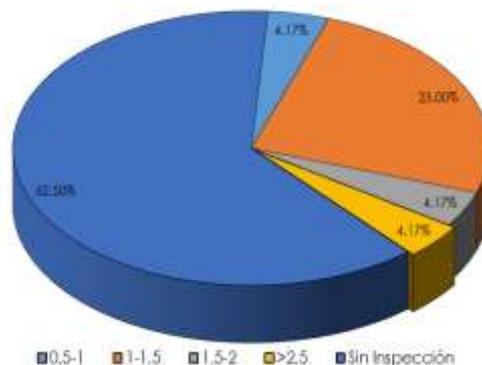
### ➤ PROFUNDIDAD DE POZOS

La información obtenida muestra que el 4.17% de los pozos representados por un pozo tiene una profundidad entre 0,50 m y 1.00 m, seguido del 25.00% representado por 6 pozos con profundidades entre 1.00 m y 1.50 m; con profundidades entre 1.50 m y 2.00 m se identificó un pozo, el cual corresponde al 4.17% del total, con profundidades mayores a 2.50 m existe un pozo correspondiente al 4.17%, y por último el 62.50 representado por 15 pozos, no fueron inspeccionados.

PROFUNDIDAD (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
0,50 - 1,00	1	4.17%
1,00 - 1,50	6	25.00%
1,50 - 2	1	4.17%
>2,50	1	4.17%
Sin Inspección	15	62.50%
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.63. Profundidad del pozo, La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura presentada a continuación ilustra la distribución de profundidades en los pozos, resaltando que la profundidad predominante está entre 1,00m a 1,50m.



**Figura 2.62. Profundidad de pozos de inspección, La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ DIÁMETRO DE POZOS

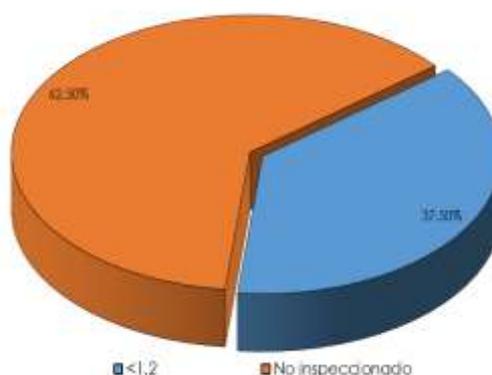
A partir del catastro de pozos realizado se genera el respectivo análisis, donde el 37.50% posee diámetros inferiores a 1,20 m, mientras que el 62.50% que representa 15 pozos no fue posible inspeccionarlos por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada.

La tabla presentada a continuación resume la información obtenida durante la investigación y el análisis realizado por el grupo consultor.

DIÁMETRO (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
<1.20m	9	37.50%
No Inspeccionado	15	62.50%
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.64. Diámetro pozos de inspección, La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura a continuación presenta el diámetro de los pozos identificados teniendo en cuenta su distribución porcentual en la cual se evidencia que el diámetro predominante en la red es inferior a 1,20 m.



**Figura 2.63. Diámetros de pozos de inspección, La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.3.3.3 SECTOR RURAL SANTO DOMINGO

Se presentan a continuación características de los pozos tales como material de la cámara, estado de la tapa, estado de los peldaños, profundidad del pozo, diámetro del pozo y estado operativo de los mismos

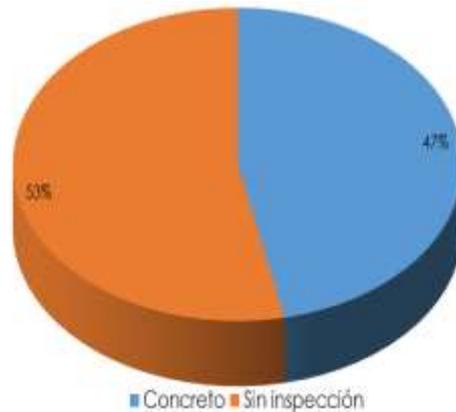
#### ➤ MATERIAL DE LA CÁMARA

Con base a los datos recolectados en el catastro de alcantarillado se identificó que el 46.7% de los pozos representado por un total de 7, están contruidos en concreto, el 53.3% representado por 8 no fue posible realizar su inspección por encontrarse bajo afirmado, concreto, cobertura vegetal o tapa prensada. La siguiente tabla muestra la cantidad de pozos clasificados según su material de construcción.

MATERIAL	NO. POZOS	ESTADÍSTICAS
Sin inspección	8	53.3%
Concreto	7	46.7%
TOTAL	15	100.00%

**Tabla 2.65. Material de los pozos de inspección, Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de los pozos según su material de construcción.



**Figura 2.64. Materiales de pozos de inspección, Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### ➤ TIPO DE ESTRUCTURA

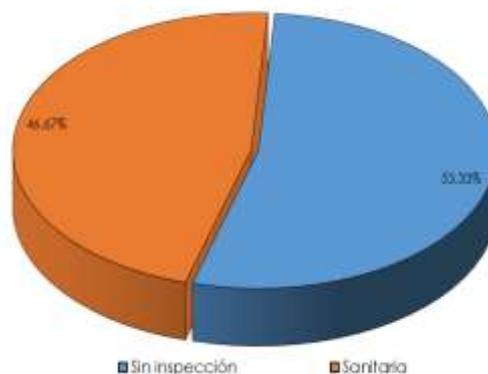
Con base a las estadísticas se logró identificar que, de los 15 pozos, el 100% funcionan como un sistema sanitario de recolección de agua residual, sin embargo, cabe mencionar que 8 de los 15 pozos representados en un 53.33%, no fueron inspeccionados.

La tabla presentada a continuación resume la información de pozos investigados, obtenida para el sector rural. De igual forma la figura consecutiva ejemplifica la distribución porcentual del tipo de sistema de los pozos donde se puede evidenciar la predominancia de sistema de aguas residuales.

TIPO SISTEMA	NO. POZOS	PORCENTAJE
Sanitaria	7	46.67
Sin Inspección	8	53.33

TIPO SISTEMA	NO. POZOS	PORCENTAJE
TOTAL	15	100%

**Tabla 2.66. Tipo de sistema, Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

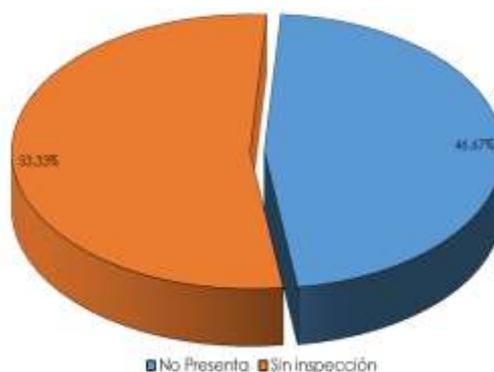


**Figura 2.65. Tipos de sistema, alcantarillado Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Además del análisis anterior, se identificó que no existen pozos diseñados en forma cónica, cabe mencionar que 8 de los 15 pozos identificados, no lograron ser inspeccionados. La tabla y figura respectiva que representa dichos sistemas son presentadas a continuación.

TIPO DE POZO	NO. POZOS	PORCENTAJE
No cuenta con cono	7	57.89%
Sin inspeccionar	8	26.32%
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.67. Tipo de pozos, Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.66. Cono de Reducción, alcantarillado Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

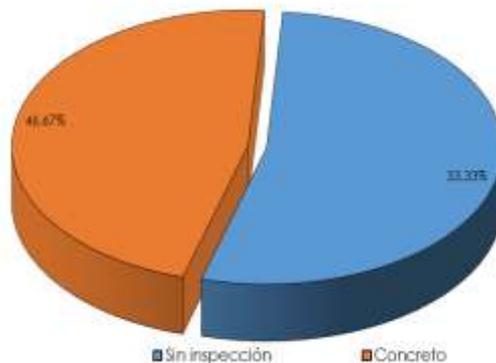
## ➤ ESTADO ESTRUCTURAL

En cuanto al estado estructural de los pozos de inspección obtenido del catastro realizado se identificó que el 46.67% se encuentra en buen estado, y el 53.33% corresponden a los 8 pozos no exitosos.

La tabla resumen que contiene los resultados de la investigación son presentados a continuación junto con su respectiva gráfica.

ESTADO POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	7	46.67%
Pozos sin inspección	8	53.33%
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.68. Distribución porcentual del estado de los pozos, Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.67. Estado de Pozos, alcantarillado Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

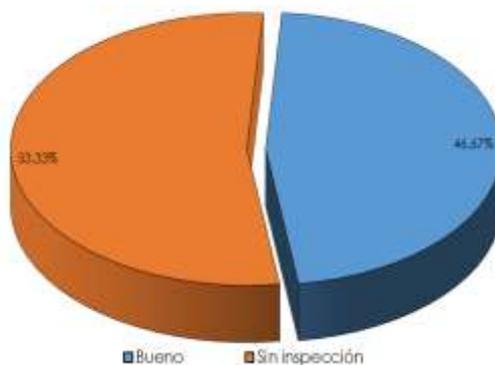
#### ➤ ESCALERAS DE ACCESO

Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 7 pozos con escalera de acceso en buen estado, cabe mencionar que para 8 pozos no fue posible su inspección por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada. El resumen de resultados de la investigación se presenta en la tabla a continuación.

ESCALERAS DE ACCESO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	7	46.67%
Sin Inspeccionar	8	53.33%
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.69. Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso en cada uno de los pozos de inspección existentes a lo largo del sector rural de Santo Domingo.



**Figura 2.68. Estado Escaleras de Acceso, alcantarillado Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

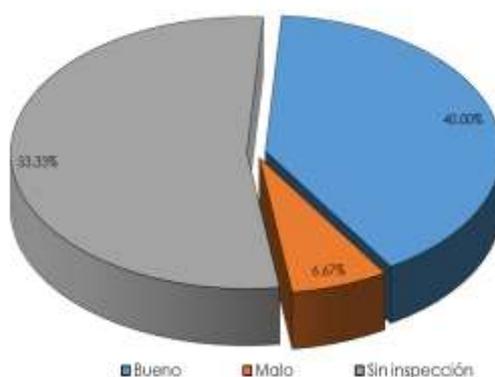
### ➤ TAPAS POZOS DE INSPECCIÓN

Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 6 pozos con tapa en buen estado, un pozo con tapa en mal estado (tapa agrietada o demasiado vieja), cabe mencionar que 8 pozos no fueron inspeccionados. El resumen de los resultados de investigación es presentado a continuación con su respectiva gráfica.

TAPAS POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Buena	6	57.89
Mala	1	5.26
Sin inspección	8	26.32
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.70. Distribución porcentual estado de las tapas de pozos, Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

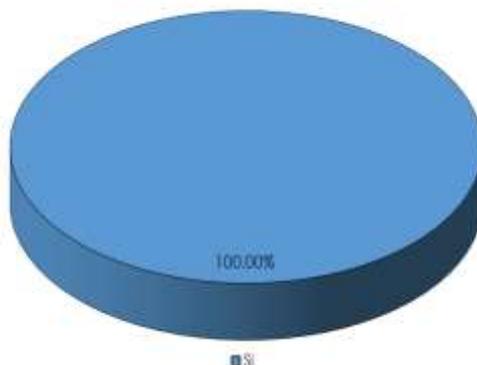
La imagen presentada a continuación ilustra la distribución porcentual del estado de las tapas de recubrimiento de los pozos:



**Figura 2.69. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESTADO OPERATIVO

A partir de la investigación realizada se identificó que todos los pozos inspeccionados se encuentran en servicio



**Figura 2.70. Estado Operativo de pozos, Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

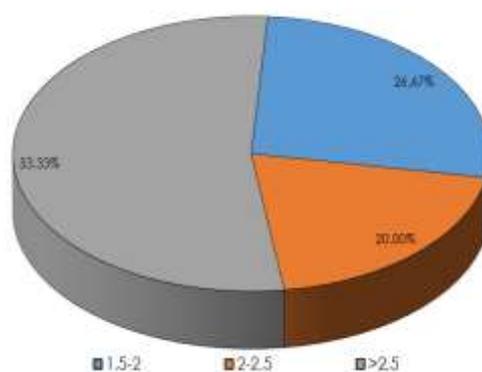
➤ **PROFUNDIDAD DE POZOS**

La información obtenida muestra que el 26.67% de los pozos representados por 4 pozos tienen una profundidad entre 1.5 m y 2 m, seguido del 20% representado por 3 pozos con una profundidad entre 2 y 2.5 m, por último el 53.33% representado por 8 pozos, no fueron inspeccionados.

PROFUNDIDAD (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
1.5 - 2	4	26.67%
2 – 2.5	3	20%
Sin Inspección	8	53.33%
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.71. Profundidad del pozo, Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura presentada a continuación ilustra la distribución de profundidades en los pozos, resaltando que la profundidad predominante está entre 1 a 1.5 m



**Figura 2.71. Profundidad de pozos de inspección, Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

➤ **DIÁMETRO DE POZOS**

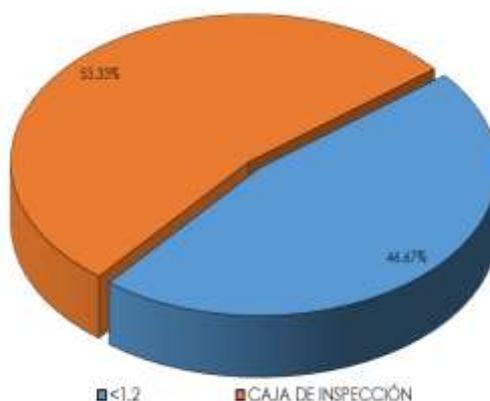
A partir del catastro de pozos realizado se genera el respectivo análisis, donde el 46.67% posee diámetros inferiores a 1,20 m, mientras que el 53.33% que representa 18 pozos no fue posible inspeccionarlos por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada.

La tabla presentada a continuación resume la información obtenida durante la investigación y el análisis realizado por el grupo consultor.

DIÁMETRO (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
<1.20m	7	46.67%
No Inspeccionado	8	53.33%
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.72. Diámetro pozos de inspección, Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura a continuación presenta el diámetro de los pozos identificados teniendo en cuenta su distribución porcentual en la cual se evidencia que el diámetro predominante en la red es inferior a 1,20 m.



**Figura 2.72. Diámetros de pozos de inspección, Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.3.3.4 SECTOR RURAL SAN JUAN

Se presentan a continuación características de los pozos tales como material de la cámara, estado de la tapa, estado de los peldaños, profundidad del pozo, diámetro del pozo y estado operativo de los mismos

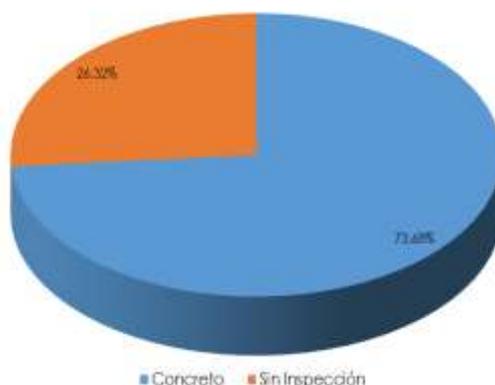
##### ➤ MATERIAL DE LA CÁMARA

Con base a los datos recolectados en el catastro de alcantarillado se identificó que el 73.68% de los pozos representado por un total de 14, están construidos en concreto, el 26.32% representado por 5 no fue posible realizar su inspección por encontrarse bajo afirmado, concreto, cobertura vegetal o tapa prensada. La siguiente tabla muestra la cantidad de pozos clasificados según su material de construcción.

MATERIAL	NO. POZOS	ESTADÍSTICAS
Sin inspección	5	26.32%
Concreto	14	73.68%
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 2.73. Material de los pozos de inspección, San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de los pozos según su material de construcción.



**Figura 2.73. Materiales de pozos de inspección, San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

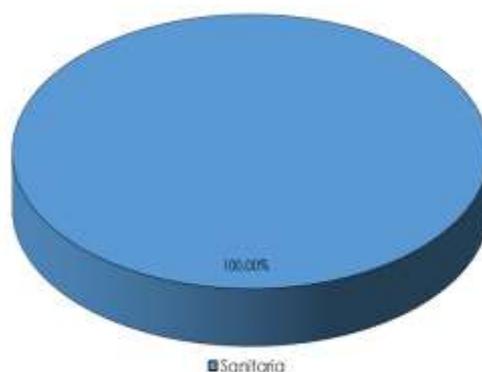
### ➤ TIPO DE ESTRUCTURA

Con base a las estadísticas se logró identificar que, de los 19 pozos, el 100% funcionan como un sistema sanitario de recolección de agua residual.

La tabla presentada a continuación resume la información de pozos investigados, obtenida para el sector rural. De igual forma la figura consecutiva ejemplifica la distribución porcentual del tipo de sistema de los pozos donde se puede evidenciar la predominancia de sistema de aguas residuales.

TIPO SISTEMA	NO. POZOS	PORCENTAJE
Sanitaria	19	100%
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.74. Tipo de sistema, San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



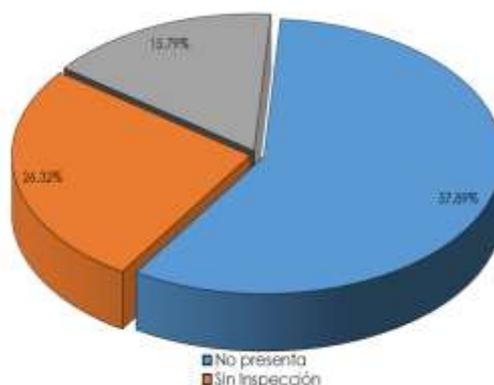
**Figura 2.74. Tipos de sistema, alcantarillado San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Además del análisis anterior, se identificó que existen 3 pozos diseñados en forma cónica, representando un 15.79% de 21 pozos en total, sin embargo, también se cuenta con un total de 11 pozos que no presentan cono de reducción, representando un 57.89%; cabe mencionar que al 26.32% de los pozos, representados en 5 unidades, no fue posible realizar la inspección por encontrarse debajo de alguna cobertura o estar la tapa prensada. La tabla y figura respectiva que representa dichos sistemas son presentadas a continuación.

TIPO DE POZO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Cuenta con cono	3	15.79%
No cuenta con cono	11	57.89%
Sin inspeccionar	5	26.32%
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.75. Tipo de pozos, San Juan**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.75. Cono de reducción, alcantarillado San Juan**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### ➤ ESTADO ESTRUCTURAL

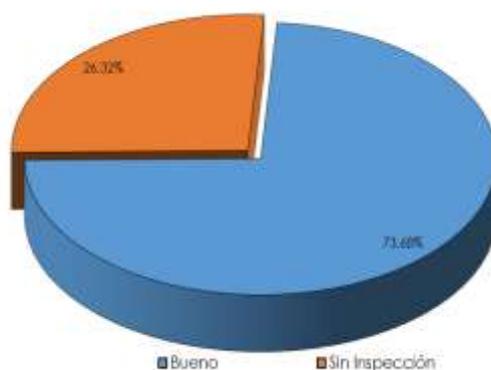
En cuanto al estado estructural de los pozos de inspección obtenido del catastro realizado se identificó que el 73.68% se encuentra en buen estado, y el 26.32% corresponden a los 5 pozos no exitosos.

La tabla resumen que contiene los resultados de la investigación son presentados a continuación junto con su respectiva gráfica.

ESTADO POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	14	73.68%
Pozos sin inspección	5	26.32 %
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.76. Distribución porcentual del estado de los pozos, San Juan**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.76. Estado Pozos, alcantarillado San Juan**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESCALERAS DE ACCESO

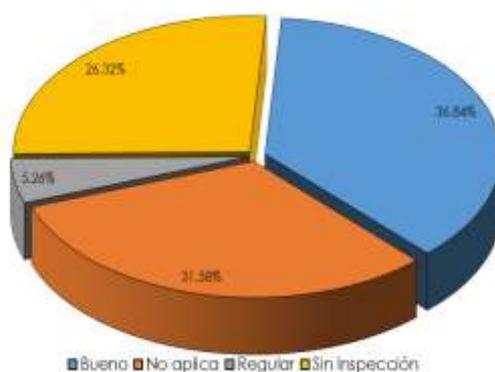
Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 7 pozos con escalera de acceso en buen estado, un pozo con escaleras de acceso en regular estado y 6 pozos que no poseen escaleras de acceso, cabe mencionar que para 5 pozos no fue posible su inspección por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada. El resumen de resultados de la investigación se presenta en la tabla a continuación.

ESCALERAS DE ACCESO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	7	36.84%
Regular	1	5.26%
No tiene	6	31.58%
Sin Inspeccionar	5	26.31%
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.77. Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, San Juan**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso en cada uno de los pozos de inspección existentes a lo largo del sector rural de San Juan.



**Figura 2.77. Estado Escaleras de Acceso, alcantarillado San Juan**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ TAPAS POZOS DE INSPECCIÓN

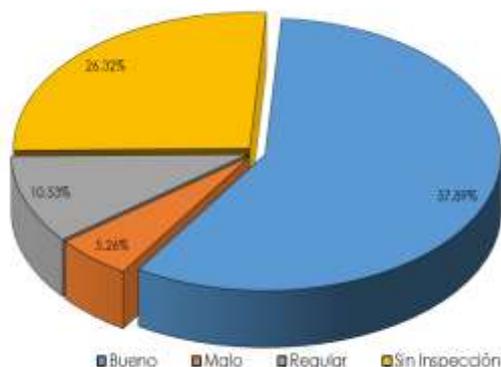
Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 11 pozos con tapa en buen estado, 2 pozos con tapa en regular estado y un pozo con tapa en mal estado (tapa agrietada o demasiado vieja), cabe mencionar que 5 pozos no fueron inspeccionados. El resumen de los resultados de investigación es presentado a continuación con su respectiva gráfica.

TAPAS POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	11	57.89
Regular	2	10.53
Malo	1	5.26
Sin inspección	5	26.32
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.78. Distribución porcentual del estado de las tapas de pozos, San Juan**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

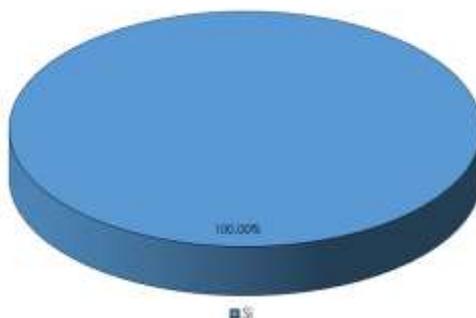
La imagen presentada a continuación ilustra la distribución porcentual del estado de las tapas de recubrimiento de los pozos:



**Figura 2.78. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESTADO OPERATIVO

A partir de la investigación realizada se identificó que todos los pozos inspeccionados se encuentran en servicio



**Figura 2.79. Estado Operativo de pozos, San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

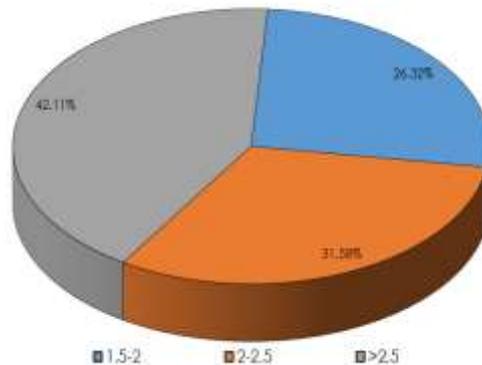
### ➤ PROFUNDIDAD DE POZOS

La información obtenida muestra que el 26.32% de los pozos representados por 5 pozos tienen una profundidad entre 1.5 m y 2 m, seguido del 31.58% representado por 6 pozos con una profundidad entre 2 y 2.5 m, además se cuenta con 3 pozos con una profundidad superior a 2.5 m, y por último el 26.32% representado por 5 pozos, no fueron inspeccionados.

PROFUNDIDAD (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
1.5 - 2	5	26.32%
2 - 2.5	6	31.58%
>2.5	3	15.79%
Sin Inspección	5	26.32%
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.79. Profundidad del pozo, San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura presentada a continuación ilustra la distribución de profundidades en los pozos, resaltando que la profundidad predominante está entre 2 a 2.5 m



**Figura 2.80. Profundidad de pozos de inspección, San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ DIÁMETRO DE POZOS

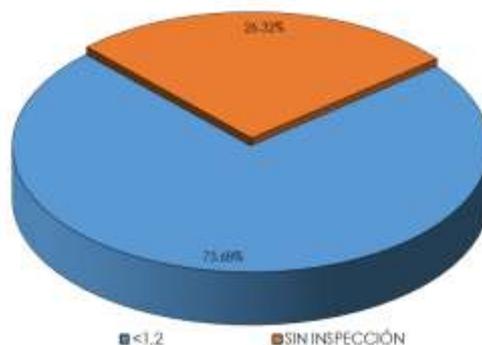
A partir del catastro de pozos realizado se genera el respectivo análisis, donde el 33.33% posee diámetros inferiores a 1,20 m, mientras que el 66.67% que representa 14 pozos no fue posible inspeccionarlos por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada.

La tabla presentada a continuación resume la información obtenida durante la investigación y el análisis realizado por el grupo consultor.

DIÁMETRO (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
<1.20m	14	73.68%
No Inspeccionado	5	26.32%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.80. Diámetro pozos de inspección, San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura a continuación presenta el diámetro de los pozos identificados teniendo en cuenta su distribución porcentual en la cual se evidencia que el diámetro predominante en la red es inferior a 1,20 m.



**Figura 2.81. Diámetros de pozos de inspección, San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.3.3.5 SECTOR RURAL LAS AURAS

Se presentan a continuación características de los pozos tales como material de la cámara, estado de la tapa, estado de los peldaños, profundidad del pozo, diámetro del pozo y estado operativo de los mismos

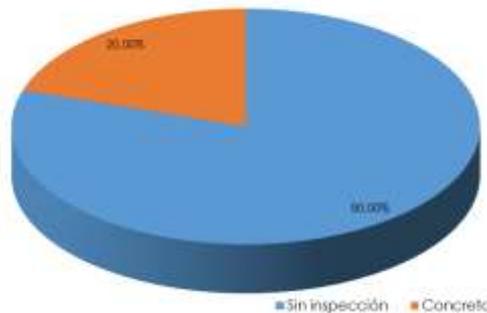
#### ➤ MATERIAL DE LA CÁMARA

Con base a los datos recolectados en el catastro de alcantarillado se identificó que el 20.00% de los pozos representado por un total de 2, están contruidos en concreto, el 80.00% representado por 8 no fue posible realizar su inspección por encontrarse bajo afirmado, concreto, cobertura vegetal o tapa prensada. La siguiente tabla muestra la cantidad de pozos clasificados según su material de construcción.

MATERIAL	NO. POZOS	ESTADÍSTICAS (%)
Sin inspección	8	80.0%
Concreto	2	20.00%
TOTAL	10	100.00%

**Tabla 2.81. Material de los pozos de inspección, Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de los pozos según su material de construcción.



**Figura 2.82. Materiales de pozos de inspección, Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

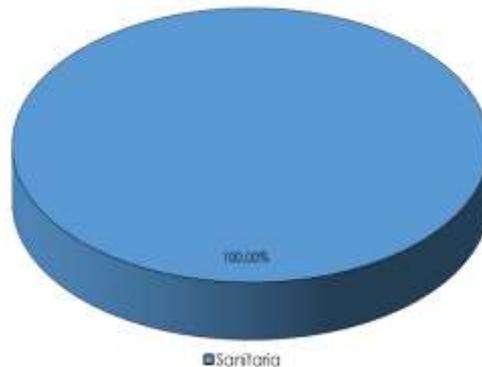
#### ➤ TIPO DE ESTRUCTURA

Con base a las estadísticas se logró identificar que, de los 21 pozos, el 100% funcionan como un sistema sanitario de recolección de agua residual.

La tabla presentada a continuación resume la información de pozos investigados, obtenida para el sector rural. De igual forma la figura consecutiva ejemplifica la distribución porcentual del tipo de sistema de los pozos donde se puede evidenciar la predominancia de sistema de aguas residuales.

TIPO SISTEMA	NO. POZOS	PORCENTAJE
Residual	2	20%
Combinado	0	0%
Sin Inspección	8	80%
TOTAL	10	100%

**Tabla 2.82. Tipo de sistema, Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

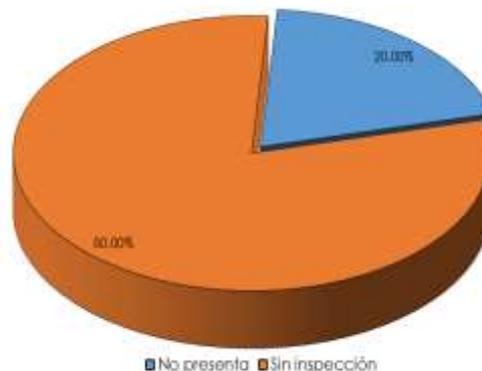


**Figura 2.83. Tipos de sistema, Alcantarillado Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Además del análisis anterior, se identificó que no existen pozos diseñados en forma cónica de 10 pozos en total, sin embargo, cabe mencionar que al 80.00% de los pozos, representados en 8 unidades, no fue posible realizar la inspección por encontrarse debajo de alguna cobertura o estar la tapa prensada. La tabla y figura respectiva que representa dichos sistemas son presentadas a continuación.

TIPO DE POZO	NO. POZOS	PORCENTAJE
No cuenta con cono	2	20%
Sin inspeccionar	8	80%
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.83. Tipo de pozos, Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.84. Tipos de pozo, Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

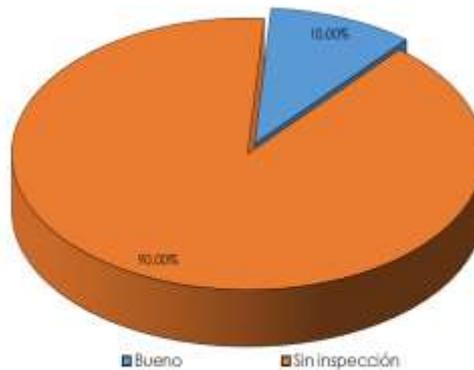
### ➤ ESTADO ESTRUCTURAL

En cuanto al estado estructural de los pozos de inspección obtenido del catastro realizado se identificó que el 29.17% se encuentra en buen estado, y el 70.83% corresponden a los 17 pozos no exitosos.

La tabla resumen que contiene los resultados de la investigación son presentados a continuación junto con su respectiva gráfica.

ESTADO POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	1	10%
Regular	1	10%
Pozos sin inspección	8	80 %
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.84. Distribución porcentual del estado de los pozos, Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.85. Distribución porcentual del estado de los pozos, Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

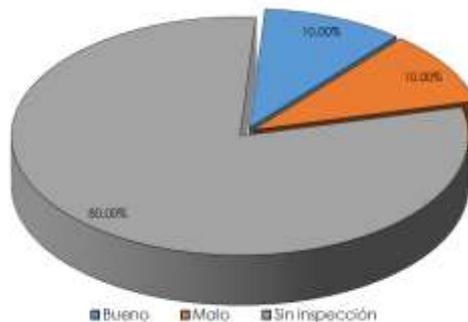
#### ➤ ESCALERAS DE ACCESO

Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 2 pozos con escalera de acceso en regular y mal estado, cabe mencionar que para 8 pozos no fue posible su inspección por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada. El resumen de resultados de la investigación se presenta en la tabla a continuación.

ESCALERAS DE ACCESO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	1	10%
Malo	1	10%
Sin Inspeccionar	8	80%
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.85. Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso en cada uno de los pozos de inspección existentes a lo largo del sector rural de Las Auras.



**Figura 2.86. Distribución porcentual estado de las escaleras de acceso, Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ TAPAS POZOS DE INSPECCIÓN

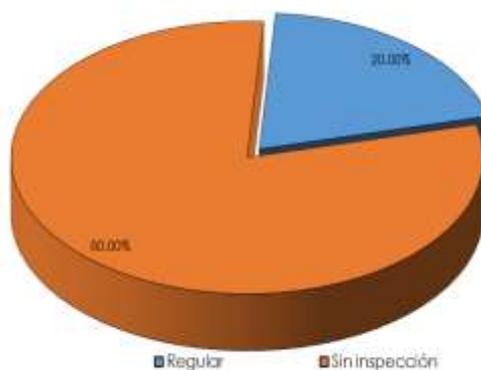
Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 2 pozos con tapa en regular estado (tapa agrietada o demasiado vieja) y 8 pozos sin inspección. El resumen de los resultados de investigación es presentado a continuación con su respectiva gráfica.

TAPAS POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Regular	2	20.00%
Sin inspección	8	80.00%
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.86. Distribución porcentual del estado de las tapas de pozos, Las Auras**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La imagen presentada a continuación ilustra la distribución porcentual del estado de las tapas de recubrimiento de los pozos:

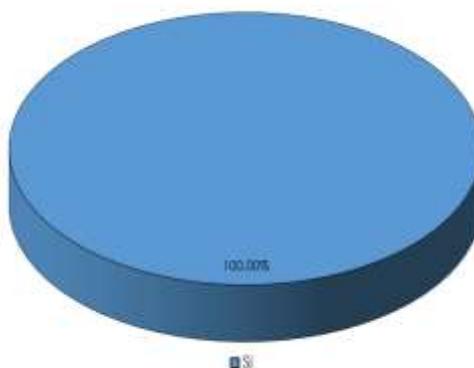


**Figura 2.87. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Las Auras**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESTADO OPERATIVO

A partir de la investigación realizada se identificó que todos los pozos inspeccionados se encuentran en servicio



**Figura 2.88. Estado Operativo de pozos, Las Auras**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ PROFUNDIDAD DE POZOS

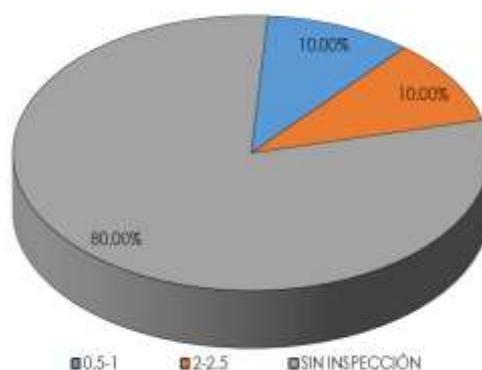
La información obtenida muestra que el 10% de los pozos representados por un pozo tiene una profundidad entre 0,50 m y 1.00 m, seguido del 10% representado por un pozo con una profundidad entre 2 m y 2.5 m, y por último el 80% representado por 8 pozos, no fueron inspeccionados.

PROFUNDIDAD (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
0.50 - 1	1	10.00%
2 - 2.5	1	10.00%
Sin Inspección	8	80.00%
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.87. Profundidad del pozo, Las Auras**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura presentada a continuación ilustra la distribución de profundidades en los pozos, resaltando que la profundidad predominante está entre 1,00m a 1,50m.



**Figura 2.89. Profundidad de pozos de inspección, Las Auras**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ DIÁMETRO DE POZOS

A partir del catastro de pozos realizado se genera el respectivo análisis, donde el 20% posee diámetros inferiores a 1,20 m, mientras que el 80% que representa 15 pozos no fue posible inspeccionarlos por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada.

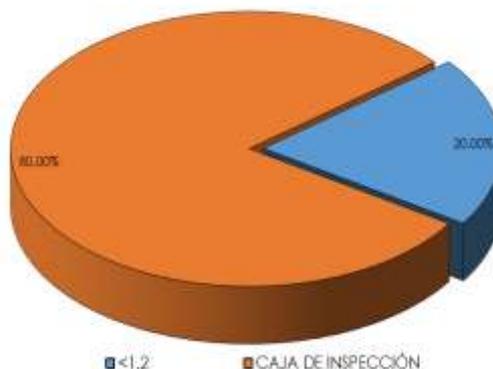
La tabla presentada a continuación resume la información obtenida durante la investigación y el análisis realizado por el grupo consultor.

DIÁMETRO (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
<1.20m	2	20%
No Inspeccionado	8	80%
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.88. Diámetro pozos de inspección, las Auras**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura a continuación presenta el diámetro de los pozos identificados teniendo en cuenta su distribución porcentual en la cual se evidencia que el diámetro predominante en la red es inferior a 1,20 m.



**Figura 2.90. Diámetros de pozos de inspección, Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.3.3.6 SECTOR RURAL NAZARETH

Se presentan a continuación características de los pozos tales como material de la cámara, estado de la tapa, estado de los peldaños, profundidad del pozo, diámetro del pozo y estado operativo de los mismos

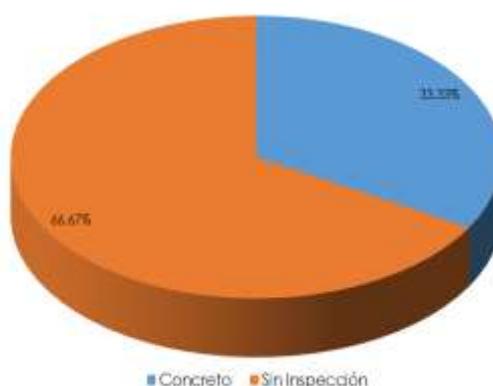
#### ➤ MATERIAL DE LA CÁMARA

Con base a los datos recolectados en el catastro de alcantarillado se identificó que el 33.33% de los pozos representado por un total de 7, están construidos en concreto, el 66.67% representado por 14 no fue posible realizar su inspección por encontrarse bajo afirmado, concreto, cobertura vegetal o tapa prensada. La siguiente tabla muestra la cantidad de pozos clasificados según su material de construcción.

MATERIAL	NO. POZOS	ESTADÍSTICAS (%)
Sin inspección	14	66.67%
Concreto	7	33.33%
TOTAL	21	100.00%

**Tabla 2.89. Material de los pozos de inspección, Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de los pozos según su material de construcción.



**Figura 2.91. Materiales de pozos de inspección, Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

➤ **TIPO DE ESTRUCTURA**

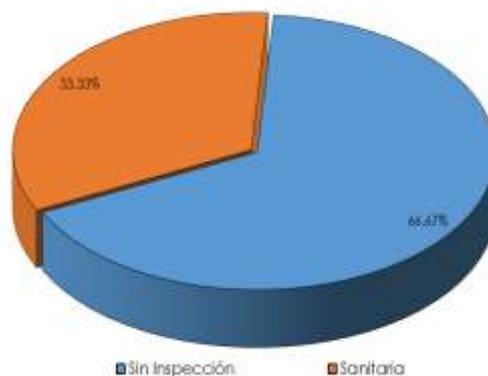
Con base a las estadísticas se logró identificar que, de los 21 pozos, el 100% funcionan como un sistema sanitario de recolección de agua residual, sin embargo cabe mencionar que el 66.67% de estos, representados por 14 pozos, no fueron inspeccionados.

La tabla presentada a continuación resume la información de pozos investigados, obtenida para el sector rural. De igual forma la figura consecutiva ejemplifica la distribución porcentual del tipo de sistema de los pozos donde se puede evidenciar la predominancia de sistema de aguas residuales.

TIPO SISTEMA	NO. POZOS	PORCENTAJE
Sanitaria	7	33.33%
Sin Inspección	14	66.67%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.90. Tipo de sistema, Nazareth**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.92. Tipos de sistema, alcantarillado Nazareth**

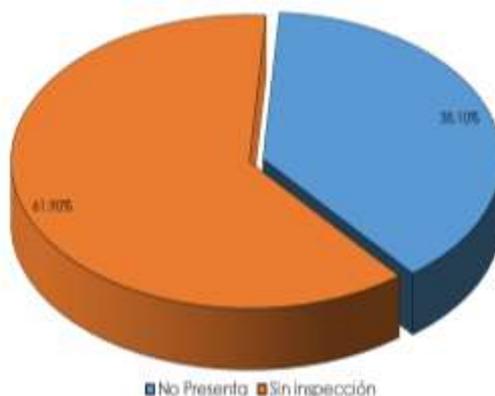
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Además del análisis anterior, se identificó que no existen pozos diseñados en forma cónica de 21 pozos en total, sin embargo, cabe mencionar que al 66.67% de los pozos, representados en 14 unidades, no fue posible realizar la inspección por encontrarse debajo de alguna cobertura o estar la tapa prensada. La tabla y figura respectiva que representa dichos sistemas son presentadas a continuación.

TIPO DE POZO	NO. POZOS	PORCENTAJE
No cuenta con cono	7	33.33%
Sin inspeccionar	14	66.67%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.91. Tipo de pozos, Nazareth**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.93. Cono de Reducción, alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

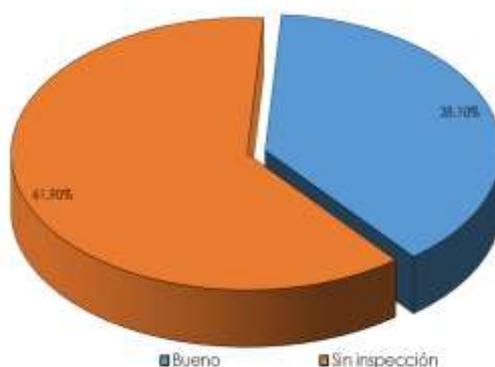
### ➤ ESTADO ESTRUCTURAL

En cuanto al estado estructural de los pozos de inspección obtenido del catastro realizado se identificó que el 33.33% se encuentra en buen estado, y el 66.67% corresponden a los 14 pozos no exitosos.

La tabla resumen que contiene los resultados de la investigación son presentados a continuación junto con su respectiva gráfica.

ESTADO POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	7	33.33%
Pozos sin inspección	14	66.67 %
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.92. Distribución porcentual del estado de los pozos, Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.94. Estado de los Pozos, alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESCALERAS DE ACCESO

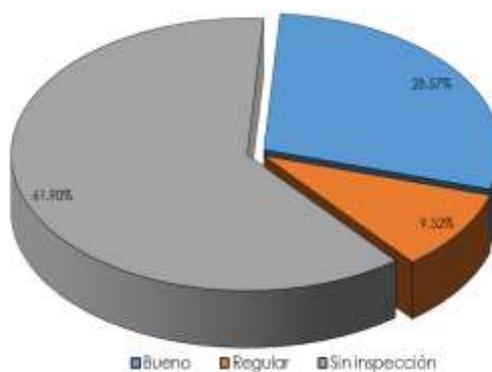
Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 6 pozos con escalera de acceso en buen estado y un pozo con escaleras de acceso en regular estado, cabe mencionar que para 8 pozos no fue posible su inspección por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada. El resumen de resultados de la investigación se presenta en la tabla a continuación.

ESCALERAS DE ACCESO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	6	28.57%
Regular	1	4.76%
Sin Inspeccionar	14	66.67%
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.93. Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Nazareth**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso en cada uno de los pozos de inspección existentes a lo largo del sector rural de Nazareth.



**Figura 2.95. Estado Escaleras de Acceso, alcantarillado Nazareth**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### ➤ TAPAS POZOS DE INSPECCIÓN

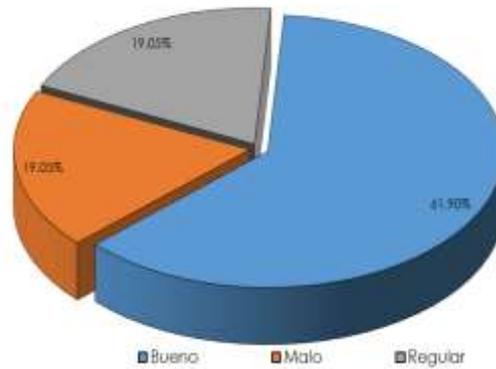
Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 10 pozos con tapa en buen estado, 4 pozos con tapa en mal estado (tapa agrietada o demasiado vieja) y 7 pozos sin inspección. El resumen de los resultados de investigación es presentado a continuación con su respectiva gráfica.

TAPAS POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	10	47.62%
Malo	4	19.05%
Sin inspección	7	33.33%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.94. Distribución porcentual del estado de las tapas de pozos, Nazareth**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

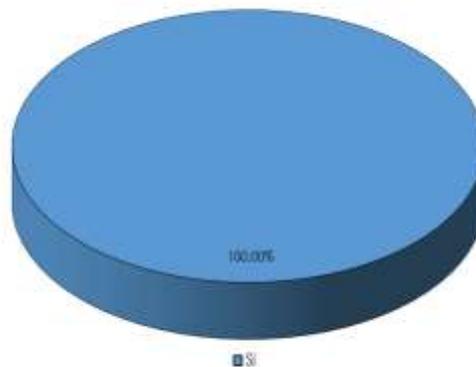
La imagen presentada a continuación ilustra la distribución porcentual del estado de las tapas de recubrimiento de los pozos:



**Figura 2.96. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESTADO OPERATIVO

A partir de la investigación realizada se identificó que todos los pozos inspeccionados se encuentran en servicio



**Figura 2.97. Estado Operativo de pozos, Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

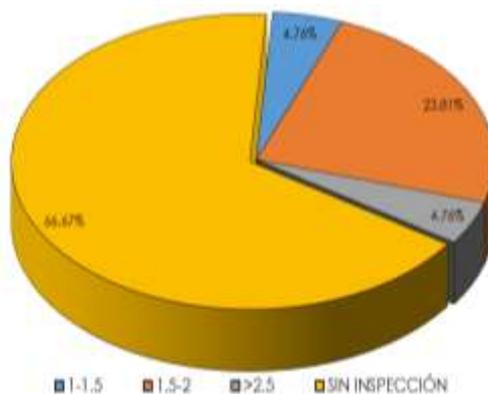
### ➤ PROFUNDIDAD DE POZOS

La información obtenida muestra que el 4.76% de los pozos representados por un pozo tiene una profundidad entre 1 m y 1.5 m, seguido del 23.81% representado por 5 pozos con una profundidad entre 1.5 m y 2 m, además se cuenta con un pozo con una profundidad superior a 2.5 m, y por último el 66.66% representado por 14 pozos, no fueron inspeccionados.

PROFUNDIDAD (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
1 - 1.5	1	4.76%
1.5 - 2	5	23.81%
>2.5	1	4.76%
Sin Inspección	14	66.66%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.95. Profundidad del pozo, Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura presentada a continuación ilustra la distribución de profundidades en los pozos, resaltando que la profundidad predominante está entre 1,50 m a 2 m.



**Figura 2.98. Profundidad de pozos de inspección, Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ DIÁMETRO DE POZOS

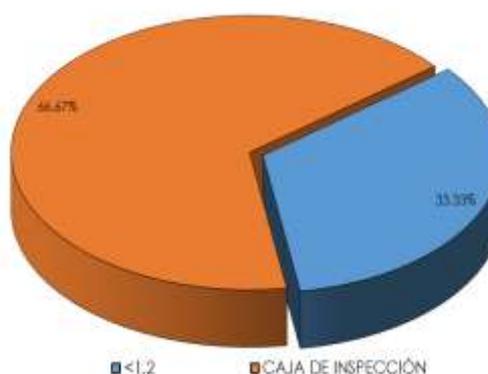
A partir del catastro de pozos realizado se genera el respectivo análisis, donde el 33.33% posee diámetros inferiores a 1,20 m, mientras que el 66.67% que representa 14 pozos no fue posible inspeccionarlos por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada.

La tabla presentada a continuación resume la información obtenida durante la investigación y el análisis realizado por el grupo consultor.

DIÁMETRO (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
<1.20m	7	33.33%
No Inspeccionado	14	66.67%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.96. Diámetro pozos de inspección, Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura a continuación presenta el diámetro de los pozos identificados teniendo en cuenta su distribución porcentual en la cual se evidencia que el diámetro predominante en la red es inferior a 1,20 m.



**Figura 2.99. Diámetros de pozos de inspección, Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.3.3.7 SECTOR RURAL BETANIA

Se presentan a continuación características de los pozos tales como material de la cámara, estado de la tapa, estado de los peldaños, profundidad del pozo, diámetro del pozo y estado operativo de los mismos

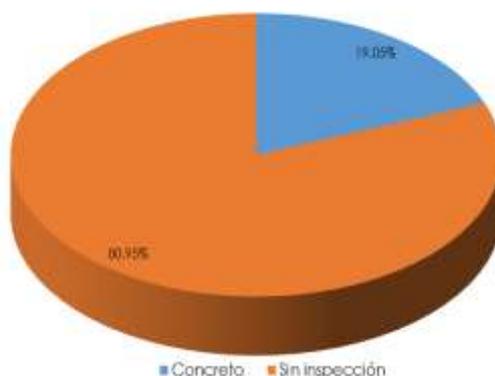
#### ➤ MATERIAL DE LA CÁMARA

Con base a los datos recolectados en el catastro de alcantarillado se identificó que el 19.05% de los pozos representado por un total de 4 están construidos en concreto, el 80.95% representado por 17 no fue posible realizar su inspección por encontrarse bajo afirmado, concreto, cobertura vegetal o tapa prensada. La siguiente tabla muestra la cantidad de pozos clasificados según su material de construcción.

MATERIAL	NO. POZOS	ESTADÍSTICAS (%)
Sin inspección	17	80.95%
Concreto	4	19.05%
TOTAL	21	100.00%

**Tabla 2.97. Material de los pozos de inspección, Betania**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de los pozos según su material de construcción.



**Figura 2.100. Materiales de pozos de inspección, Betania**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### ➤ TIPO DE ESTRUCTURA

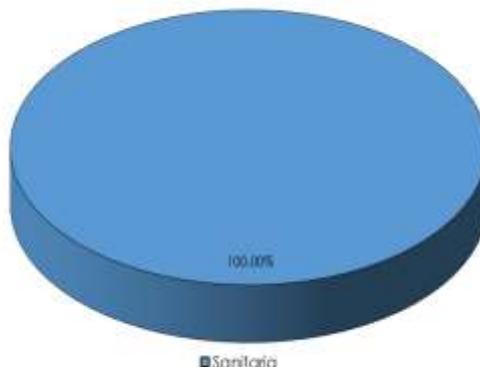
Con base a las estadísticas se logró identificar que, de los 21 pozos, el 100% funcionan como un sistema sanitario de recolección de agua residual.

La tabla presentada a continuación resume la información de pozos investigados, obtenida para el sector rural. De igual forma la figura consecutiva ejemplifica la distribución porcentual del tipo de sistema de los pozos donde se puede evidenciar la predominancia de sistema de aguas residuales.

TIPO SISTEMA	NO. POZOS	PORCENTAJE
Residual	21.00	100%
Combinado	0	0%
Fuera de Servicio	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>21.00</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.98. Tipo de sistema, Betania**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se observa la distribución espacial de los materiales de construcción de los de los pozos existentes en el sector rural de Betania:

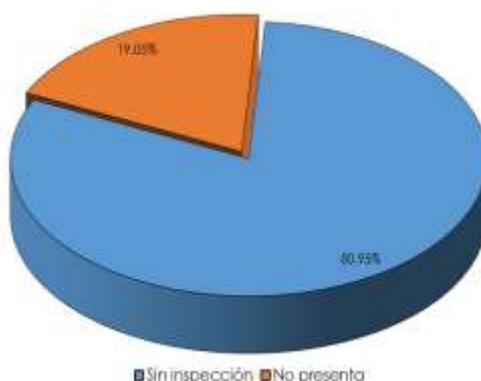


**Figura 2.101. Tipos de sistema, alcantarillado Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Además del análisis anterior, se identificó que no existen pozos diseñados en forma cónica de 21 pozos en total, sin embargo, cabe mencionar que al 80.95% de los pozos, representados en 17 unidades, no fue posible realizar la inspección por encontrarse debajo de alguna cobertura o estar la tapa prensada. La tabla y figura respectiva que representa dichos sistemas son presentadas a continuación.

TIPO DE POZO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Cono	0	0.00
No cuenta con cono	4	19.05%
Sin inspeccionar	17	80.95%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.99. Tipo de pozos, Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.102. Tipos de pozo, Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

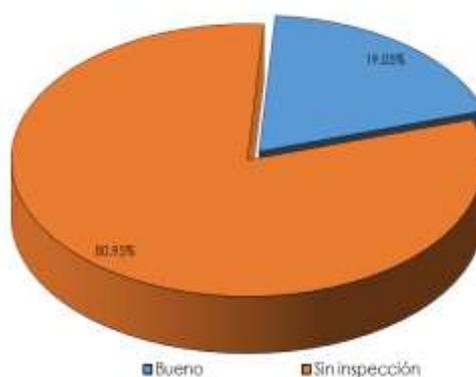
### ➤ ESTADO ESTRUCTURAL

En cuanto al estado estructural de los pozos de inspección obtenido del catastro realizado se identificó que el 29.17% se encuentra en buen estado, y el 70.83% corresponden a los 17 pozos no exitosos.

La tabla resumen que contiene los resultados de la investigación son presentados a continuación junto con su respectiva gráfica.

ESTADO POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	4	19.05%
Pozos sin inspección	17	80.95%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.100. Distribución porcentual del estado de los pozos, Betania**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.103. Distribución porcentual del estado de los pozos, Betania**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

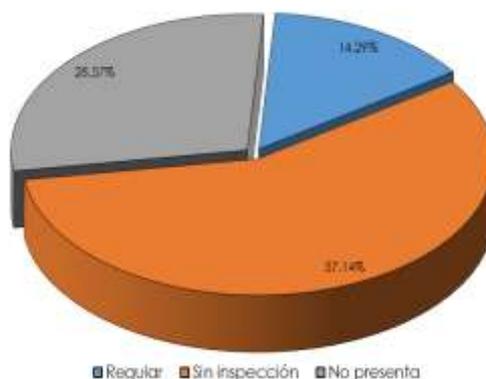
#### ➤ ESCALERAS DE ACCESO

Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 3 pozos con escalera de acceso en regular estado, 1 pozo que no cuenta con escalera de acceso y 17 pozos que no fue posible inspeccionarlos por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada. El resumen de resultados de la investigación se presenta en la tabla a continuación.

ESCALERAS DE ACCESO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Regular	3	14.29%
No Aplica (Tiene)	1	4.76%
Sin Inspeccionar	17	80.95%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.101. Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Betania**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso en cada uno de los pozos de inspección existentes a lo largo del sector rural de Betania.



**Figura 2.104. Distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso, Betanía**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

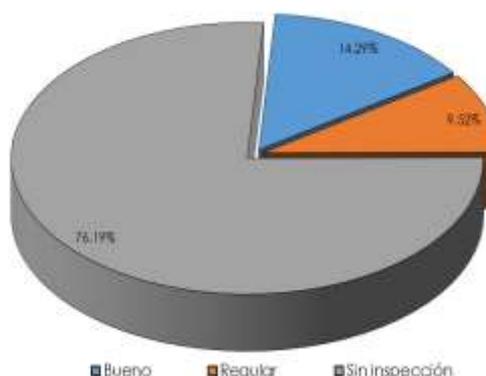
### ➤ TAPAS POZOS DE INSPECCIÓN

Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 2 pozos con tapa en buen estado, 2 pozos con tapa en mal estado (tapa agrietada o demasiado vieja) y 17 pozos sin inspección. El resumen de los resultados de investigación es presentado a continuación con su respectiva gráfica.

TAPAS POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	2	9.53%
Malo	2	9.53%
Sin inspección	17	80.95%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.102. Distribución porcentual del estado de las tapas de pozos, Betanía**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

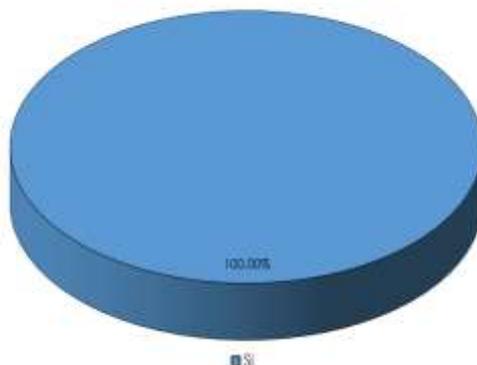
La imagen presentada a continuación ilustra la distribución porcentual del estado de las tapas de recubrimiento de los pozos:



**Figura 2.105. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Betanía**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESTADO OPERATIVO

A partir de la investigación realizada se identificó que todos los pozos inspeccionados se encuentran en servicio



**Figura 2.106. Estado Operativo de pozos, Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

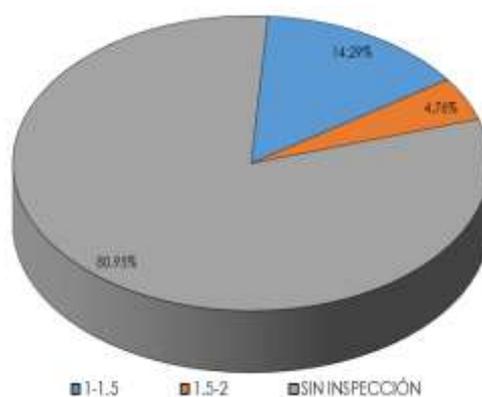
### ➤ PROFUNDIDAD DE POZOS

La información obtenida muestra que el 14.29% de los pozos representados por tres pozos tiene una profundidad entre 1,00 m y 1,50 m, seguido del 4.76% representado por un pozo con una profundidad entre 1,50 m y 1,2 m, y por último el 80.95 representado por 17 pozos, no fueron inspeccionados.

PROFUNDIDAD (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
1,00 - 1,50	3	14.29%
1,50 - 2	1	4.76%
Sin Inspección	17	80.95%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.103. Profundidad del pozo, Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura presentada a continuación ilustra la distribución de profundidades en los pozos, resaltando que la profundidad predominante está entre 1,00m a 1,50m.



**Figura 2.107. Profundidad de pozos de inspección, Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ DIÁMETRO DE POZOS

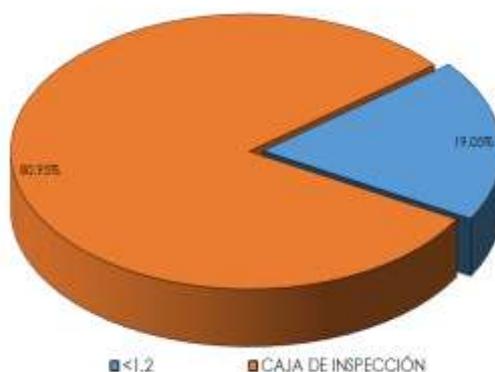
A partir del catastro de pozos realizado se genera el respectivo análisis, donde el 37.50% posee diámetros inferiores a 1,20 m, mientras que el 62.50% que representa 15 pozos no fue posible inspeccionarlos por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada.

La tabla presentada a continuación resume la información obtenida durante la investigación y el análisis realizado por el grupo consultor.

DIÁMETRO (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
<1.20m	4	19.05%
No Inspeccionado	17	80.95%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.104. Diámetro pozos de inspección, Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura a continuación presenta el diámetro de los pozos identificados teniendo en cuenta su distribución porcentual en la cual se evidencia que el diámetro predominante en la red es inferior a 1,20 m.



**Figura 2.108. Diámetros de pozos de inspección, Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.3.3.8 SECTOR RURAL PASQUILLA

Se presentan a continuación características de los pozos tales como material de la cámara, estado de la tapa, estado de los peldaños, profundidad del pozo, diámetro del pozo y estado operativo de los mismos

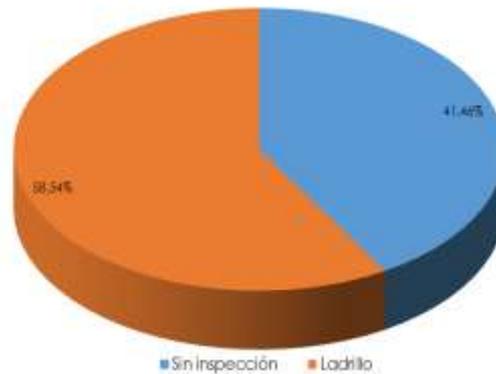
#### ➤ MATERIAL DE LA CÁMARA

Con base a los datos recolectados en el catastro de alcantarillado se identificó que el 58.54% de los pozos representado por un total de 24, están construidos en ladrillo, y al 41.46% representado por 17 no fue posible realizar su inspección por encontrarse bajo afirmado, concreto, cobertura vegetal o tapa prensada. La siguiente tabla muestra la cantidad de pozos clasificados según su material de construcción.

MATERIAL	NO. POZOS	ESTADÍSTICAS (%)
Sin inspección	17	41.46%
Ladrillo	24	58.54%
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 2.105. Material de los pozos de inspección, Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de los pozos según su material de construcción.



**Figura 2.109. Materiales de pozos de inspección, Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

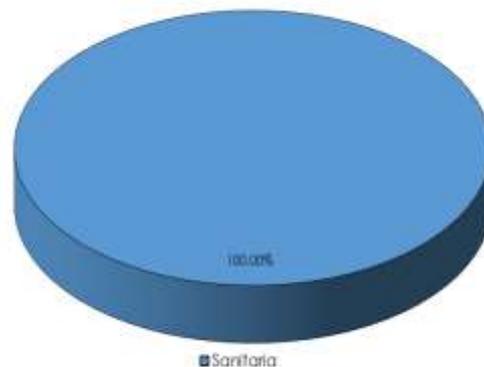
➤ **TIPO DE ESTRUCTURA**

Con base a las estadísticas se logró identificar que, de los 41 pozos, el 100% funcionan como un sistema sanitario de recolección de agua residual.

La tabla presentada a continuación resume la información de pozos investigados, obtenida para el sector rural. De igual forma la figura consecutiva ejemplifica la distribución porcentual del tipo de sistema de los pozos donde se puede evidenciar la predominancia de sistema de aguas residuales.

TIPO SISTEMA	NO. POZOS	PORCENTAJE
Sanitaria	41	100%
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.106. Tipo de sistema, Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



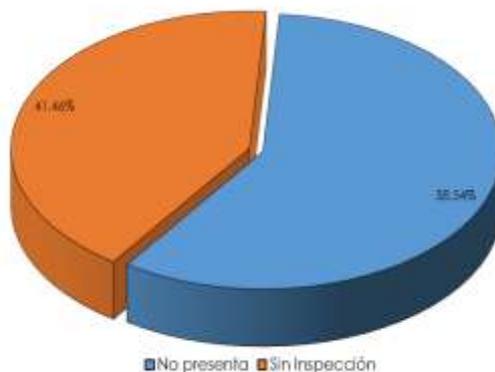
**Figura 2.110. Tipos de sistema, alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Además del análisis anterior, se identificó que no existen pozos diseñados en forma cónica de 41 pozos en total, sin embargo, cabe mencionar que al 58.54% de los pozos, representados en 17 unidades, no fue posible realizar la inspección por encontrarse debajo de alguna cobertura o estar la tapa prensada. La tabla y figura respectiva que representa dichos sistemas son presentadas a continuación.

TIPO DE POZO	NO. POZOS	PORCENTAJE
No cuenta con cono	24	41.46%
Sin inspeccionar	17	58.54%
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.107. Tipo de pozos, Pasquilla**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.111. Cono de Reducción, alcantarillado Pasquilla**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### ➤ ESTADO ESTRUCTURAL

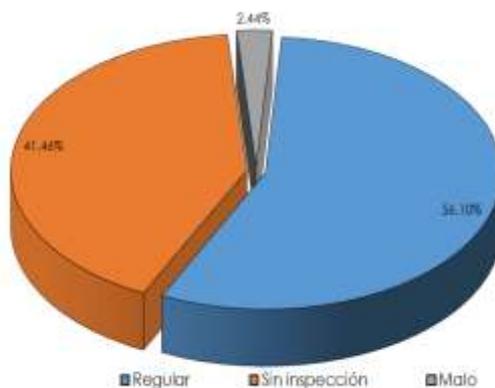
En cuanto al estado estructural de los pozos de inspección obtenido del catastro realizado se identificó que el 56.10% se encuentra en regular estado, el 2.44% en mal estado y el 41.46% corresponden a los 17 pozos no exitosos.

La tabla resumen que contiene los resultados de la investigación son presentados a continuación junto con su respectiva gráfica.

ESTADO POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Regular	23	56.10%
Malo	1	2.44%
Pozos sin inspección	17	41.46%
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.108. Distribución porcentual del estado de los pozos, Pasquilla**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.112. Estado Pozo, alcantarillado Pasquilla**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESCALERAS DE ACCESO

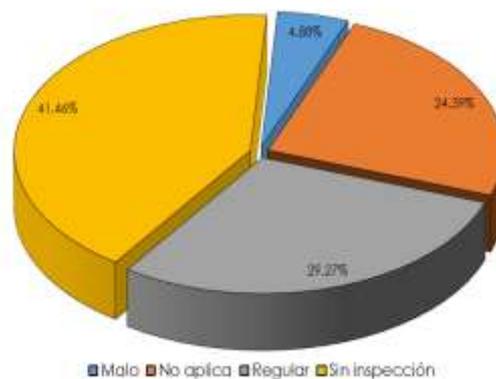
Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 12 pozos con escaleras de acceso en regular estado lo cual representa un 29.27% y 2 pozos con escaleras de acceso en mal estado, representadas por un 4.88%, 10 de los 41 pozos inspeccionados no cuentan con escaleras de acceso, lo cual representa un 24.39%; cabe mencionar que para 17 pozos no fue posible su inspección por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada. El resumen de resultados de la investigación se presenta en la tabla a continuación.

ESCALERAS DE ACCESO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Regular	12	29.27%
Malo	2	4.88%
No tiene	10	24.39%
Sin Inspeccionar	17	41.46%
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.109. Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Pasquilla**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso en cada uno de los pozos de inspección existentes a lo largo de el sector rural de Pasquilla.



**Figura 2.113. Estado Escaleras de Acceso, alcantarillado Pasquilla**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ TAPAS POZOS DE INSPECCIÓN

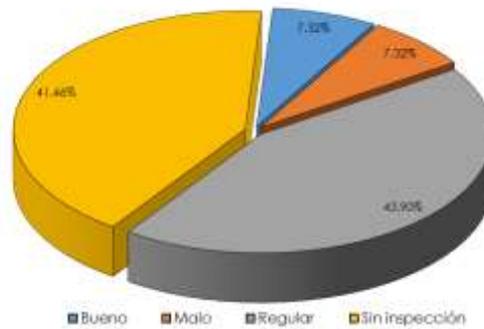
Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 3 pozos con tapa en buen estado, representadas por un 7.32%, 18 pozos con tapa en estado regular (tapa agrietada o demasiado vieja), representadas por un 43.90%, 3 pozos con tapa de acceso en mal estado (7.32%) y 30 pozos sin inspección. El resumen de los resultados de investigación es presentado a continuación con su respectiva gráfica.

TAPAS POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	3	7.32%
Malo	3	7.32%
Regular	18	43.90%
Sin inspección	17	41.46%
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.110. Distribución porcentual del estado de las tapas de pozos, Pasquilla**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

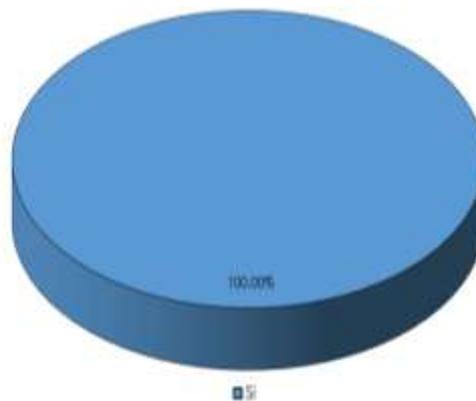
La imagen presentada a continuación ilustra la distribución porcentual del estado de las tapas de recubrimiento de los pozos:



**Figura 2.114. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ ESTADO OPERATIVO

A partir de la investigación realizada se identificó que todos los pozos inspeccionados se encuentran en servicio



**Figura 2.115. Estado Operativo de pozos, Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

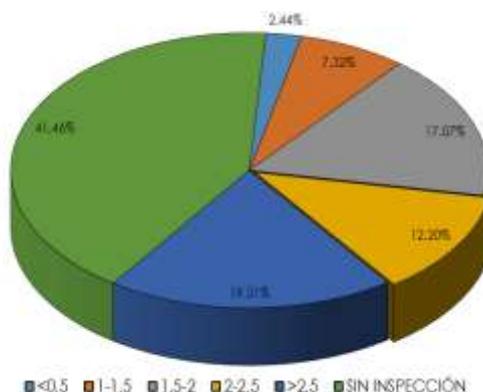
### ➤ PROFUNDIDAD DE POZOS

La información obtenida muestra que solo un pozo, representados por un 2.44% tiene una profundidad inferior a 0,50, seguido del 7.32% representado por 3 pozos con profundidades entre 1 y 1.5 m, el 17.07% representa un total de 7 pozos con profundidades entre 2 y 2.5 m y el 19.51% representando un total de 8 pozos, cuentan con profundidades superiores a los 2.5 m; por último el 41.46% representado por 17 pozos, no fueron inspeccionados.

PROFUNDIDAD (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
< 0.5	1	2.44%
1 – 1.5	3	7.32%
1.5 - 2	7	17.07%
2 – 2.5	5	12.20%
>2.5	8	19.51%
Sin Inspección	17	41.46%
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.111. Profundidad del pozo, Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura presentada a continuación ilustra la distribución de profundidades en los pozos, resaltando que la profundidad predominante es superior a los 2.5 m.



**Figura 2.116. Profundidad de pozos de inspección, Pasquilla**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ DIÁMETRO DE POZOS

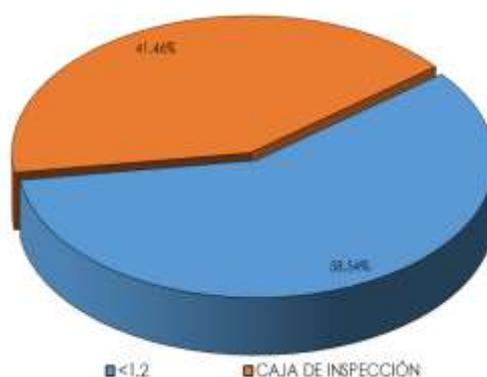
A partir del catastro de pozos realizado se genera el respectivo análisis, donde el 58.54% posee diámetros inferiores a 1,20 m, mientras que el 41.46% que representa 17 pozos no fue posible inspeccionarlos por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada.

La tabla presentada a continuación resume la información obtenida durante la investigación y el análisis realizado por el grupo consultor.

DIÁMETRO (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
<1.20m	24	58.54%
No Inspeccionado	17	41.46%
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.112. Diámetro pozos de inspección, Pasquilla**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura a continuación presenta el diámetro de los pozos identificados teniendo en cuenta su distribución porcentual en la cual se evidencia que el diámetro predominante en la red es inferior a 1,20 m.



**Figura 2.117. Diámetros de pozos de inspección, Pasquilla**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.3.3.9 SECTOR RURAL MOCHUELO ALTO

Se presentan a continuación características de los pozos tales como material de la cámara, estado de la tapa, estado de los peldaños, profundidad del pozo, diámetro del pozo y estado operativo de los mismos

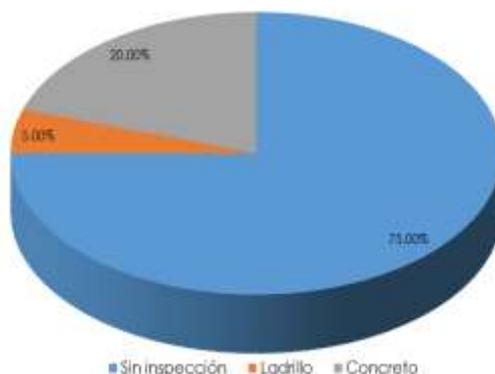
#### ➤ MATERIAL DE LA CÁMARA

Con base a los datos recolectados en el catastro de alcantarillado se identificó que el 20.00% de los pozos representado por un total de 8, están contruidos en concreto, el 5.00% de los pozos representados por un total de 2, están contruidos en ladrillo, el 75.00% representado por 30 no fue posible realizar su inspección por encontrarse bajo afirmado, concreto, cobertura vegetal o tapa prensada. La siguiente tabla muestra la cantidad de pozos clasificados según su material de construcción.

MATERIAL	NO. POZOS	ESTADÍSTICAS
Sin inspección	30	75%
Ladrillo	2	5%
Concreto	8	20%
TOTAL	40	100.00%

**Tabla 2.113. Material de los pozos de inspección, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura muestra la distribución porcentual de los pozos según su material de construcción.



**Figura 2.118. Materiales de pozos de inspección, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### ➤ TIPO DE ESTRUCTURA

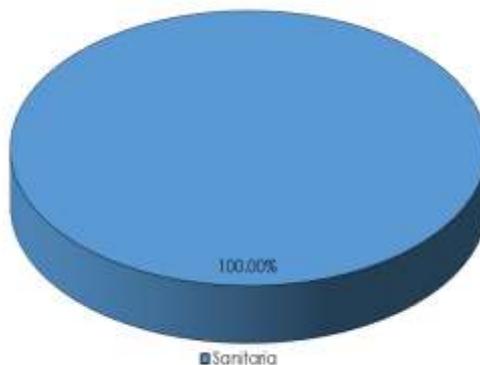
Con base a las estadísticas se logró identificar que, de los 40 pozos, el 100% funcionan como un sistema sanitario de recolección de agua residual.

La tabla presentada a continuación resume la información de pozos investigados, obtenida para el sector rural. De igual forma la figura consecutiva ejemplifica la distribución porcentual del tipo de sistema de los pozos donde se puede evidenciar la predominancia de sistema de aguas residuales.

TIPO SISTEMA	NO. POZOS	PORCENTAJE
Sanitaria	40	100%
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.114. Tipo de sistema, Mochuelo Alto**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.119. Tipos de sistema, alcantarillado Mochuelo Alto**

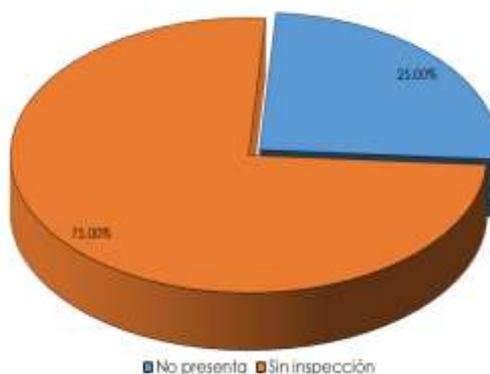
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Además del análisis anterior, se identificó que no existen pozos diseñados en forma cónica de 40 pozos en total, sin embargo, cabe mencionar que al 75.00% de los pozos, representados en 30 unidades, no fue posible realizar la inspección por encontrarse debajo de alguna cobertura o estar la tapa prensada. La tabla y figura respectiva que representa dichos sistemas son presentadas a continuación.

TIPO DE POZO	NO. POZOS	PORCENTAJE
No cuenta con cono	10	25%
Sin inspeccionar	30	75%
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.115. Tipo de pozos, Mochuelo Alto**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.120. Cono de Reducción, alcantarillado Mochuelo Alto**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

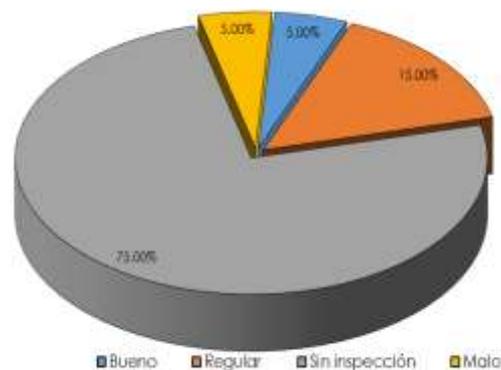
➤ **ESTADO ESTRUCTURAL**

En cuanto al estado estructural de los pozos de inspección obtenido del catastro realizado se identificó que el 5% se encuentra en buen estado, el 15% en regular estado, otro 5% en mal estado y el 75.00% corresponden a los 30 pozos no exitosos.

La tabla resumen que contiene los resultados de la investigación son presentados a continuación junto con su respectiva gráfica.

ESTADO POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	2	5%
Regular	6	15%
Malo	2	5%
Pozos sin inspección	30	75%
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.116. Distribución porcentual del estado de los pozos, Mochuelo alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018



**Figura 2.121. Estado de los Pozos, alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

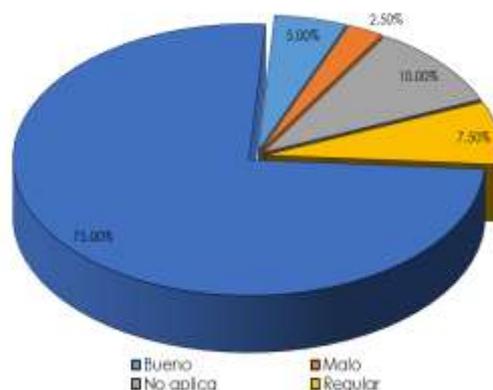
➤ **ESCALERAS DE ACCESO**

Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 2 pozos con escaleras de acceso en buen estado, representadas por un 5%, 3 pozos con escalera de acceso en regular estado lo cual representa un 7.5% y un pozo con escaleras de acceso en mal estado, representadas por un 2.5%, cabe mencionar que para 30 pozos no fue posible su inspección por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada. El resumen de resultados de la investigación se presenta en la tabla a continuación.

ESCALERAS DE ACCESO	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	2	10%
Regular	3	7.5%
Malo	1	2.5%
No tiene	4	10%
Sin Inspeccionar	30	80%
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.117. Porcentaje del estado de las escaleras de acceso, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual del estado de las escaleras de acceso en cada uno de los pozos de inspección existentes a lo largo del sector rural de Mochuelo Alto.



**Figura 2.122. Estado Escaleras de Acceso, alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

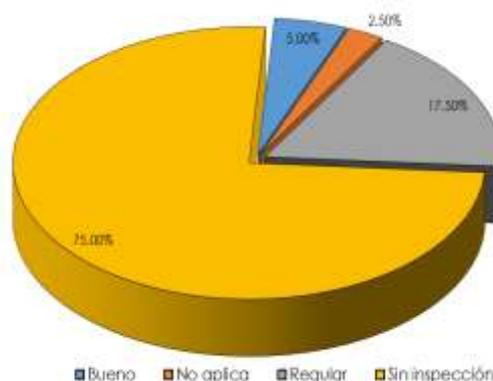
#### ➤ TAPAS POZOS DE INSPECCIÓN

Teniendo en cuenta el catastro de pozos realizado se determina la existencia de 2 pozos con tapa en buen estado, representadas por un 5%, 7 pozos con tapa en estado regular (tapa agrietada o demasiado vieja), representadas por un 17.5%, un pozo sin tapa de acceso (2.5%) y 30 pozos sin inspección. El resumen de los resultados de investigación es presentado a continuación con su respectiva gráfica.

TAPAS POZOS	NO. POZOS	PORCENTAJE
Bueno	2	5%
Regular	7	17.5%
No tiene	1	2.5%
Sin inspección	30	75%
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.118. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

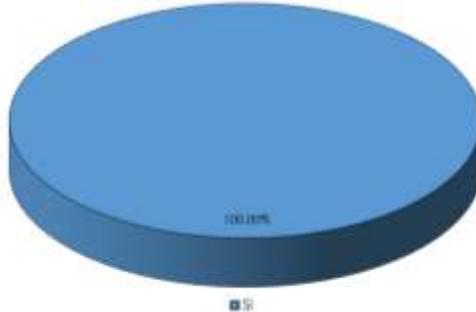
La imagen presentada a continuación ilustra la distribución porcentual del estado de las tapas de recubrimiento de los pozos:



**Figura 2.123. Distribución porcentual estado de tapas de pozos, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

➤ **ESTADO OPERATIVO**

A partir de la investigación realizada se identificó que todos los pozos inspeccionados se encuentran en servicio



**Figura 2.124. Estado Operativo de pozos, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

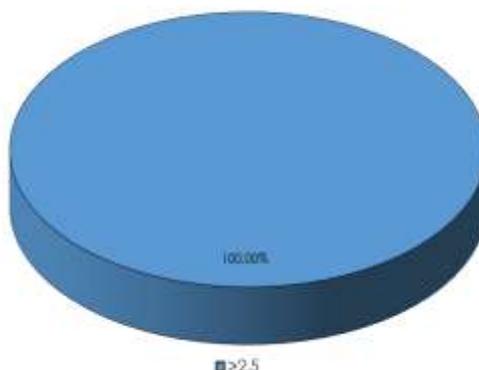
➤ **PROFUNDIDAD DE POZOS**

La información obtenida muestra que el 10% de los pozos representados por un pozo tiene una profundidad entre 0,50 m y 1.00 m, seguido del 10% representado por un pozo con una profundidad entre 2 m y 2.5 m, y por último el 80% representado por 8 pozos, no fueron inspeccionados.

PROFUNDIDAD (m)	NO. POZOS	PORCENTAJE
1 – 1.5	1	2.5%
1.5 - 2	4	10.00%
2 – 2.5	3	7.50%
>2.5	2	5%
Sin Inspección	30	75% <sup>8</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.119. Profundidad del pozo, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura presentada a continuación ilustra la distribución de profundidades en los pozos, resaltando que la profundidad predominante está entre 1,00m a 1,50m.



**Figura 2.125. Profundidad de pozos de inspección, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### ➤ DIÁMETRO DE POZOS

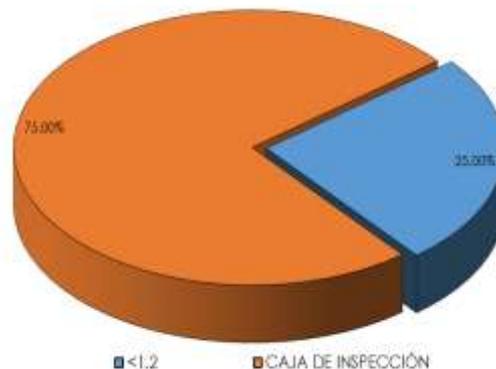
A partir del catastro de pozos realizado se genera el respectivo análisis, donde el 25% posee diámetros inferiores a 1,20 m, mientras que el 75% que representa 30 pozos no fue posible inspeccionarlos por encontrarse bajo cobertura o tapa prensada.

La tabla presentada a continuación resume la información obtenida durante la investigación y el análisis realizado por el grupo consultor.

3	NO. POZOS	PORCENTAJE
<1.20m	10	25%
No Inspeccionado	30	75%
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.120. Diámetro pozos de inspección, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

La figura a continuación presenta el diámetro de los pozos identificados teniendo en cuenta su distribución porcentual en la cual se evidencia que el diámetro predominante en la red es inferior a 1,20 m.



**Figura 2.126. Diámetros de pozos de inspección, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.3.3.10 SUMIDEROS

De acuerdo al catastro realizado por INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., no se identificó en ninguno de los nueve (9) centros poblados estructuras de sumideros

### 2.3.3.11 BOX CULVERT

De acuerdo al catastro realizado por INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., no se identificó en ninguno de los nueve (9) centros poblados estructuras de Box Culvert.

### 2.3.3.12 HUMEDALES

De acuerdo al catastro realizado por INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., no se identificó en ninguno de los nueve (9) centros poblados humedales.

### 2.3.3.13 SIFONES

De acuerdo al catastro realizado por INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., no se identificó en ninguno de los nueve (9) centros poblados sifones.

#### **2.3.3.14 CANALES**

De acuerdo al catastro realizado por INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., no se identificó en ninguno de los nueve (9) centros poblados canales.

#### **2.3.3.15 ALIVIADEROS**

De acuerdo al catastro realizado por INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., no se identificó en ninguno de los nueve (9) centros poblados estructuras de alivio.

### **2.3.4 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SERVICIO**

Para la determinación del estado actual del servicio de alcantarillado se evaluará mediante cuatro componentes principales:

- Económico.
- Físico.
- Prestación del servicio.
- Mantenimiento del sistema.

A continuación, se presenta el desarrollo de cada uno de estos componentes, vale la pena resaltar que el desarrollo integral de los mismos corresponde al desarrollo del presente documento.

#### **2.3.4.1 COMPONENTE ECONÓMICO**

De acuerdo al anexo técnico del contrato de consultoría 835 de 2018, se deberá contar con la Información sobre labores de mantenimiento en los últimos años, además de incluir:

1. Costos asociados con la operación del sistema de alcantarillado sanitario.
2. Daños ocurridos de forma imprevista en la red de alcantarillado sanitario.
3. Causa de daños sobre la red de alcantarillado sanitario.
4. Métodos de reparación en la red de alcantarillado sanitario.
5. Continuidad del servicio.
6. Caracterización de las aguas residuales.
7. Calidad de la fuente receptora.

#### **2.3.4.2 PRESTACIÓN DEL SERVICIO**

De acuerdo al anexo técnico del contrato de consultoría 835 de 2018, se deberá contar con la Información relacionada a la operación del sistema de drenaje de aguas lluvias, recolección de aguas residuales y tratamiento de las mismas, bajo la siguiente información:

- Población atendida con alcantarillado.
- Número total de suscriptores o beneficiarios de alcantarillado.
- Valor mensual facturado.
- Valor mensual recaudado.
- Estructura y niveles tarifarios con indexación.
- Estado de la cartera.
- Existencia de manuales de operación.
- Sistematización de procesos administrativos y comerciales.

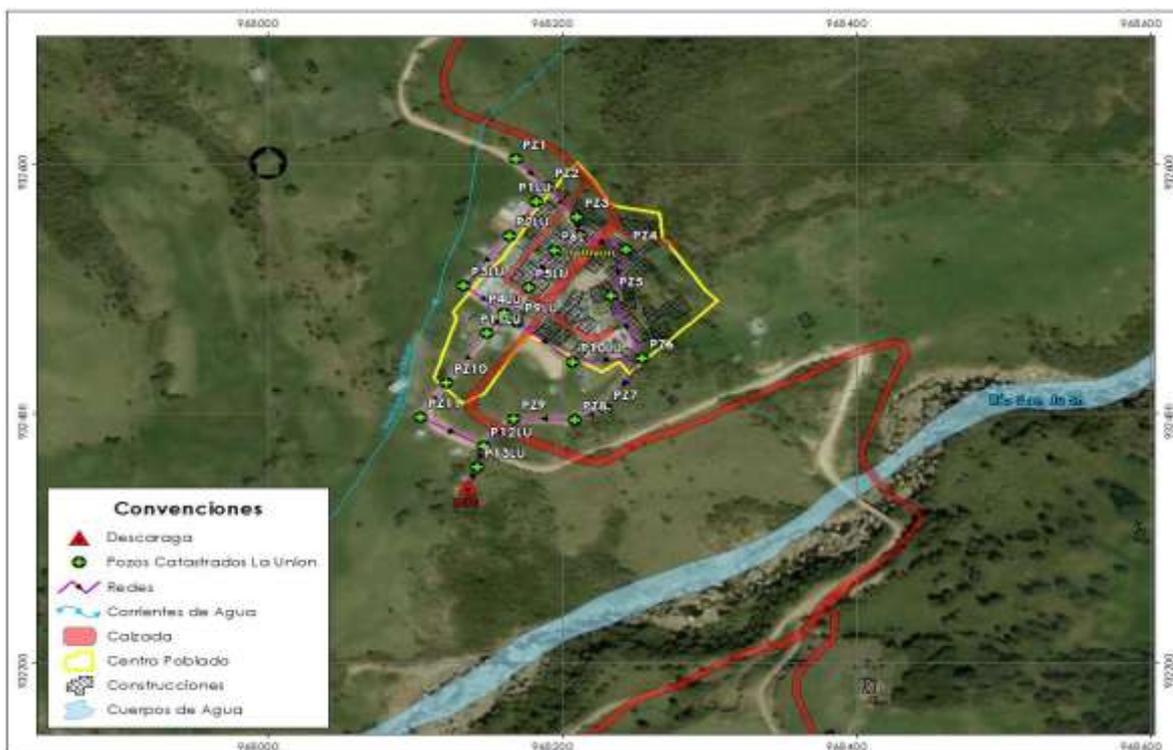
- Otros aspectos que puedan ser relevantes sobre el estado institucional de la prestación de servicios.

## 2.4 CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO

A continuación se presentan los resultados obtenidos para el catastro de redes realizado en cada uno de los sectores rurales objeto de estudio del contrato 835 de 2018.

### 2.4.1 SECTOR RURAL LA UNIÓN

De acuerdo al catastro realizado por parte de la Consultoría y como complemento de la información entregada por parte de la Secretaría Distrital de Hábitat; en la siguiente imagen se presenta la red de alcantarillado del sector rural La Unión.



**Figura 2.127. Topología general del sistema Sector Rural La Unión**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.1.1 MATERIAL

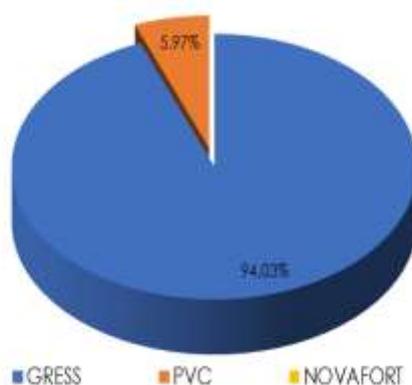
El alcantarillado del centro poblado La Unión cuenta con un total de 806.10 metros, los cuales están conformados por materiales de Gres y PVC. En Gres tiene una longitud total de 758.00 m, y en PVC cuenta con una longitud de 48.10 m. A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de material para el sistema en relación.

MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gres	8	357,5	94.03
	12	216.4	
	16	184.1	
	<b>TOTAL</b>		<b>758</b>
MATERIAL	DIÁMETRO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)

MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
PVC	8	48.10	5.96
	<b>TOTAL</b>		<b>48.10</b>
<b>TOTAL</b>		<b>806.1</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.121. Material sistema de alcantarillado La Unión.**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de los materiales que se identifican sobre el alcantarillado del centro poblado La Unión, observándose que el material que se encuentra en mayor proporción sobre las redes del sistema es el gres con un porcentaje de 94.03%, seguido del PVC con 5.96%.



**Figura 2.128. Distribución de material Alcantarillado, La Unión**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.1.2 DIÁMETRO

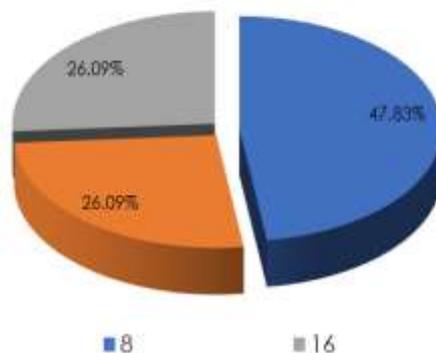
El sistema de alcantarillado de La Unión cuenta con un total de 806.1 metros, los cuales están conformados por materiales como el Gres con un total de 758 m con diámetros de 8" (0.20 m), 12" (0.30) y 16" (0.40 m) y 48.10 m en PVC con un diámetro de 8" (0.20 m)

Los diámetros identificados en el sistema oscilan entre las 8" y 16" distribuidos de la siguiente manera según material y longitudes respectivas:

SISTEMA	DIÁMETRO (")	MATERIAL		TOTAL GENERAL (m)
		GRES	PVC	
	8	357.5	48.10	405.3
	12	246.4		246.4
	16	184.1		184.1
<b>TOTAL</b>		<b>788</b>	<b>48.10</b>	<b>806.1</b>

**Tabla 2.122. Diámetros Según Material Alcantarillado, La Unión**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual de los diámetros en metros teniendo en cuenta la longitud del sistema de alcantarillado centro poblado La Unión.



**Figura 2.129. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.4.1.3 % PENDIENTE

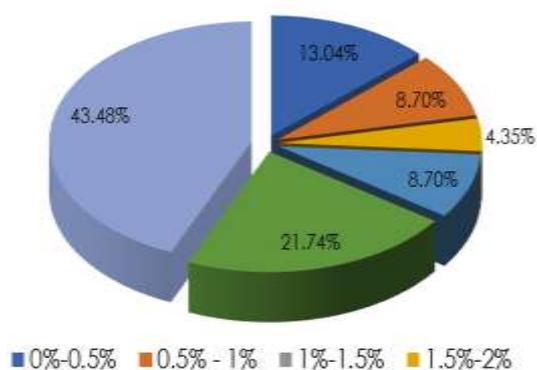
Las pendientes de los tramos que componen el alcantarillado de La Unión varían entre 0.01 % (Tramo T5), siendo este el mínimo valor encontrado, y 8% (Tramo T1), siendo este el máximo valor encontrado.

A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de pendiente para el sistema en relación.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE (%)
<0%	3.00	13.04%
0%-0.5%	2.00	8.70%
0.5%-1%	0.00	0.00%
1%-1.5%	1.00	4.35%
2%-4%	2.00	8.70%
4%-8%	5.00	21.74%
>8%	10.00	43.48%
<b>TOTAL</b>	<b>23.00</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 2.123. Rango de Pendientes Alcantarillado La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de las pendientes que se identificaron sobre alcantarillado de La Unión; se evidencia que el valor en porcentaje mayor de las pendientes que se encuentran sobre este sistema se encuentra en rangos superiores a 8%, seguido por un 21.74% el cual hace énfasis en el rango de pendientes entre 4% y 8%.



**Figura 2.130. Rango de Pendientes alcantarillado La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Hacen parte de este sistema un total de 23 tramos los cuales cuentan con un total de 24 pozos de inspección.

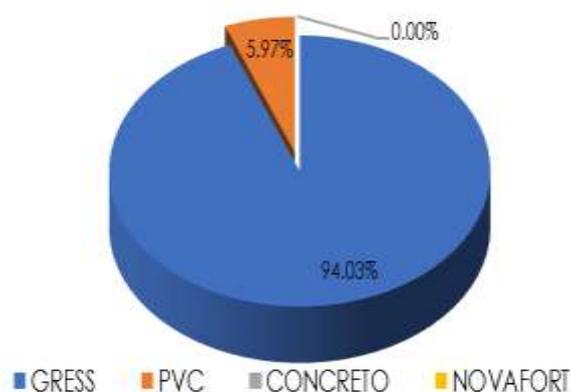
#### 2.4.1.4 LONGITUD

Teniendo en cuenta la información obtenida a través de las bases de datos de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, así como la levantada por la misma consultoría en los trabajos de campo realizados, para el sistema de alcantarillado del centro poblado de La Unión, se identificó una longitud total de 806.1 m, y se distribuyen de la siguiente manera:

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gress	758	94.03%
PVC	48.10	5.96%
<b>TOTAL</b>	<b>806.1</b>	<b>100.00</b>

**Tabla 2.124. Longitud Red de alcantarillado La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presentan los valores de la distribución porcentual para los materiales identificados a lo largo del sistema de alcantarillado.



**Figura 2.131. Distribución de Material por Longitud total de la red de alcantarillado**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.1.5 ANÁLISIS DE VELOCIDAD

Para lograr evaluar la velocidad en cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado objeto de estudio; la consultoría, tuvo en cuenta los siguientes rangos.

VELOCIDAD (m/s)	EVALUACIÓN
<0.3	Velocidad Baja
0.3 < V < 0.45	Velocidad Mínima
>3	Velocidad Aceptable

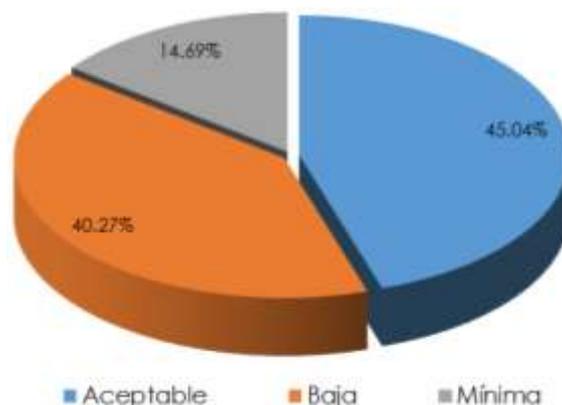
**Tabla 2.125. Rangos de Velocidad, alcantarillado La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para cada uno de los tramos en tiempo seco.

VELOCIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Velocidad Baja	324.6	40.27%
Velocidad Mínima	118.4	14.69%
Velocidad Aceptable	363.1	45.04%
<b>TOTAL</b>	<b>806.1</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.126. Resultados de Velocidad, alcantarillado La Unión**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.132. Análisis de velocidad, alcantarillado La Unión**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.1.6 ANÁLISIS DE FUERZA TRACTIVA

Con respecto al parámetro de la fuerza tractiva; a continuación, se presenta los rangos de fuerza tractiva actuales de la red de alcantarillado de La Unión. Para este parámetro la norma establece los siguientes rangos:

FUERZA TRACTIVA (Kg/m <sup>2</sup> )	EVALUACIÓN
<0.1	Bajo Arrastre
0.1 < FT < 5	Arrastre Aceptable
>5	Alto Arrastre

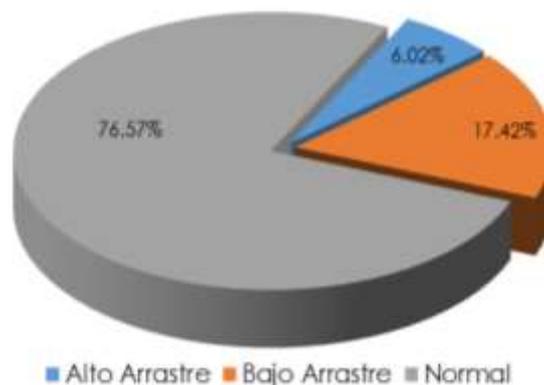
**Tabla 2.127. Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado La Unión**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para el sistema de alcantarillado objeto de estudio en tiempo seco.

FUERZA TRACTIVA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Alto Arrastre	48.5	6.02%
Arrastre Normal	617.2	76.57%
Bajo Arrastre	140.4	17.42%
<b>TOTAL</b>	<b>806.1</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.128. Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado La Unión**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.133. Análisis de fuerza, alcantarillado La Unión**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.1.7 ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Teniendo en cuenta la norma NS-085 versión 3; en su numeral 4.3.6. Dimensionamiento de la sección; el cual establece "En todo caso se debe garantizar que la relación de caudal de diseño sobre caudal a tubo lleno sea inferior a uno (1)"; la consultoría adoptó ciertos rangos para comprobar la capacidad de cada una de las tuberías que actualmente hacen parte del sistema de alcantarillado de La Unión; dichos rangos se presentan en la siguiente tabla.

RÉGIMEN DE FLUJO	EVALUACIÓN
<0.5	Aceptable
0.5 < RF < 0.85	Capacidad Normal
>0.85	Subdimensionado

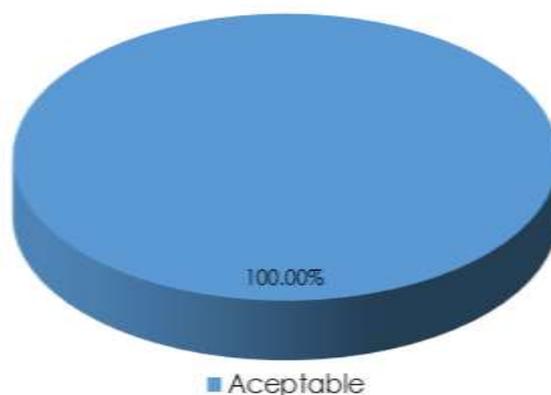
**Tabla 2.129. Rangos de Capacidad, alcantarillado La Unión**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada para el alcantarillado de La Unión, se presentan a continuación los valores obtenidos para los tramos que lo componen:

CAPACIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Aceptable	806.1	100%
<b>TOTAL</b>	<b>806.1</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.130. Capacidad alcantarillado La Unión**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.134. Análisis de capacidad, alcantarillado La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.1.8 RÉGIMEN DE FLUJO

Con respecto al régimen de flujo; de acuerdo a la norma los valores que pueden llegar a ser adoptados son Flujo crítico., subcrítico y Supercrítico; en la siguiente tabla se presentan los rangos tenidos en cuenta para realizar la evaluación hidráulica de este parámetro.

VALOR OBTENIDO	RÉGIMEN DE FLUJO
1	Critico
$1 < RF < 0.9$	Subcrítico
$> 1.1$	Supercrítico

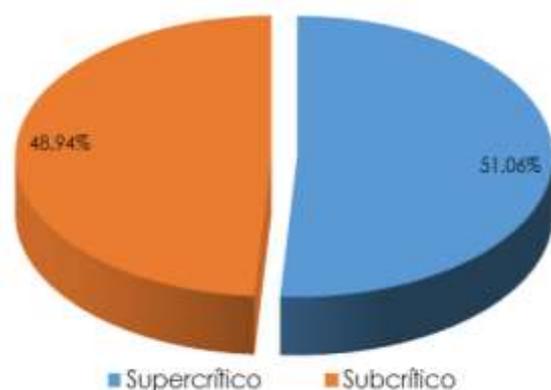
**Tabla 2.131. Rangos de régimen de flujo, alcantarillado La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada por parte de la consultoría, el régimen de flujo para cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado de La Unión se presenta en la siguiente tabla:

RÉGIMEN DE FLUJO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Subcrítico	394.5	48.94%
Supercrítico	411.6	51.06%
<b>TOTAL</b>	<b>806.1</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.132. Régimen de Flujo alcantarillado La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.135. Análisis régimen de flujo, alcantarillado La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

## 2.4.2 SECTOR RURAL BETANIA

De acuerdo al catastro realizado por parte de la Consultoría y como complemento de la información entregada por parte de la Secretaría Distrital de Hábitat; en la siguiente imagen se presenta la red de alcantarillado del sector rural de Betania.



**Figura 2.136. Topología general del sistema Sector Rural Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.4.2.1 MATERIAL

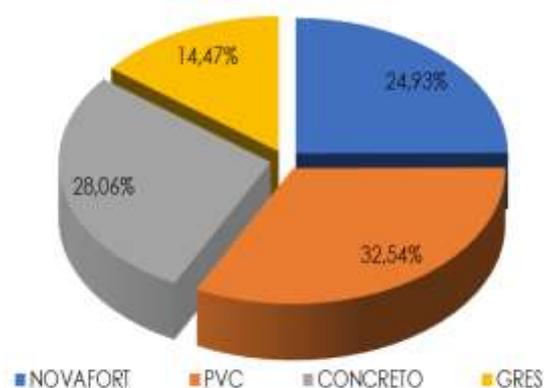
El alcantarillado del centro poblado Betania cuenta con un total de 527.9 metros, los cuales están conformados por materiales de Gres ,PVC, Novafort y Concreto. En Gres tiene una longitud total de 77.40 m, en PVC con una longitud de 174.10 m, en Novafort con una longitud de 133.4 y en concreto con una longitud de 150.1 m. A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de material para el sistema en relación.

MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gres	8	44.50	14.47
	10	32.9	
	<b>TOTAL</b>		<b>77.40</b>
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
PVC	8	137.10	32.54
	10	37	
	<b>TOTAL</b>		<b>174.10</b>
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Novafort	8	86.8	24.93

MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
	10	46.6	
	<b>TOTAL</b>		<b>133.4</b>
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Concreto	8	150.1	<b>28.06</b>
	<b>TOTAL</b>		<b>150.1</b>
<b>TOTAL</b>		<b>527.9</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.133. Material sistema de alcantarillado Betania**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de los materiales que se identifican sobre el alcantarillado del centro poblado Betania, observándose que el material que se encuentra en mayor proporción sobre las redes del sistema es el PVC con un porcentaje de 32.54%, seguido del concreto con 28.06%.



**Figura 2.137. Distribución de material Alcantarillado, Betania**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.2.2 DIÁMETRO

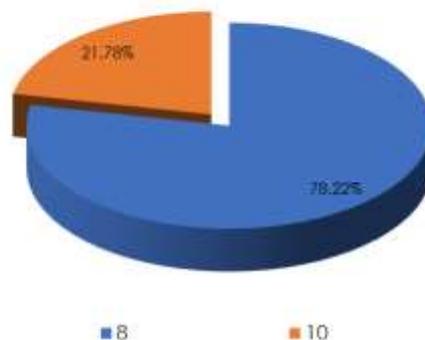
El sistema de alcantarillado de Betania cuenta con un total de 535 metros, los cuales están conformados por materiales como el Gres con un total de 418 m con diámetros de 8" (0.20 m) y 116.50 m en PVC con un diámetro de 10" (0.25 m)

Los diámetros identificados en el sistema oscilan entre las 8" y 16" distribuidos de la siguiente manera según material y longitudes respectivas:

SISTEMA	DIÁMETRO (")	MATERIAL				TOTAL GENERAL (m)
		CONCRETO	NOVAFORT	GRESS	PVC	
	8	150.10	86.80	44.50	137.10	418.50
	10		46.60	32.90	37	116.50
<b>TOTAL</b>		<b>150.10</b>	<b>133.4</b>	<b>77.4</b>	<b>174.1</b>	<b>535</b>

**Tabla 2.134. Diámetros Según Material Alcantarillado, Betania**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual de los diámetros en metros teniendo en cuenta la longitud del sistema de alcantarillado centro poblado de Betania.



**Figura 2.138. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.4.2.3 % PENDIENTE

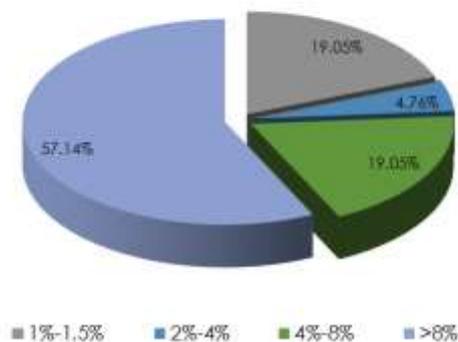
Las pendientes de los tramos que componen el alcantarillado de Betania varían entre 1.00 % (Tramo T19), siendo este el mínimo valor encontrado, y 8% (Tramo T10), siendo este el máximo valor encontrado.

A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de pendiente para el sistema en relación.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE (%)
0%-0.5%	0.00	0.00%
0.5%-1%	0.00	0.00%
1%-1.5%	4.00	19.05%
1% - 2	0.00	0.00%
2%-4%	1.00	4.76%
4%-8%	4.00	19.05%
>8%	12.00	57.14%
<b>TOTAL</b>	<b>21.00</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 2.135. Rango de Pendientes Alcantarillado Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de las pendientes que se identificaron sobre alcantarillado de Betania; se evidencia que el valor en porcentaje mayor de las pendientes que se encuentran sobre este sistema se encuentra en rangos superiores a 8%, seguido por un 19.05% el cual hace énfasis en el rango de pendientes entre 1% a 1.5% y 4% a 8%.



**Figura 2.139. Rango de Pendientes alcantarillado Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Hacen parte de este sistema un total de 21 tramos los cuales cuentan con un total de 21 pozos de inspección.

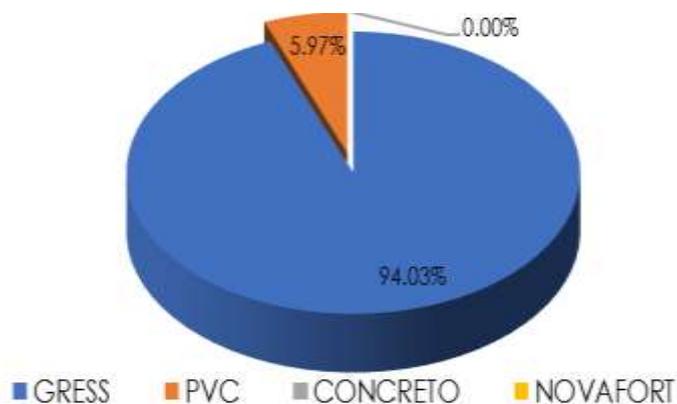
#### 2.4.2.4 LONGITUD

Teniendo en cuenta la información obtenida a través de las bases de datos de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, así como la levantada por la misma consultoría en los trabajos de campo realizados, para el sistema de alcantarillado del centro poblado de Betania, se identificó una longitud total de 535 m, y se distribuyen de la siguiente manera:

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Concreto	150.10	28.05%
Novafort	133.40	24.93%
Gress	77.40	14.46%
PVC	174.10	32.54%
<b>TOTAL</b>	<b>535</b>	<b>100.00</b>

**Tabla 2.136. Longitud Red de alcantarillado Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presentan los valores de la distribución porcentual para los materiales identificados a lo largo del sistema de alcantarillado.



**Figura 2.140. Distribución de Material por Longitud total de la red de alcantarillado**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.2.5 ANÁLISIS DE VELOCIDAD

Para lograr evaluar la velocidad en cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado objeto de estudio; la consultoría, tuvo en cuenta los siguientes rangos.

VELOCIDAD (m/s)	EVALUACIÓN
<0.3	Velocidad Baja
0.3 < V < 0.45	Velocidad Mínima
>3	Velocidad Aceptable

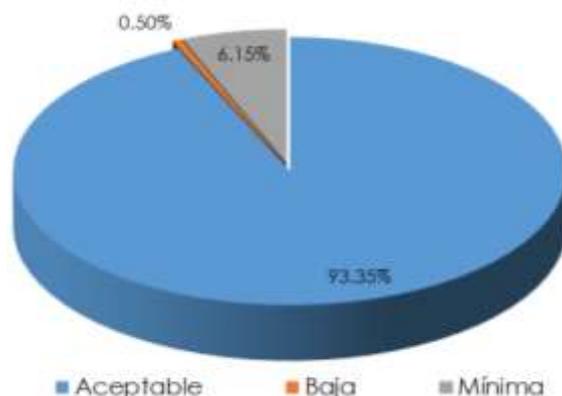
**Tabla 2.137. Rangos de Velocidad, alcantarillado Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para cada uno de los tramos en tiempo seco.

VELOCIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Velocidad Baja	2,7	0,50%
Velocidad Mínima	32,9	6,15%
Velocidad Aceptable	499,4	93,35%
<b>TOTAL</b>	<b>535.5</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.138. Resultados de Velocidad, alcantarillado Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.141. Análisis de velocidad, alcantarillado Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.2.6 ANÁLISIS DE FUERZA

Con respecto al parámetro de la fuerza tractiva; a continuación, se presenta los rangos de fuerza tractiva actuales de la red de alcantarillado de Betania. Para este parámetro la norma establece los siguientes rangos:

FUERZA TRACTIVA (Kg/m <sup>2</sup> )	EVALUACIÓN
<0.1	Bajo Arrastre
0.1 < FT < 5	Arrastre Aceptable
>5	Alto Arrastre

**Tabla 2.139. Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

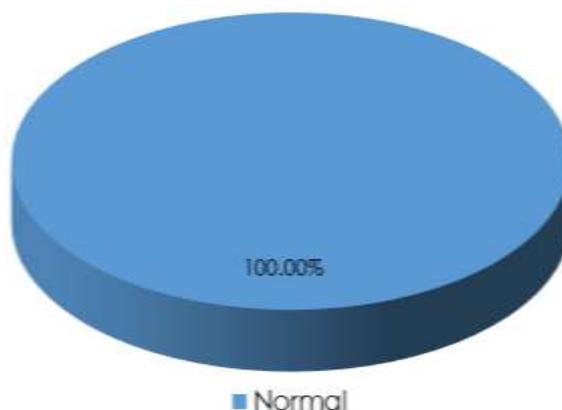
Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para el sistema de alcantarillado objeto de estudio en tiempo seco.

FUERZA TRACTIVA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Arrastre Normal	535	100%
<b>TOTAL</b>	<b>535</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.140. Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Betania**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.142. Análisis de fuerza, alcantarillado Betania**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.2.7 ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Teniendo en cuenta la norma NS-085 versión 3; en su numeral 4.3.6. Dimensionamiento de la sección; el cual establece "En todo caso se debe garantizar que la relación de caudal de diseño sobre caudal a tubo lleno sea inferior a uno (1)"; la consultoría adoptó ciertos rangos para comprobar la capacidad de cada una de las tuberías que actualmente hacen parte del sistema de alcantarillado de Betania; dichos rangos se presentan en la siguiente tabla.

RÉGIMEN DE FLUJO	EVALUACIÓN
<0.5	Aceptable
0.5 < RF < 0.85	Capacidad Normal
>0.85	Subdimensionado

**Tabla 2.141. Rangos de Capacidad, alcantarillado Betania**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

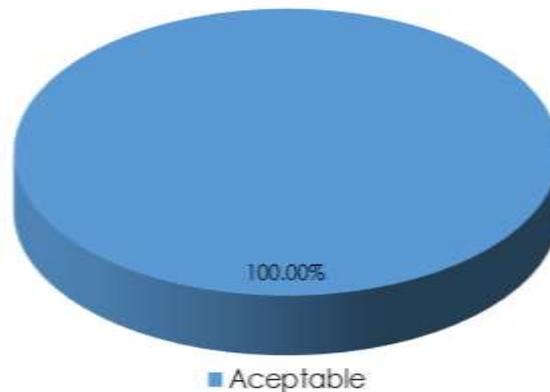
De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada para el alcantarillado de Betania, se presentan a continuación los valores obtenidos para los tramos que lo componen:

CAPACIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Aceptable	535	100%
<b>TOTAL</b>	<b>535</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.142. Capacidad alcantarillado Betania**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.143. Análisis de capacidad, alcantarillado Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.2.8 RÉGIMEN DE FLUJO

Con respecto al régimen de flujo; de acuerdo a la norma los valores que pueden llegar a ser adoptados son Flujo crítico., subcrítico y Supercrítico; en la siguiente tabla se presentan los rangos tenidos en cuenta para realizar la evaluación hidráulica de este parámetro.

VALOR OBTENIDO	RÉGIMEN DE FLUJO
1	Crítico
$1 < RF < 0.9$	Subcrítico
$> 1.1$	Supercrítico

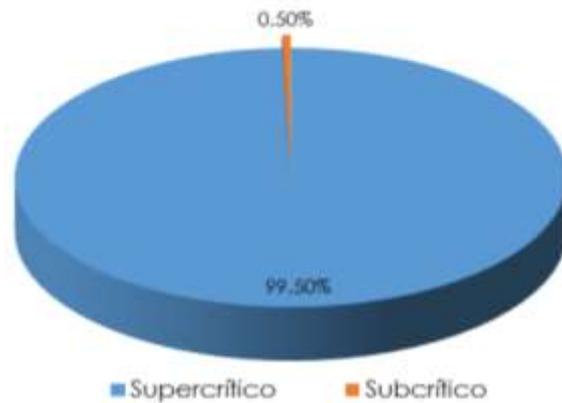
**Tabla 2.143. Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada por parte de la consultoría, el régimen de flujo para cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado de Betania se presenta en la siguiente tabla:

RÉGIMEN DE FLUJO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Subcrítico	2.7	0,50
Supercrítico	532.3	99,5%
<b>TOTAL</b>	<b>535</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.144. Régimen de flujo alcantarillado Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.144. Régimen de flujo, alcantarillado Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.4.3 SECTOR RURAL LAS AURAS

De acuerdo al catastro realizado por parte de la Consultoría y como complemento de la información entregada por parte de la Secretaría Distrital de Hábitat; en la siguiente imagen se presenta la red de alcantarillado del sector rural de Las Auras.



**Figura 2.145. Topología general del sistema Sector Rural Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

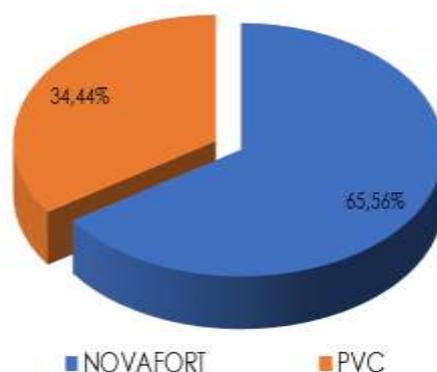
#### 2.4.3.1 MATERIAL

El alcantarillado del centro poblado Las Auras cuenta con un total de 243.30 metros, los cuales están conformados por materiales de PVC y Novafort. En PVC tiene una longitud total de 83.80 m y en novafort con una longitud de 159.15 m. A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de material para el sistema en relación.

MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
PVC	8	83.8	34.44%
	<b>TOTAL</b>	<b>83.8</b>	
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Novafort	8	159.15	65.56%
	<b>TOTAL</b>	<b>159.15</b>	
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>

**Tabla 2.145. Material sistema de alcantarillado Las Auras**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de los materiales que se identifican sobre el alcantarillado del centro poblado Las Auras, observándose que el material que se encuentra en mayor proporción sobre las redes del sistema es en novafort con un porcentaje de 65.56%, seguido del PVC con 34.44%.



**Figura 2.146. Distribución de material Alcantarillado, Las Auras**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.4.3.2 DIÁMETRO

El sistema de alcantarillado de Las Auras cuenta con un total de 243 metros, los cuales están conformados por materiales como el novafort con un total de 159.50 m con un diámetro de 8" (0.20 m) y 83.80 m en PVC con un diámetro de 8" (0.20 m)

Los diámetros identificados en el sistema oscilan entre las 8" y 16" distribuidos de la siguiente manera según material y longitudes respectivas:

SISTEMA	DIÁMETRO (")	MATERIAL		TOTAL GENERAL (m)
		NOVAFORT	PVC	
	8	159.50	83.80	243
<b>TOTAL</b>		<b>159.50</b>	<b>83.80</b>	<b>243</b>

**Tabla 2.146. Diámetros Según Material Alcantarillado, Las Auras**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual de los diámetros en metros teniendo en cuenta la longitud del sistema de alcantarillado centro poblado de Las Auras.



**Figura 2.147. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.4.3.3 % PENDIENTE

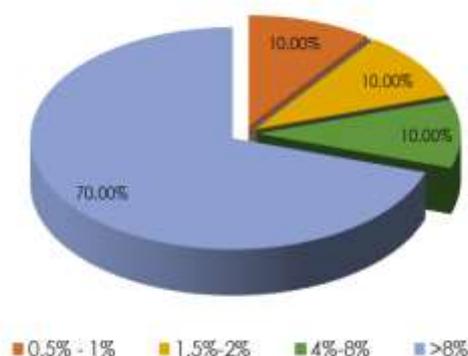
Las pendientes de los tramos que componen el alcantarillado de Las Auras varían entre 0.50 % (Tramo T3), siendo este el mínimo valor encontrado, y 8% (Tramo T7), siendo este el máximo valor encontrado.

A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de pendiente para el sistema en relación.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE (%)
0.5%-1%	1	10%
1.5% - 2%	1	10%
4%-8%	1	10%
>8%	7	70%
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 2.147. Rango de Pendientes Alcantarillado Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de las pendientes que se identificaron sobre alcantarillado de Las Auras; se evidencia que el valor en porcentaje mayor de las pendientes que se encuentran sobre este sistema se encuentra en rangos superiores a 8%, seguido por un 10% el cual hace énfasis en el rango de pendientes entre 0.5% a 1%, 1.5% a 2%, 4% a 8%.



**Figura 2.148. Rango de Pendientes alcantarillado Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Hacen parte de este sistema un total de 10 tramos los cuales cuentan con un total de 10 pozos de inspección.

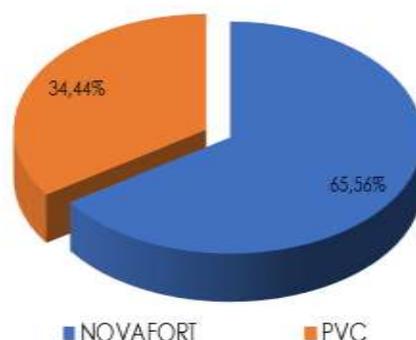
#### 2.4.3.4 LONGITUD

Teniendo en cuenta la información obtenida a través de las bases de datos de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, así como la levantada por la misma consultoría en los trabajos de campo realizados, para el sistema de alcantarillado del centro poblado de Las Auras, se identificó una longitud total de 243 m, y se distribuyen de la siguiente manera:

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Novafort	159.50	65.56%
PVC	83.80	34.44%
<b>TOTAL</b>		<b>100.00</b>

**Tabla 2.148. Longitud Red de alcantarillado Las Auras**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presentan los valores de la distribución porcentual para los materiales identificados a lo largo del sistema de alcantarillado.



**Figura 2.149. Distribución de Material por Longitud total de la red de alcantarillado**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.3.5 ANÁLISIS DE VELOCIDAD

Para lograr evaluar la velocidad en cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado objeto de estudio; la consultoría, tuvo en cuenta los siguientes rangos.

VELOCIDAD (m/s)	EVALUACIÓN
<0.3	Velocidad Baja
0.3 < V < 0.45	Velocidad Mínima
>3	Velocidad Aceptable

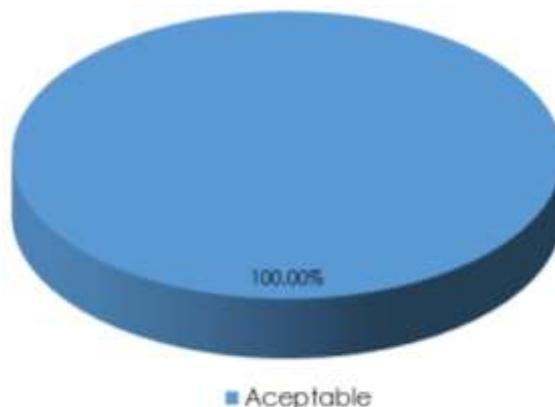
**Tabla 2.149. Rangos de Velocidad, alcantarillado Las Auras**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para cada uno de los tramos en tiempo seco.

VELOCIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Velocidad Aceptable	243.3	100%
<b>TOTAL</b>	<b>243.3</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.150. Resultados de Velocidad, alcantarillado Las Auras**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.150. Análisis de velocidad, alcantarillado Las Auras**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.3.6 ANÁLISIS DE FUERZA

Con respecto al parámetro de la fuerza tractiva; a continuación, se presenta los rangos de fuerza tractiva actuales de la red de alcantarillado de Las Auras. Para este parámetro la norma establece los siguientes rangos:

FUERZA TRACTIVA (Kg/m <sup>2</sup> )	EVALUACIÓN
<0.1	Bajo Arrastre
0.1 < FT < 5	Arrastre Aceptable
>5	Alto Arrastre

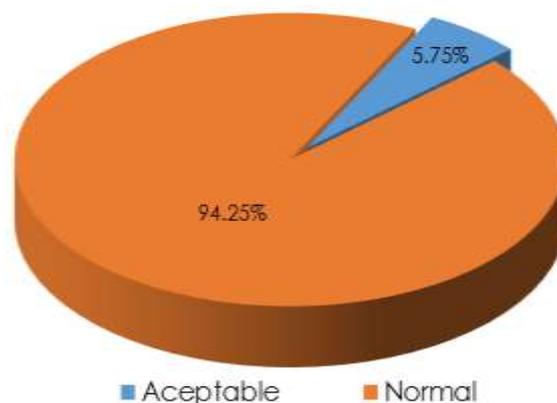
**Tabla 2.151. Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Las Auras**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para el sistema de alcantarillado objeto de estudio en tiempo seco.

FUERZA TRACTIVA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Arrastre Normal	229.3	5.75%
Arrastre aceptable	14	94.25%
<b>TOTAL</b>	<b>243.3</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.152. Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Las Auras**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.151. Análisis de fuerza, alcantarillado Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.3.7 ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Teniendo en cuenta la norma NS-085 versión 3; en su numeral 4.3.6. Dimensionamiento de la sección; el cual establece "En todo caso se debe garantizar que la relación de caudal de diseño sobre caudal a tubo lleno sea inferior a uno (1)"; la consultoría adoptó ciertos rangos para comprobar la capacidad de cada una de las tuberías que actualmente hacen parte del sistema de alcantarillado de Las Auras; dichos rangos se presentan en la siguiente tabla.

RÉGIMEN DE FLUJO	EVALUACIÓN
<0.5	Aceptable
0.5 < RF < 0.85	Capacidad Normal
>0.85	Subdimensionado

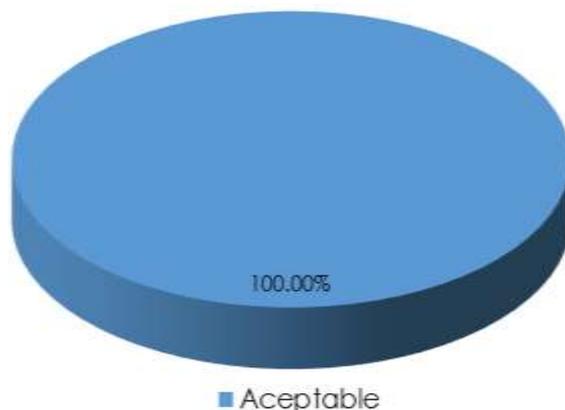
**Tabla 2.153. Rangos de Capacidad, alcantarillado Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada para el alcantarillado de Las Auras, se presentan a continuación los valores obtenidos para los tramos que lo componen:

CAPACIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Aceptable	243.3	100%
<b>TOTAL</b>	<b>243.3</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.154. Capacidad alcantarillado Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.152. Análisis de capacidad, alcantarillado Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.3.8 RÉGIMEN DE FLUJO

Con respecto al régimen de flujo; de acuerdo a la norma los valores que pueden llegar a ser adoptados son Flujo crítico., subcrítico y Supercrítico; en la siguiente tabla se presentan los rangos tenidos en cuenta para realizar la evaluación hidráulica de este parámetro.

VALOR OBTENIDO	RÉGIMEN DE FLUJO
1	Critico
$1 < RF < 0.9$	Subcrítico
$> 1.1$	Supercrítico

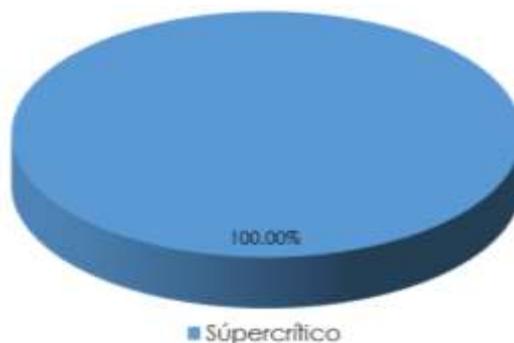
**Tabla 2.155. Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada por parte de la consultoría, el régimen de flujo para cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado de Las Auras se presenta en la siguiente tabla:

RÉGIMEN DE FLUJO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Supercrítico	243.3	100%
<b>TOTAL</b>	<b>243.3</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.156. Régimen de flujo alcantarillado Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

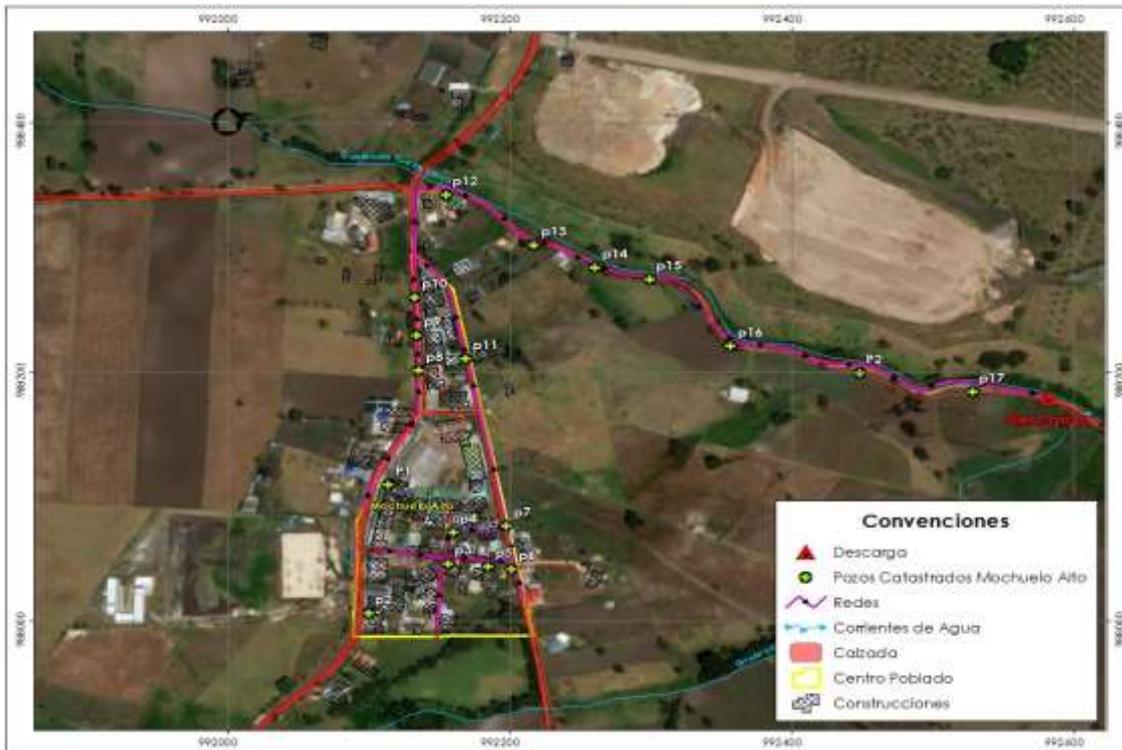
A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.153. Régimen de flujo, alcantarillado Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

## 2.4.4 SECTOR RURAL MOCHUELO ALTO

De acuerdo al catastro realizado por parte de la Consultoría y como complemento de la información entregada por parte de la Secretaría Distrital de Hábitat; en la siguiente imagen se presenta la red de alcantarillado del sector rural de Mochuelo Alto.



**Figura 2.154. Topología general del sistema Sector Rural Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

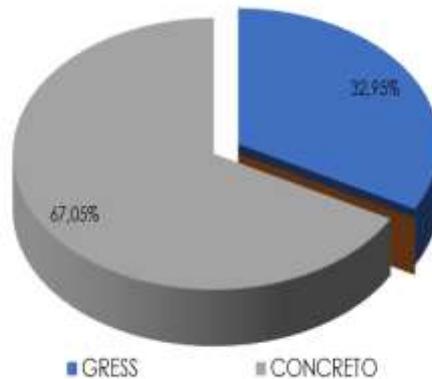
### 2.4.4.1 MATERIAL

El alcantarillado del centro poblado Mochuelo Alto cuenta con un total de 1276 metros, los cuales están conformados por materiales de gres y concreto. En gres tiene una longitud total de 420.50 m y en concreto con una longitud de 855.50 m. A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de material para el sistema en relación.

MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gress	8	28.50	2.23%
	10	392	30.72%
	<b>TOTAL</b>	<b>420.50</b>	
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Concreto	8	58.70	4.60
	10	796.80	62.44
	<b>TOTAL</b>	<b>855.50</b>	
<b>MATERIAL</b>	<b>DIÁMETRO (")</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>TOTAL</b>		<b>1276</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.157. Material sistema de alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de los materiales que se identifican sobre el alcantarillado del centro poblado Mochuelo Alto, observándose que el material que se encuentra en mayor proporción sobre las redes del sistema es en concreto con un porcentaje de 67.05%, seguido del Gress con 32.95%.



**Figura 2.155. Distribución de material Alcantarillado, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.4.2 DIÁMETRO

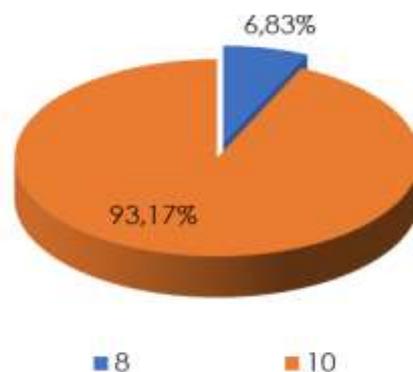
El sistema de alcantarillado de Mochuelo Alto cuenta con un total de 1276 metros, los cuales están conformados por materiales como el Gress con un total de 81.2 m con un diámetro de 8" (0.20 m) y 1188.8 m en concreto con un diámetro de 10" (0.25 m)

Los diámetros identificados en el sistema oscilan entre las 8" y 10" distribuidos de la siguiente manera según material y longitudes respectivas:

SISTEMA	DIÁMETRO (")	MATERIAL		TOTAL GENERAL (m)
		GRESS	CONCRETO	
	8	28.50	58.70	87.2
	10	392	796.80	1188.8
<b>TOTAL</b>		<b>420.5</b>	<b>855.5</b>	<b>1276</b>

**Tabla 2.158. Diámetros Según Material Alcantarillado, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual de los diámetros en metros teniendo en cuenta la longitud del sistema de alcantarillado centro poblado de Mochuelo Alto.



**Figura 2.156. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.4.3 % PENDIENTE

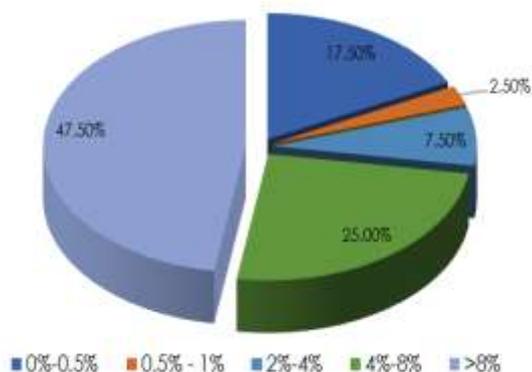
Las pendientes de los tramos que componen el alcantarillado de Mochuelo Alto varían entre 0.50 % (Tramo T15), siendo este el mínimo valor encontrado, y 8% (Tramo T32), siendo este el máximo valor encontrado.

A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de pendiente para el sistema en relación.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE (%)
0% - 0.5%	7	17.50%
0.5%-1%	1	2.50%
2% - 4%	3	7.50%
4%-8%	10	25.00%
>8%	19	47.50%
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 2.159. Rango de Pendientes Alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de las pendientes que se identificaron sobre alcantarillado de Mochuelo Alto; se evidencia que el valor en porcentaje mayor de las pendientes que se encuentran sobre este sistema se encuentra en rangos superiores a 8%, seguido por un 10% el cual hace énfasis en el rango de pendientes entre 0.5% a 1%, 1.5% a 2%, 4% a 8%.



**Figura 2.157. Rango de Pendientes alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Hacen parte de este sistema un total de 40 tramos los cuales cuentan con un total de 40 pozos de inspección.

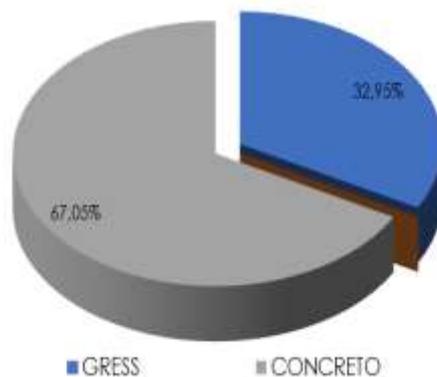
#### 2.4.4.4 LONGITUD

Teniendo en cuenta la información obtenida a través de las bases de datos de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, así como la levantada por la misma consultoría en los trabajos de campo realizados, para el sistema de alcantarillado del centro poblado de Mochuelo, se identificó una longitud total de 1276 m, y se distribuyen de la siguiente manera:

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gress	420.50	32.95%
Concreto	855.50	67.05%
<b>TOTAL</b>		<b>100.00</b>

**Tabla 2.160. Longitud Red de alcantarillado Mochuelo Alto**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presentan los valores de la distribución porcentual para los materiales identificados a lo largo del sistema de alcantarillado.



**Figura 2.158. Distribución de Material por Longitud total alcantarillado, Mochuelo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.4.5 ANÁLISIS DE VELOCIDAD

Para lograr evaluar la velocidad en cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado objeto de estudio; la consultoría, tuvo en cuenta los siguientes rangos.

VELOCIDAD (m/s)	EVALUACIÓN
<0.3	Velocidad Baja
0.3 < V < 0.45	Velocidad Mínima
>3	Velocidad Aceptable

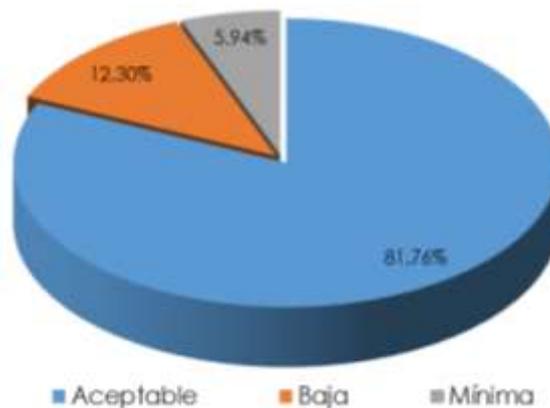
**Tabla 2.161. Rangos de Velocidad, alcantarillado Mochuelo Alto**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para cada uno de los tramos en tiempo seco.

VELOCIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Velocidad Aceptable	1043.3	81.76%
Velocidad baja	156.9	12.30%
Velocidad mínima	75.8	5.94%
<b>TOTAL</b>	<b>1276</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.162. Resultados de Velocidad, alcantarillado Mochuelo Alto**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.159. Análisis de velocidad, alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.4.6 ANÁLISIS DE FUERZA

Con respecto al parámetro de la fuerza tractiva; a continuación, se presenta los rangos de fuerza tractiva actuales de la red de alcantarillado de Mochuelo Alto. Para este parámetro la norma establece los siguientes rangos:

FUERZA TRACTIVA (Kg/m <sup>2</sup> )	EVALUACIÓN
<0.1	Bajo Arrastre
0.1 < FT < 5	Arrastre Aceptable
>5	Alto Arrastre

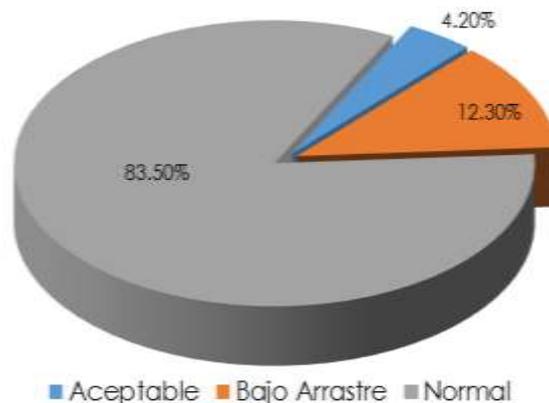
**Tabla 2.163. Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para el sistema de alcantarillado objeto de estudio en tiempo seco.

FUERZA TRACTIVA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Arrastre aceptable	53.6	4.20%
Arrastre bajo	156.9	12.30%
Arrastre normal	1065.5	83.50%
<b>TOTAL</b>	<b>1276</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.164. Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.160. Análisis de fuerza, alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.4.7 ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Teniendo en cuenta la norma NS-085 versión 3; en su numeral 4.3.6. Dimensionamiento de la sección; el cual establece "En todo caso se debe garantizar que la relación de caudal de diseño sobre caudal a tubo lleno sea inferior a uno (1)"; la consultoría adoptó ciertos rangos para comprobar la capacidad de cada una de las tuberías que actualmente hacen parte del sistema de alcantarillado de Mochuelo Alto; dichos rangos se presentan en la siguiente tabla.

RÉGIMEN DE FLUJO	EVALUACIÓN
<0.5	Aceptable
0.5 < RF < 0.85	Capacidad Normal
>0.85	Subdimensionado

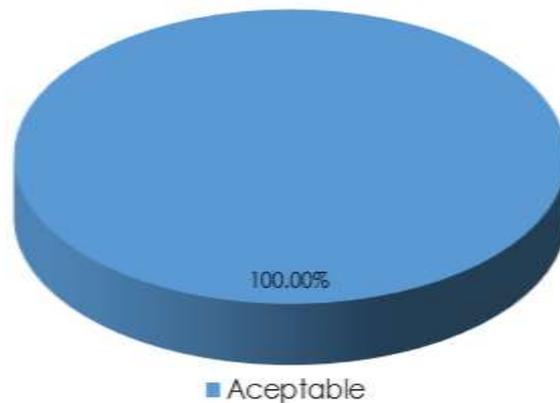
**Tabla 2.165. Rangos de Capacidad, alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada para el alcantarillado de Mochuelo Alto, se presentan a continuación los valores obtenidos para los tramos que lo componen:

CAPACIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Aceptable	1276	100%
<b>TOTAL</b>	<b>1276</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.166. Capacidad alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.161. Análisis de capacidad, alcantarillado Mochuelo Alto**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.4.8 RÉGIMEN DE FLUJO

Con respecto al régimen de flujo; de acuerdo a la norma los valores que pueden llegar a ser adoptados son Flujo crítico., subcrítico y Supercrítico; en la siguiente tabla se presentan los rangos tenidos en cuenta para realizar la evaluación hidráulica de este parámetro.

VALOR OBTENIDO	RÉGIMEN DE FLUJO
1	Critico
$1 < RF < 0.9$	Subcrítico
$> 1.1$	Supercrítico

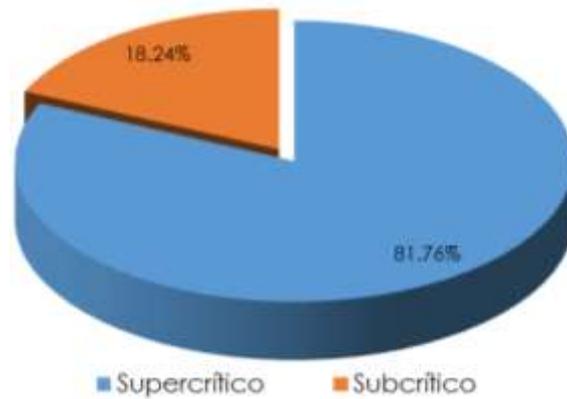
**Tabla 2.167. Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Mochuelo Alto**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada por parte de la consultoría, el régimen de flujo para cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado de Mochuelo Alto se presenta en la siguiente tabla:

RÉGIMEN DE FLUJO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Supercrítico	1276	100%
<b>TOTAL</b>	<b>1276</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.168. Régimen de flujo alcantarillado Mochuelo Alto**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

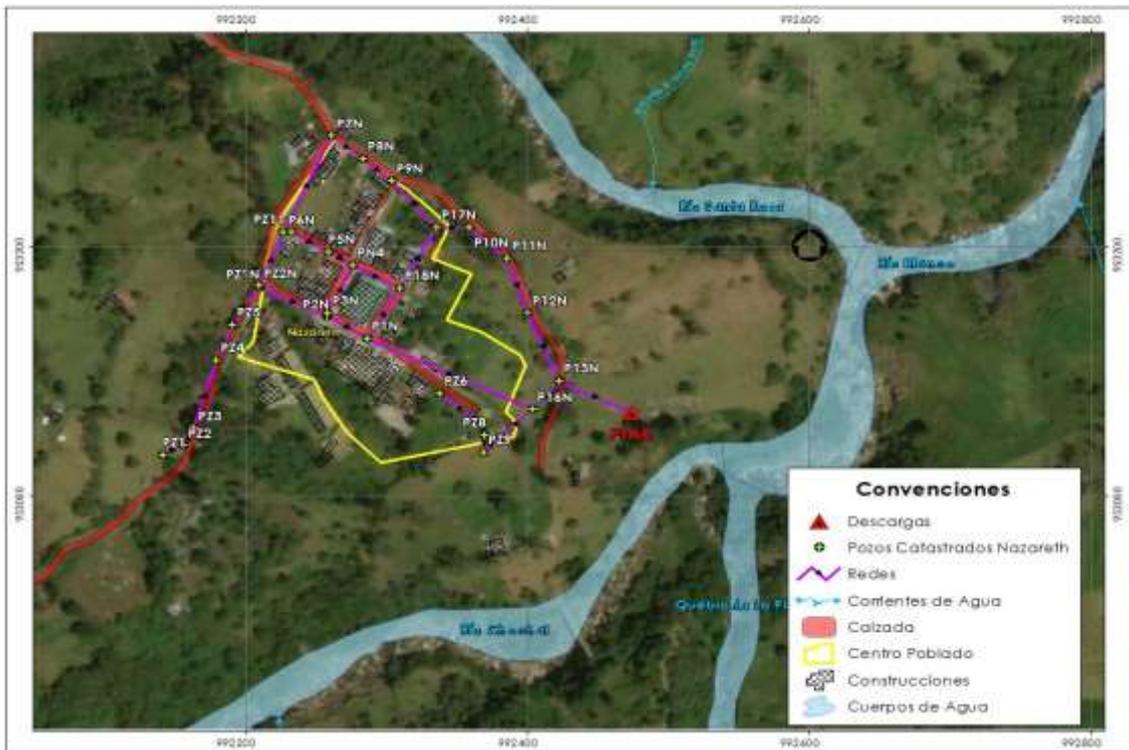
A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.162. Régimen de flujo, alcantarillado Mochuelo Alto**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.5 SECTOR RURAL NAZARETH

De acuerdo al catastro realizado por parte de la Consultoría y como complemento de la información entregada por parte de la Secretaría Distrital de Hábitat; en la siguiente imagen se presenta la red de alcantarillado del sector rural de Nazareth.



**Figura 2.163. Topología general del sistema Sector Rural Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

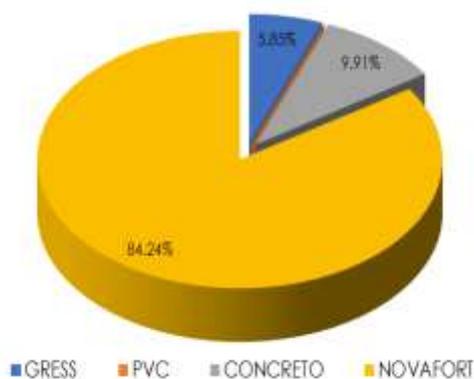
##### 2.4.5.1 MATERIAL

El alcantarillado del centro poblado Nazareth cuenta con un total de 1204.20 metros, los cuales están conformados por materiales de gress, concreto y Novafort. En gress tiene una longitud total de 70.50 m, en concreto con una longitud de 119.30 m y en novafort con una de 1014.40. A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de material para el sistema en relación.

MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gress	8	70.50	5.85%
	<b>TOTAL</b>	<b>70.50</b>	
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Concreto	8	119.30	9.91%
	<b>TOTAL</b>	<b>119.30</b>	
Novafort	8	868	84.24%
	10	146.40	
	<b>TOTAL</b>	<b>1014.4</b>	
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
<b>TOTAL</b>		<b>1204.20</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.169. Material sistema de alcantarillado Nazareth**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de los materiales que se identifican sobre el alcantarillado del centro poblado Nazareth, observándose que el material que se encuentra en mayor proporción sobre las redes del sistema es en Novafort con un porcentaje de 84.24%, seguido del concreto con 9.91%.



**Figura 2.164. Distribución de material Alcantarillado, Nazareth**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se ilustra en planta la distribución de los materiales identificados en el sistema de alcantarillado de Nazareth.

#### 2.4.5.2 DIÁMETRO

El sistema de alcantarillado de Nazareth cuenta con un total de 1204.20 metros, los cuales están conformados por materiales como el Gress con un total de 70.5 m con un diámetro de 8" (0.20 m), concreto con un total de 119.30 m con un diámetro de 8" y novafort con un total de 1014.4 m con diámetros entre 8 y 10".

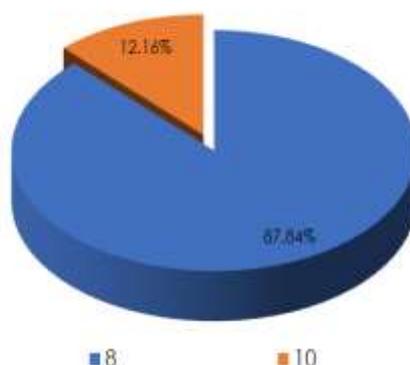
Los diámetros identificados en el sistema oscilan entre las 8" y 10" distribuidos de la siguiente manera según material y longitudes respectivas:

SISTEMA	DIÁMETRO (")	MATERIAL			TOTAL GENERAL (m)
		Gress	Concreto	Novafort	
	8	70.5	119.30	868	1057.80
	10			146.40	146.40
<b>TOTAL</b>		<b>70.5</b>	<b>119.30</b>	<b>1014.4</b>	<b>1204.20</b>

**Tabla 2.170. Diámetros Según Material Alcantarillado, Nazareth**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual de los diámetros en metros teniendo en cuenta la longitud del sistema de alcantarillado centro poblado de Nazareth.



**Figura 2.165. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Nazareth**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.5.3 % PENDIENTE

Las pendientes de los tramos que componen el alcantarillado de Nazareth varían entre 0.50 % (Tramo T4), siendo este el mínimo valor encontrado, y 8% (Tramo T23), siendo este el máximo valor encontrado.

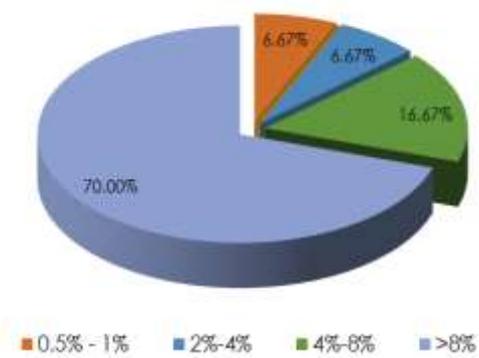
A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de pendiente para el sistema en relación.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE (%)
0.5%-1%	2	6.67%
2% - 4%	2	6.64%
4%-8%	5	16.67%
>8%	21	70%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 2.171. Rango de Pendientes Alcantarillado Nazareth**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de las pendientes que se identificaron sobre alcantarillado de Nazareth; se evidencia que el valor en porcentaje mayor de las pendientes que se encuentran sobre este sistema se encuentra en rangos superiores a 8%, seguido por un 10% el cual hace énfasis en el rango de pendientes entre 0.5% a 1%, 1.5% a 2%, 4% a 8%.



**Figura 2.166. Rango de Pendientes alcantarillado Nazareth**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Hacen parte de este sistema un total de 30 tramos los cuales cuentan con un total de 40 pozos de inspección.

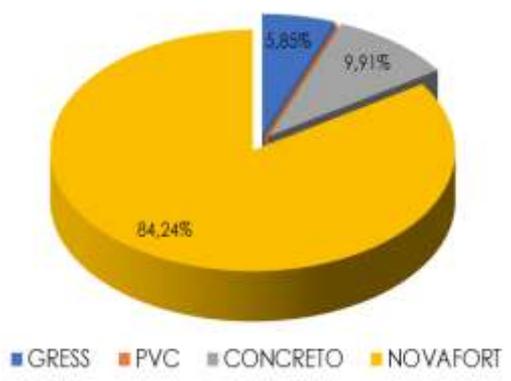
**2.4.5.4 LONGITUD**

Teniendo en cuenta la información obtenida a través de las bases de datos de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, así como la levantada por la misma consultoría en los trabajos de campo realizados, para el sistema de alcantarillado del centro poblado de Nazareth, se identificó una longitud total de 1276 m, y se distribuyen de la siguiente manera:

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gress	70.50	5.85%
Concreto	119.30	9.91%
Novafort	1014.40	84.24%
<b>TOTAL</b>	<b>1204.20</b>	<b>100.00</b>

**Tabla 2.172. Longitud Red de alcantarillado Nazareth**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presentan los valores de la distribución porcentual para los materiales identificados a lo largo del sistema de alcantarillado.



**Figura 2.167. Distribución de Material por Longitud total alcantarillado, Mochuelo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.5.5 ANÁLISIS DE VELOCIDAD

Para lograr evaluar la velocidad en cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado objeto de estudio; la consultoría, tuvo en cuenta los siguientes rangos.

VELOCIDAD (m/s)	EVALUACIÓN
<0.3	Velocidad Baja
0.3 < V < 0.45	Velocidad Mínima
>3	Velocidad Aceptable

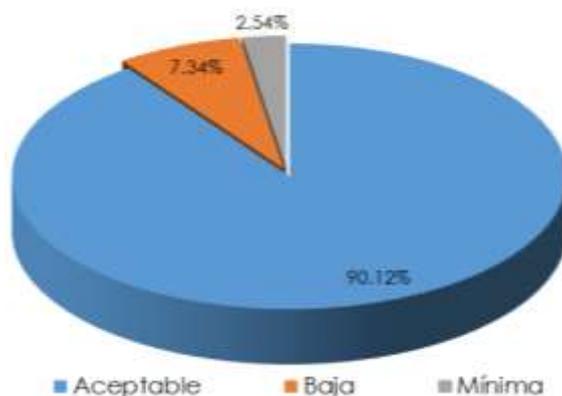
**Tabla 2.173. Rangos de Velocidad, alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para cada uno de los tramos en tiempo seco.

VELOCIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Velocidad Aceptable	1085.2	90.12%
Velocidad baja	88.4	7.34%
Velocidad mínima	30.6	2.54%
<b>TOTAL</b>	<b>1204,2</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.174. Resultados de Velocidad, alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.168. Análisis de velocidad, alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.5.6 ANÁLISIS DE FUERZA

Con respecto al parámetro de la fuerza tractiva; a continuación, se presenta los rangos de fuerza tractiva actuales de la red de alcantarillado de Nazareth. Para este parámetro la norma establece los siguientes rangos:

FUERZA TRACTIVA (Kg/m <sup>2</sup> )	EVALUACIÓN
<0.1	Bajo Arrastre
0.1 < FT < 5	Arrastre Aceptable
>5	Alto Arrastre

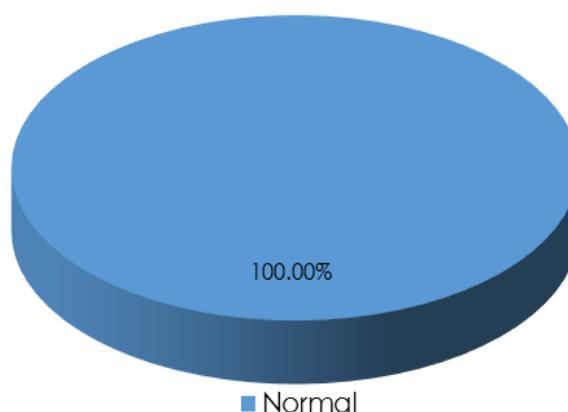
**Tabla 2.175. Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para el sistema de alcantarillado objeto de estudio en tiempo seco.

FUERZA TRACTIVA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Arrastre aceptable	53.6	4.20%
Arrastre bajo	156.9	12.30%
Arrastre normal	1065.5	83.50%
<b>TOTAL</b>	<b>1276</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.176. Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.169. Análisis de fuerza, alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.5.7 ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Teniendo en cuenta la norma NS-085 versión 3; en su numeral 4.3.6. Dimensionamiento de la sección; el cual establece "En todo caso se debe garantizar que la relación de caudal de diseño sobre caudal a tubo lleno sea inferior a uno (1)"; la consultoría adoptó ciertos rangos para comprobar la capacidad de cada una de las tuberías que actualmente hacen parte del sistema de alcantarillado de Nazareth; dichos rangos se presentan en la siguiente tabla.

RÉGIMEN DE FLUJO	EVALUACIÓN
<0.5	Aceptable
0.5 < RF < 0.85	Capacidad Normal
>0.85	Subdimensionado

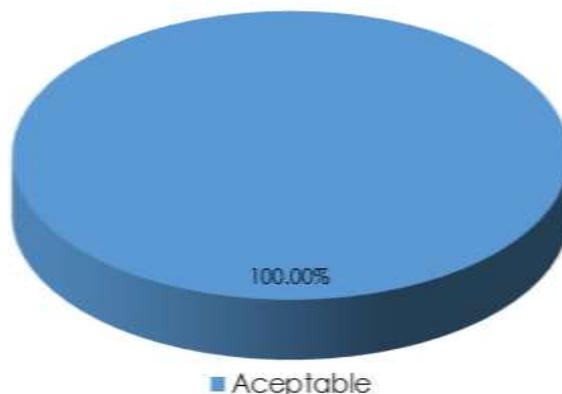
**Tabla 2.177. Rangos de Capacidad, alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada para el alcantarillado de Nazareth, se presentan a continuación los valores obtenidos para los tramos que lo componen:

CAPACIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Aceptable	1204,2	100%
<b>TOTAL</b>	<b>1204,2</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.178. Capacidad de alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.170. Análisis de capacidad, alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.5.8 RÉGIMEN DE FLUJO

Con respecto al régimen de flujo; de acuerdo a la norma los valores que pueden llegar a ser adoptados son Flujo crítico., subcrítico y Supercrítico; en la siguiente tabla se presentan los rangos tenidos en cuenta para realizar la evaluación hidráulica de este parámetro.

VALOR OBTENIDO	RÉGIMEN DE FLUJO
1	Critico
$1 < RF < 0.9$	Subcrítico
$> 1.1$	Supercrítico

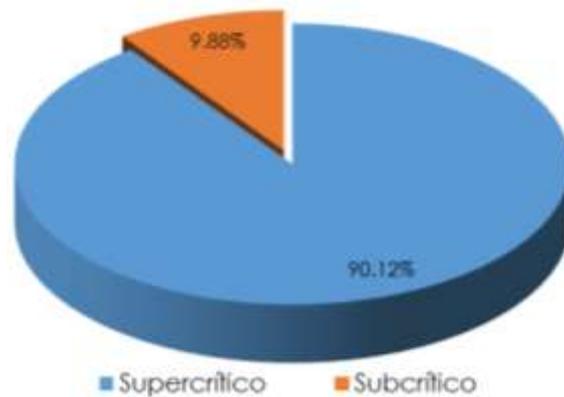
**Tabla 2.179. Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada por parte de la consultoría, el régimen de flujo para cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado de Nazareth se presenta en la siguiente tabla:

RÉGIMEN DE FLUJO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Supercrítico	1085.2	90.12%
Subcrítico	119	9.88%
<b>TOTAL</b>	<b>1204.2</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.180. Régimen de flujo alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

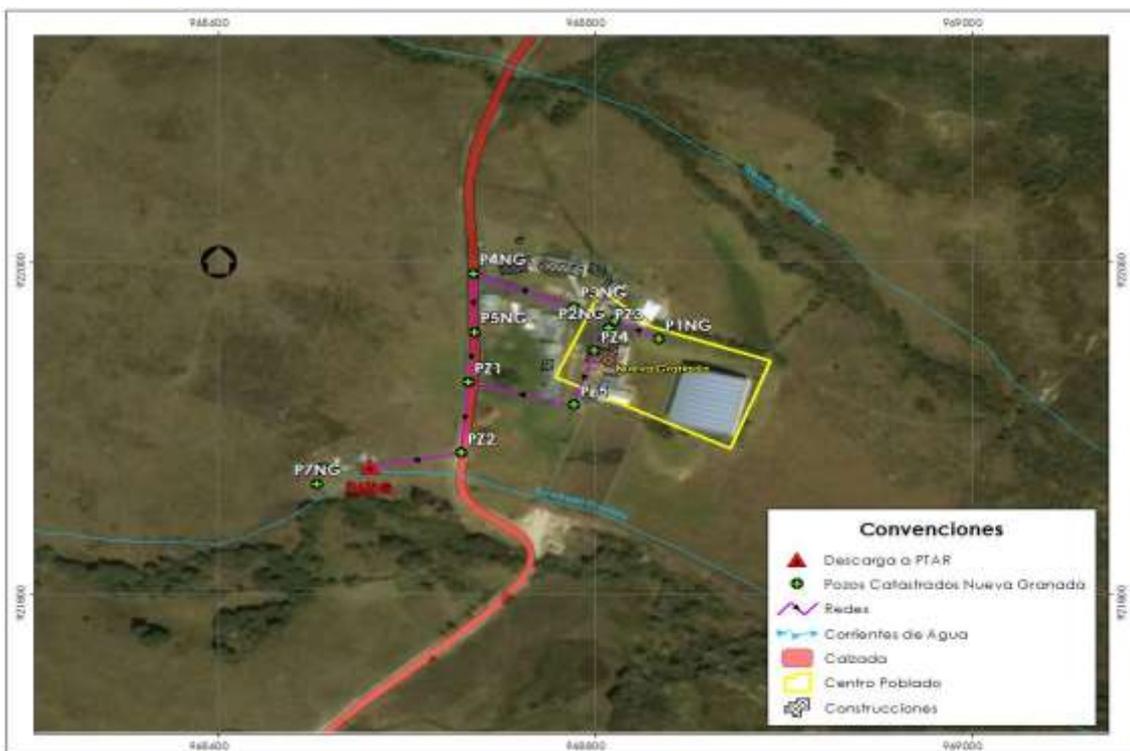
A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.171. Régimen de flujo, alcantarillado Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.6 SECTOR RURAL NUEVA GRANADA

De acuerdo al catastro realizado por parte de la Consultoría y como complemento de la información entregada por parte de la Secretaría Distrital de Hábitat; en la siguiente imagen se presenta la red de alcantarillado del sector rural de Nueva granada.



**Figura 2.172. Topología general del sistema Sector Rural Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

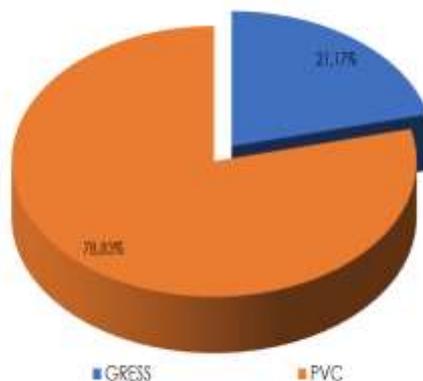
##### 2.4.6.1 MATERIAL

El alcantarillado del centro poblado Nueva Granada cuenta con un total de 344.80 metros, los cuales están conformados por materiales de gress, y PVC. En gress tiene una longitud total de 73.00 m y en PVC una longitud de 271.80 m. A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de material para el sistema en relación.

MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gress	12"	73	21.17%
	<b>TOTAL</b>	<b>73</b>	
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
PVC	8"	106.20	78.83%
	10"	165.6	
	<b>TOTAL</b>	<b>271.8</b>	
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
<b>TOTAL</b>		<b>344.80</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.181. Material sistema de alcantarillado Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de los materiales que se identifican sobre el alcantarillado del centro poblado Nueva Granada, observándose que el material que se encuentra en mayor proporción sobre las redes del sistema es en PVC con un porcentaje de 78.83%, seguido del gress con 21.17%.



**Figura 2.173. Distribución de material Alcantarillado, Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.6.2 DIÁMETRO

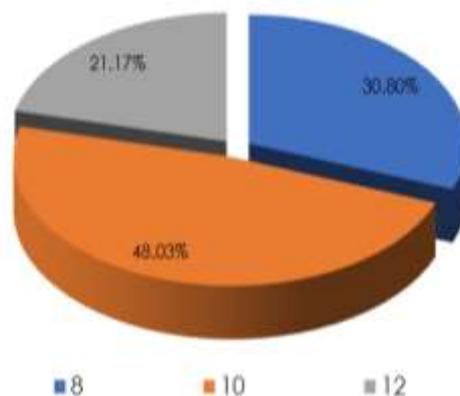
El sistema de alcantarillado de Nueva Granada cuenta con un total de 344.80 metros, los cuales están conformados por materiales como el Gress con un total de 70.5 m con un diámetro de 8" (0.20 m), concreto con un total de 119.30 m con un diámetro de 8" y novafort con un total de 1,014.4 m con diámetros entre 8 y 10".

Los diámetros identificados en el sistema oscilan entre las 8" y 10" distribuidos de la siguiente manera según material y longitudes respectivas:

SISTEMA	DIÁMETRO (")	MATERIAL		TOTAL GENERAL (m)
		Gress	PVC	
	8		106.20	106.20
	10		165.60	165.60
	12	73		73
<b>TOTAL</b>		<b>73</b>	<b>271.8</b>	<b>344.80</b>

**Tabla 2.182. Diámetros Según Material Alcantarillado, Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual de los diámetros en metros teniendo en cuenta la longitud del sistema de alcantarillado centro poblado de Nueva Granada.



**Figura 2.174. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Nueva Granada**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.4.6.3 % PENDIENTE

Las pendientes de los tramos que componen el alcantarillado de Nueva Granada varían entre 0.50 % (Tramo T9), siendo este el mínimo valor encontrado, y 8% (Tramo T8), siendo este el máximo valor encontrado.

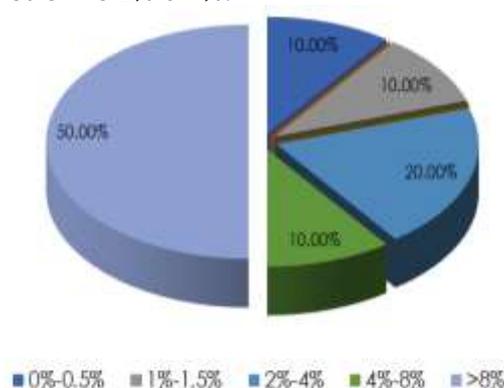
A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de pendiente para el sistema en relación.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE (%)
0%-0.5%	1	10%
1% - 1.5%	1	10%
2% - 4%	2	20%
4%-8%	1	10%
>8%	5	50%
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 2.183. Rango de Pendientes Alcantarillado Nueva Granada**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de las pendientes que se identificaron sobre alcantarillado de Nueva Granada; se evidencia que el valor en porcentaje mayor de las pendientes que se encuentran sobre este sistema se encuentra en rangos superiores a 8%, seguido por un 20% el cual hace énfasis en el rango de pendientes entre 2% a 4%.



**Figura 2.175. Rango de Pendientes alcantarillado Nueva Granada**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Hacen parte de este sistema un total de 10 tramos los cuales cuentan con un total de 12 pozos de inspección.

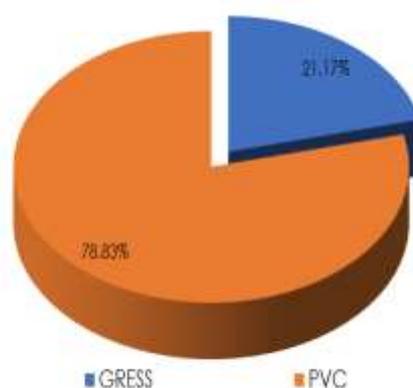
#### 2.4.6.4 LONGITUD

Teniendo en cuenta la información obtenida a través de las bases de datos de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, así como la levantada por la misma consultoría en los trabajos de campo realizados, para el sistema de alcantarillado del centro poblado de Nueva Granada, se identificó una longitud total de 344.80 m, y se distribuyen de la siguiente manera:

MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gress	73	21.17%
PVC	271.80	78.83%
<b>TOTAL</b>	<b>344.80</b>	<b>100.00</b>

**Tabla 2.184. Longitud Red de alcantarillado Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presentan los valores de la distribución porcentual para los materiales identificados a lo largo del sistema de alcantarillado.



**Figura 2.176. Distribución de Material por Longitud alcantarillado Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.6.5 ANÁLISIS DE VELOCIDAD

Para lograr evaluar la velocidad en cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado objeto de estudio; la consultoría, tuvo en cuenta los siguientes rangos.

VELOCIDAD (m/s)	EVALUACIÓN
<0.3	Velocidad Baja
0.3 < V < 0.45	Velocidad Mínima
>3	Velocidad Aceptable

**Tabla 2.185. Rangos de Velocidad, alcantarillado Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

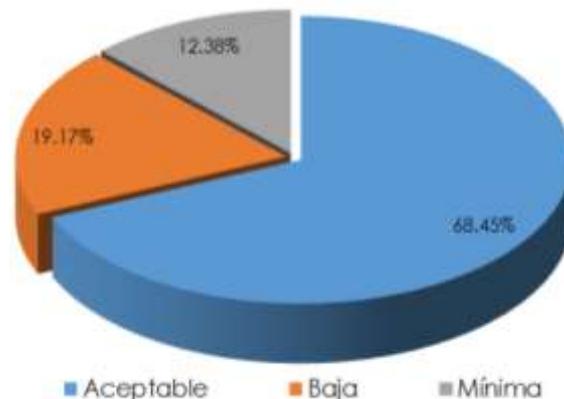
Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para cada uno de los tramos en tiempo seco.

VELOCIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Velocidad Aceptable	236	68.45%
Velocidad baja	66.1	19.17%
Velocidad mínima	42.7	12.38%

VELOCIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
<b>TOTAL</b>	<b>344.8</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.186. Resultados de Velocidad, alcantarillado Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.177. Análisis de velocidad, alcantarillado Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.6.6 ANÁLISIS DE FUERZA

Con respecto al parámetro de la fuerza tractiva; a continuación, se presenta los rangos de fuerza tractiva actuales de la red de alcantarillado de Nueva Granada. Para este parámetro la norma establece los siguientes rangos:

FUERZA TRACTIVA (Kg/m <sup>2</sup> )	EVALUACIÓN
<0.1	Bajo Arrastre
0.1 < FT < 5	Arrastre Aceptable
>5	Alto Arrastre

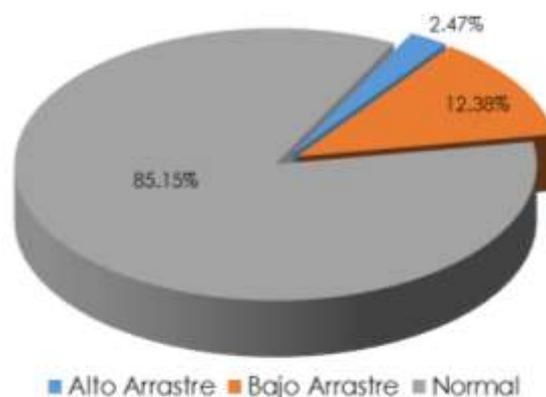
**Tabla 2.187. Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para el sistema de alcantarillado objeto de estudio en tiempo seco.

FUERZA TRACTIVA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Arrastre alto	8.5	2.47%
Arrastre bajo	42.7	12.38%
Arrastre normal	293.6	85.15%
<b>TOTAL</b>	<b>344.8</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.188. Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.178. Análisis de fuerza, alcantarillado Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.6.7 ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Teniendo en cuenta la norma NS-085 versión 3; en su numeral 4.3.6. Dimensionamiento de la sección; el cual establece "En todo caso se debe garantizar que la relación de caudal de diseño sobre caudal a tubo lleno sea inferior a uno (1)"; la consultoría adoptó ciertos rangos para comprobar la capacidad de cada una de las tuberías que actualmente hacen parte del sistema de alcantarillado de Nueva Granada; dichos rangos se presentan en la siguiente tabla.

RÉGIMEN DE FLUJO	EVALUACIÓN
<0.5	Aceptable
0.5 < RF < 0.85	Capacidad Normal
>0.85	Subdimensionado

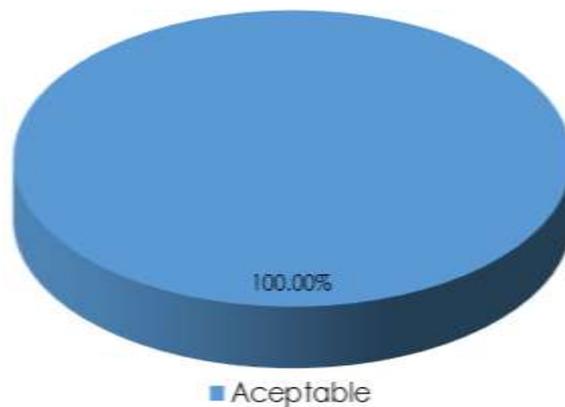
**Tabla 2.189. Rangos de Capacidad, alcantarillado Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada para el alcantarillado Nueva Granada, se presentan a continuación los valores obtenidos para los tramos que lo componen:

CAPACIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Aceptable	344.8	100%
<b>TOTAL</b>	<b>344.8</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.190. Capacidad alcantarillado Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.179. Análisis de capacidad, alcantarillado Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.6.8 RÉGIMEN DE FLUJO

Con respecto al régimen de flujo; de acuerdo a la norma los valores que pueden llegar a ser adoptados son Flujo crítico., subcrítico y Supercrítico; en la siguiente tabla se presentan los rangos tenidos en cuenta para realizar la evaluación hidráulica de este parámetro.

VALOR OBTENIDO	RÉGIMEN DE FLUJO
1	Critico
$1 < RF < 0.9$	Subcrítico
$> 1.1$	Supercrítico

**Tabla 2.191. Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

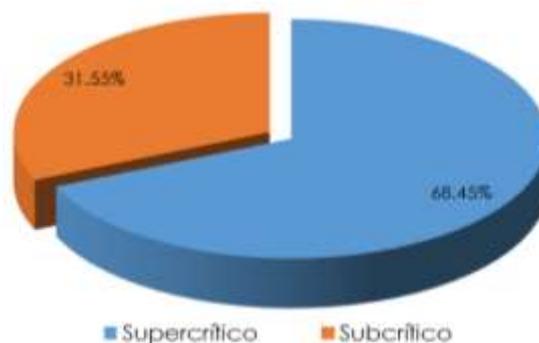
De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada por parte de la consultoría, el régimen de flujo para cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado de Nueva Granada se presenta en la siguiente tabla:

RÉGIMEN DE FLUJO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Supercrítico	236	68.45%
Subcrítico	108.8	31.55%
<b>TOTAL</b>	<b>344.8</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.192. Régimen de flujo alcantarillado Nueva Granada**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

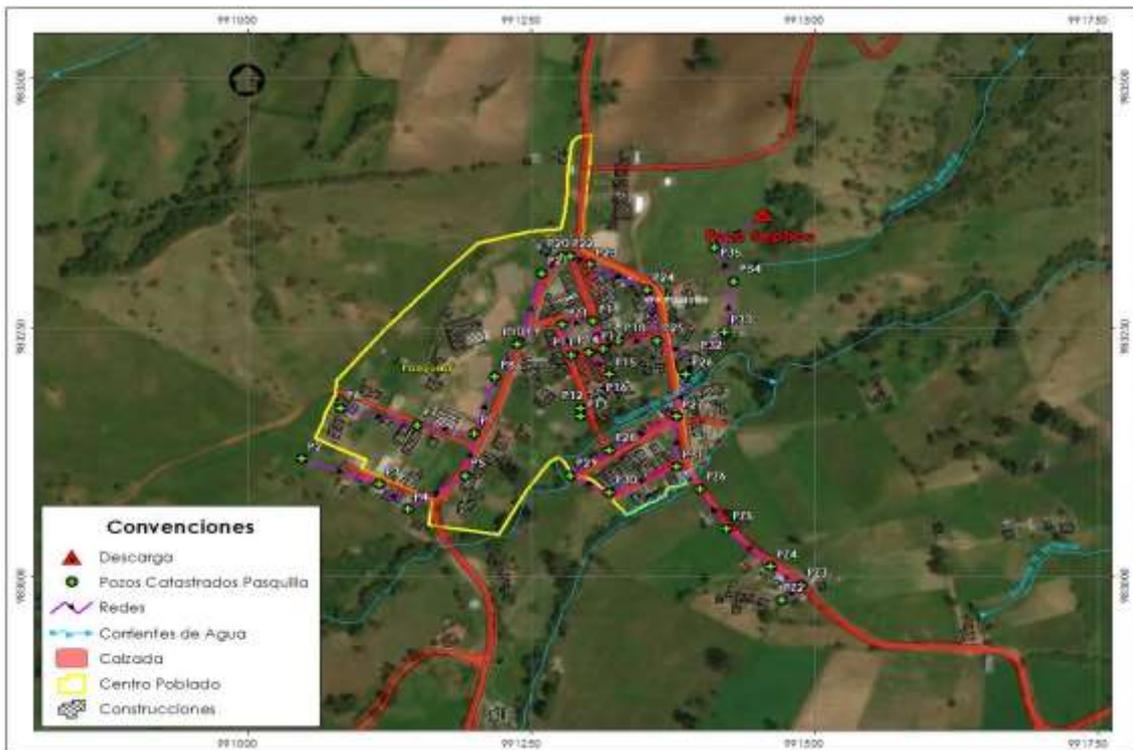
A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.180. Régimen de flujo, alcantarillado Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

## 2.4.7 SECTOR RURAL PASQUILLA

De acuerdo al catastro realizado por parte de la Consultoría y como complemento de la información entregada por parte de la Secretaría Distrital de Hábitat; en la siguiente imagen se presenta la red de alcantarillado del sector rural de pasquilla.



**Figura 2.181. Topología general del sistema Sector Rural Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

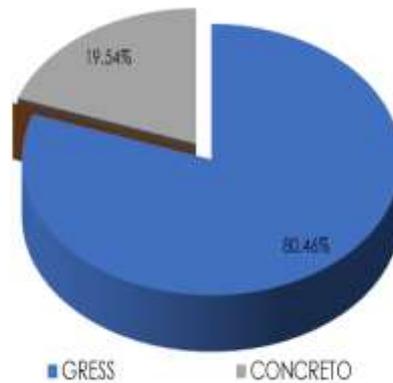
### 2.4.7.1 MATERIAL

El alcantarillado del centro poblado de Pasquilla cuenta con un total de 344.80 metros, los cuales están conformados por materiales de gress, y PVC. En gress tiene una longitud total de 73.00 m y en PVC una longitud de 271.80 m. A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de material para el sistema en relación.

MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gress	6"	80.80	4.73%
	8"	496.10	29.09%
	12"	480.80	28.19%
	16"	314.20	18.42%
	<b>TOTAL</b>	<b>1371.9</b>	<b>80.45%</b>
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Concreto	8"	231	13.54%
	12"	102.20	5.99%
	<b>TOTAL</b>	<b>333.2</b>	<b>19.54%</b>
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
<b>TOTAL</b>		<b>1705.10</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.193. Material sistema de alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de los materiales que se identifican sobre el alcantarillado del centro poblado de Pasquilla, observándose que el material que se encuentra en mayor proporción sobre las redes del sistema es en Gress con un porcentaje de 80.46%, seguido del gress con 19.54%.



**Figura 2.182. Distribución de material Alcantarillado, Pasquilla**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.7.2 DIÁMETRO

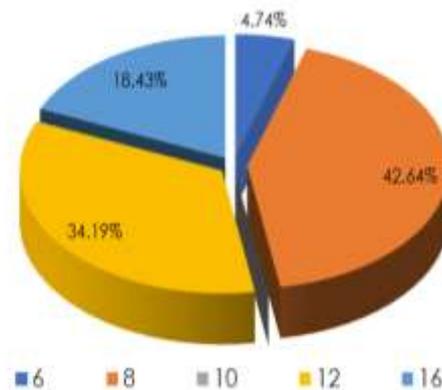
El sistema de alcantarillado de Pasquilla cuenta con un total de 1705.10 metros, los cuales están conformados por materiales como el Gress con un total de 1371.9 m con diámetros de 6" (0.15 m), 8" (0.20 m), 12" (0.30 m) y 16" (0.40 m), y concreto con un total de 333.2 m con diámetros de 8" y 12".

Los diámetros identificados en el sistema oscilan entre las 8" y 16" distribuidos de la siguiente manera según material y longitudes respectivas:

SISTEMA	DIÁMETRO (")	MATERIAL		TOTAL GENERAL (m)	% TOTAL GENERAL
		Gress	Concreto		
	6	80.80		80.80	4.74%
	8	496.10	231	727.10	42.64%
	12	480.80	102.20	583	34.19%
	16	314.20		314.20	18.43%
<b>TOTAL</b>		<b>1371.9</b>	<b>333.2</b>	<b>1705.10</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.194. Diámetros Según Material Alcantarillado, Pasquilla**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual de los diámetros en metros teniendo en cuenta la longitud del sistema de alcantarillado centro poblado de Pasquilla.



**Figura 2.183. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.4.7.3 % PENDIENTE

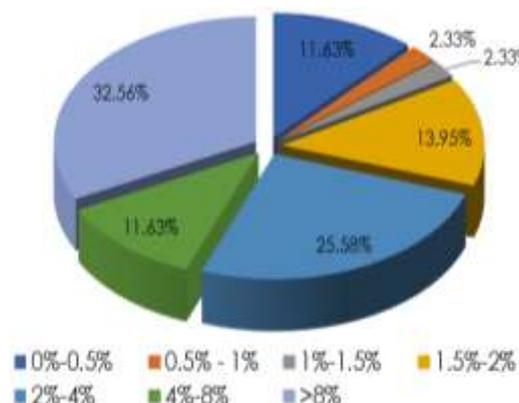
Las pendientes de los tramos que componen el alcantarillado de Pasquilla varían entre 0.50 % (Tramo T25), siendo este el mínimo valor encontrado, y 8% (Tramo T5), siendo este el máximo valor encontrado.

A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de pendiente para el sistema en relación.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE (%)
0%-0.5%	5	11.63%
0.5% - 1%	1	2.33%
1% - 1.5%	1	2.33%
1.5% - 2%	6	13.95%
2% - 4%	11	25.58%
4%-8%	5	11.63%
>8%	15	32.56%
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 2.195. Rango de Pendientes Alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de las pendientes que se identificaron sobre alcantarillado de Pasquilla; se evidencia que el valor en porcentaje mayor de las pendientes que se encuentran sobre este sistema se encuentra en rangos superiores a 8%, seguido por un 25.58% el cual hace énfasis en el rango de pendientes entre 2% a 4%.



**Figura 2.184. Rango de Pendientes alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Hacen parte de este sistema un total de 43 tramos los cuales cuentan con un total de 43 pozos de inspección.

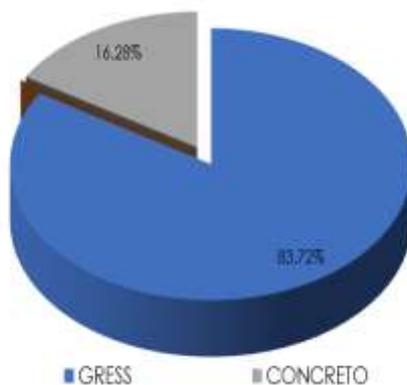
#### 2.4.7.4 LONGITUD

Teniendo en cuenta la información obtenida a través de las bases de datos de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, así como la levantada por la misma consultoría en los trabajos de campo realizados, para el sistema de alcantarillado del centro poblado de Pasquilla, se identificó una longitud total de 344.80 m, y se distribuyen de la siguiente manera:

MATERIAL	TRAMOS	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gress	36	1370.90	83.72%
Concreto	7	333.20	16.28%
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>1705.1</b>	<b>100.00</b>

**Tabla 2.196. Longitud Red de alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presentan los valores de la distribución porcentual para los materiales identificados a lo largo del sistema de alcantarillado.



**Figura 2.185. Distribución de Material por Longitud alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.7.5 ANÁLISIS DE VELOCIDAD

Para lograr evaluar la velocidad en cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado objeto de estudio; la consultoría, tuvo en cuenta los siguientes rangos.

VELOCIDAD (m/s)	EVALUACIÓN
<0.3	Velocidad Baja
0.3 < V < 0.45	Velocidad Mínima
>3	Velocidad Aceptable

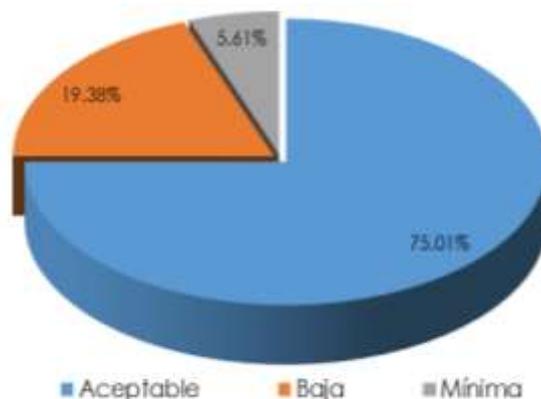
**Tabla 2.197. Rangos de Velocidad, alcantarillado Pasquilla**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para cada uno de los tramos en tiempo seco.

VELOCIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Velocidad Aceptable	1279	75.01%
Velocidad baja	330.4	19.38%
Velocidad mínima	85.7	5.61%
<b>TOTAL</b>	<b>1705.1</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.198. Resultados de Velocidad, alcantarillado Pasquilla**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.186. Análisis de velocidad, alcantarillado Pasquilla**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.7.6 ANÁLISIS DE FUERZA

Con respecto al parámetro de la fuerza tractiva; a continuación, se presenta los rangos de fuerza tractiva actuales de la red de alcantarillado de Pasquilla. Para este parámetro la norma establece los siguientes rangos:

FUERZA TRACTIVA (Kg/m <sup>2</sup> )	EVALUACIÓN
<0.1	Bajo Arrastre
0.1 < FT < 5	Arrastre Aceptable
>5	Alto Arrastre

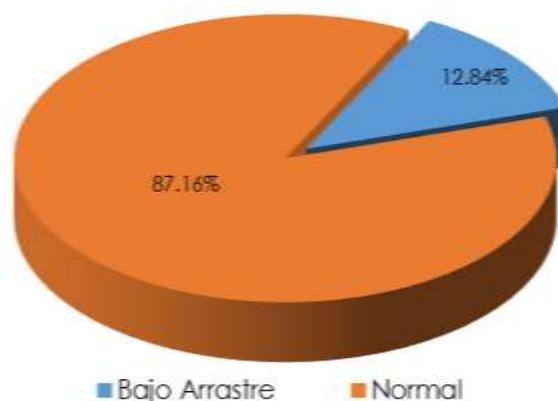
**Tabla 2.199. Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Pasquilla**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para el sistema de alcantarillado objeto de estudio en tiempo seco.

FUERZA TRACTIVA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Arrastre bajo	218.9	12.84%
Arrastre normal	1486.2	87.16%
<b>TOTAL</b>	<b>1705.1</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.200. Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.187. Análisis de fuerza, alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.7.7 ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Teniendo en cuenta la norma NS-085 versión 3; en su numeral 4.3.6. Dimensionamiento de la sección; el cual establece "En todo caso se debe garantizar que la relación de caudal de diseño sobre caudal a tubo lleno sea inferior a uno (1)"; la consultoría adoptó ciertos rangos para comprobar la capacidad de cada una de las tuberías que actualmente hacen parte del sistema de alcantarillado de Pasquilla; dichos rangos se presentan en la siguiente tabla.

RÉGIMEN DE FLUJO	EVALUACIÓN
<0.5	Aceptable
0.5 < RF < 0.85	Capacidad Normal
>0.85	Subdimensionado

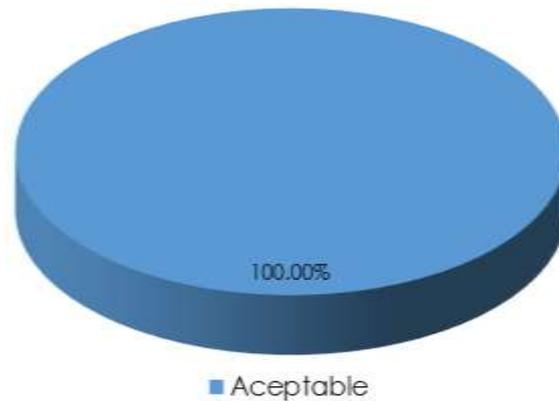
**Tabla 2.201. Rangos de Capacidad, alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada para el alcantarillado Pasquilla, se presentan a continuación los valores obtenidos para los tramos que lo componen:

CAPACIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Aceptable	1705.1	100%
<b>TOTAL</b>	<b>1705.1</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.202. Capacidad de alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.188. Análisis de capacidad, alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.7.8 RÉGIMEN DE FLUJO

Con respecto al régimen de flujo; de acuerdo a la norma los valores que pueden llegar a ser adoptados son Flujo crítico., subcrítico y Supercrítico; en la siguiente tabla se presentan los rangos tenidos en cuenta para realizar la evaluación hidráulica de este parámetro.

VALOR OBTENIDO	RÉGIMEN DE FLUJO
1	Critico
$1 < RF < 0.9$	Subcritico
$> 1.1$	Supercrítico

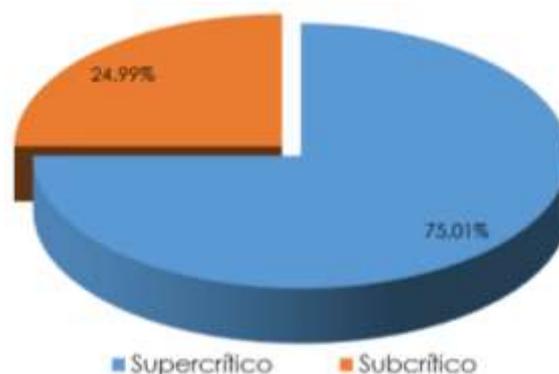
**Tabla 2.203. Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada por parte de la consultoría, el régimen de flujo para cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado de Pasquilla se presenta en la siguiente tabla:

RÉGIMEN DE FLUJO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Supercrítico	1279	75.01%
Subcritico	426.1	24.99%
<b>TOTAL</b>	<b>1705.1</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.204. Régimen de flujo alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

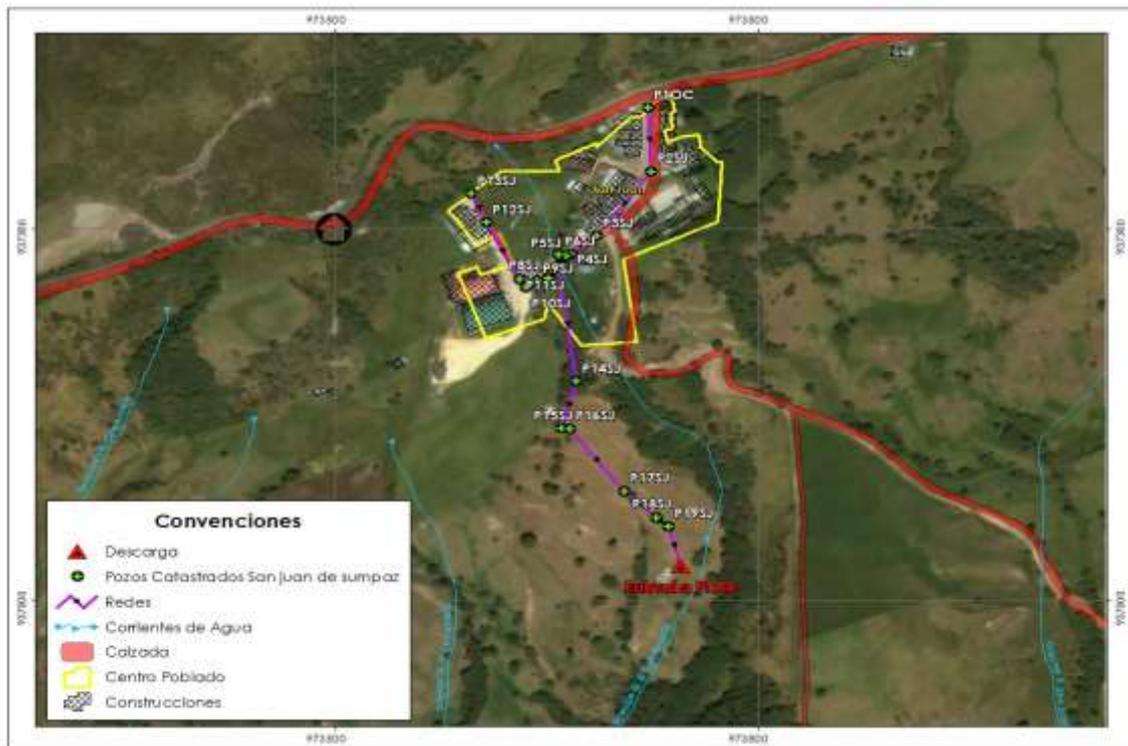
A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.189. Régimen de flujo, alcantarillado Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

## 2.4.8 SECTOR RURAL SAN JUAN

De acuerdo al catastro realizado por parte de la Consultoría y como complemento de la información entregada por parte de la Secretaría Distrital de Hábitat; en la siguiente imagen se presenta la red de alcantarillado del sector rural de San Juan.



**Figura 2.190. Topología general del sistema Sector Rural San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.4.8.1 MATERIAL

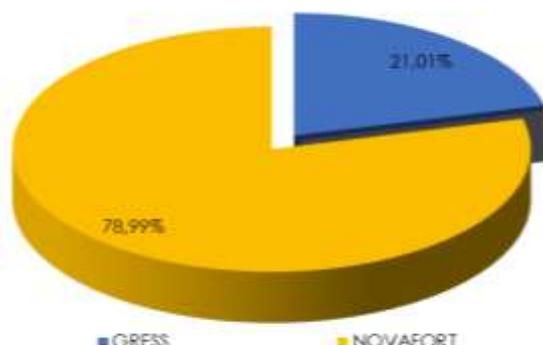
El alcantarillado del centro poblado de San Juan cuenta con una longitud total de 1,705.10 metros, los cuales están conformados por materiales de Gress, y Novafort. En Gress tiene una longitud total de 116.50 m y en Novafort una longitud de 438.1 m. A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de material para el sistema en relación.

MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
GRESS	8"	116.50	21.01%
	<b>TOTAL</b>	<b>116.50</b>	<b>21.01%</b>
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
NOVAFORT	8"	254.80	45.94%
	10"	183.30	33.05%
	<b>TOTAL</b>	<b>438.1</b>	<b>78.99%</b>
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
<b>TOTAL</b>		<b>1705.10</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.205. Material sistema de alcantarillado San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de los materiales que se identifican sobre el alcantarillado del centro poblado de San Juan,

observándose que el material que se encuentra en mayor proporción sobre las redes del sistema es en Novafort con un porcentaje de 78.99%, seguido del gress con 21.01%.



**Figura 2.191. Distribución de material Alcantarillado, San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.4.8.2 DIÁMETRO

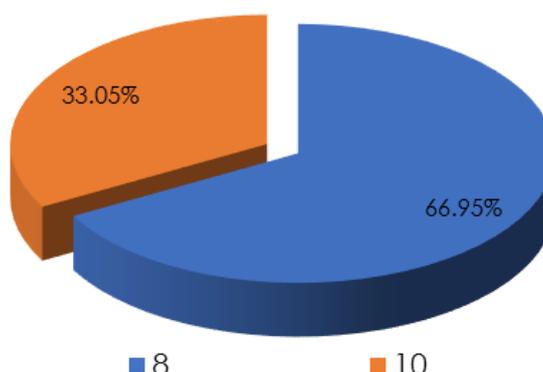
El sistema de alcantarillado de San Juan cuenta con una longitud total de 554.60 metros, los cuales están conformados por materiales como el Gress con un total de 116.50 m con un diámetro de 8" (0.20 m) y Novafort con un total de 438.10 m en diámetros de 8" y 10" (0.25 m).

Los diámetros identificados en el sistema oscilan entre las 8" y 10" distribuidos de la siguiente manera según material y longitudes respectivas:

SISTEMA	DIÁMETRO (")	MATERIAL		TOTAL GENERAL (m)	% TOTAL GENERAL
		Gress	Novafort		
	8	116.50	254.80	371.3	66.95%
	10	--	183.30	183.30	33.05%
<b>TOTAL</b>				<b>554.60</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.206. Diámetros Según Material Alcantarillado, San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual de los diámetros en metros teniendo en cuenta la longitud del sistema de alcantarillado centro poblado de San Juan.



**Figura 2.192. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.4.8.3 % PENDIENTE

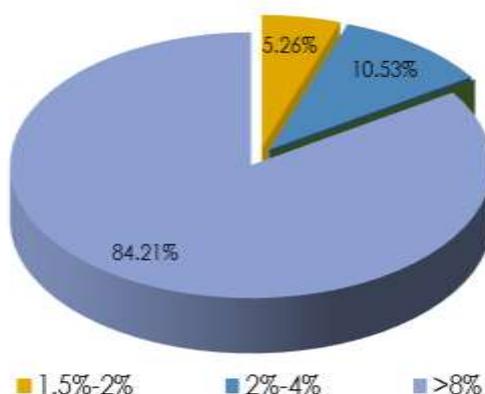
Las pendientes de los tramos que componen el alcantarillado de San Juan varían entre 1.50 % (Tramo T9), siendo este el mínimo valor encontrado, y 8% (Tramo T12), siendo este el máximo valor encontrado.

A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de pendiente para el sistema en relación.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE (%)
1.5% - 2%	1	5.26%
2% - 4%	2	10.53%
>8%	16	84.21%
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 2.207. Rango de Pendientes Alcantarillado San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de las pendientes que se identificaron sobre alcantarillado de San Juan; se evidencia que el valor en porcentaje mayor de las pendientes que se encuentran sobre este sistema se encuentra en rangos superiores a 8%, seguido por un 10.53% el cual hace énfasis en el rango de pendientes entre 2% a 4%.



**Figura 2.193. Rango de Pendientes alcantarillado San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Hacen parte de este sistema un total de 19 tramos los cuales cuentan con un total de 19 pozos de inspección.

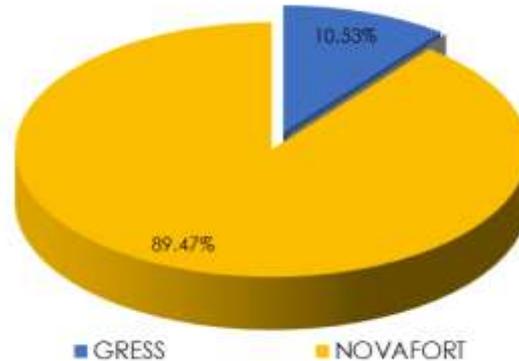
### 2.4.8.4 LONGITUD

Teniendo en cuenta la información obtenida a través de las bases de datos de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, así como la levantada por la misma consultoría en los trabajos de campo realizados, para el sistema de alcantarillado del centro poblado de San Juan, se identificó una longitud total de 554.60 m, y se distribuyen de la siguiente manera:

MATERIAL	TRAMOS	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gress	2	116.50	21.01
Concreto	17	438.10	78.99
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>554.60</b>	<b>100.00</b>

**Tabla 2.208. Longitud Red de alcantarillado San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presentan los valores de la distribución porcentual para los materiales identificados a lo largo del sistema de alcantarillado.



**Figura 2.194. Distribución de Material por Longitud alcantarillado San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.8.5 ANÁLISIS DE VELOCIDAD

Para lograr evaluar la velocidad en cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado objeto de estudio; la consultoría, tuvo en cuenta los siguientes rangos.

VELOCIDAD (m/s)	EVALUACIÓN
<0.3	Velocidad Baja
0.3 < V < 0.45	Velocidad Mínima
>3	Velocidad Aceptable

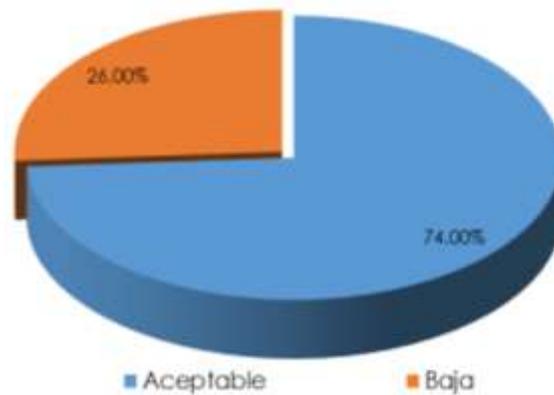
**Tabla 2.209. Rangos de Velocidad, alcantarillado San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para cada uno de los tramos en tiempo seco.

VELOCIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Velocidad Aceptable	410.4	74%
Velocidad baja	144.2	26%
<b>TOTAL</b>	<b>554.6</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.210. Resultados de Velocidad, alcantarillado San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.195. Análisis de velocidad, alcantarillado San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.8.6 ANÁLISIS DE FUERZA

Con respecto al parámetro de la fuerza tractiva; a continuación, se presenta los rangos de fuerza tractiva actuales de la red de alcantarillado de San Juan. Para este parámetro la norma establece los siguientes rangos:

FUERZA TRACTIVA (Kg/m <sup>2</sup> )	EVALUACIÓN
<0.1	Bajo Arrastre
0.1 < FT < 5	Arrastre Aceptable
>5	Alto Arrastre

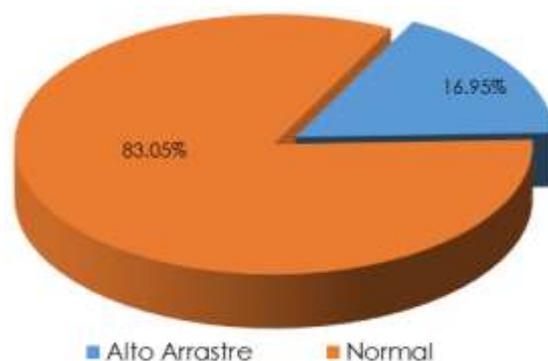
**Tabla 2.211. Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para el sistema de alcantarillado objeto de estudio en tiempo seco.

FUERZA TRACTIVA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Arrastre Alto	94	16.95%
Arrastre normal	460.6	83.05%
<b>TOTAL</b>	<b>554.6</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.212. Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.196. Análisis de fuerza, alcantarillado San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.8.7 ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Teniendo en cuenta la norma NS-085 versión 3; en su numeral 4.3.6. Dimensionamiento de la sección; el cual establece "En todo caso se debe garantizar que la relación de caudal de diseño sobre caudal a tubo lleno sea inferior a uno (1)"; la consultoría adoptó ciertos rangos para comprobar la capacidad de cada una de las tuberías que actualmente hacen parte del sistema de alcantarillado de San Juan; dichos rangos se presentan en la siguiente tabla.

RÉGIMEN DE FLUJO	EVALUACIÓN
<0.5	Aceptable
0.5 < RF < 0.85	Capacidad Normal
>0.85	Subdimensionado

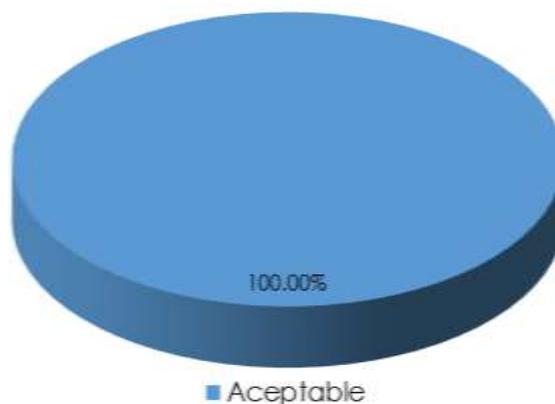
**Tabla 2.213. Rangos de Capacidad, alcantarillado San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada para el alcantarillado San Juan, se presentan a continuación los valores obtenidos para los tramos que lo componen:

CAPACIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Aceptable	554.6	100%
<b>TOTAL</b>	<b>554.6</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.214. Capacidad alcantarillado San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.197. Análisis de capacidad, alcantarillado San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.8.8 RÉGIMEN DE FLUJO

Con respecto al régimen de flujo; de acuerdo a la norma los valores que pueden llegar a ser adoptados son Flujo crítico., subcrítico y Supercrítico; en la siguiente tabla se presentan los rangos tenidos en cuenta para realizar la evaluación hidráulica de este parámetro.

VALOR OBTENIDO	RÉGIMEN DE FLUJO
1	Critico
1 < RF < 0.9	Subcrítico
>1.1	Supercrítico

**Tabla 2.215. Rangos de régimen de flujo, alcantarillado San Juan**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada por parte de la consultoría, el régimen de flujo para cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado de San Juan se presenta en la siguiente tabla:

RÉGIMEN DE FLUJO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Supercrítico	410.4	74%
Subcrítico	144.2	26%
<b>TOTAL</b>	<b>554.6</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.216. Régimen de flujo alcantarillado San Juan**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.198. Régimen de flujo, alcantarillado San Juan**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.9 SECTOR RURAL SANTO DOMINGO

De acuerdo al catastro realizado por parte de la Consultoría y como complemento de la información entregada por parte de la Secretaría Distrital de Hábitat; en la siguiente imagen se presenta la red de alcantarillado del sector rural de Santo Domingo.



**Figura 2.199. Topología general del sistema Sector Rural Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

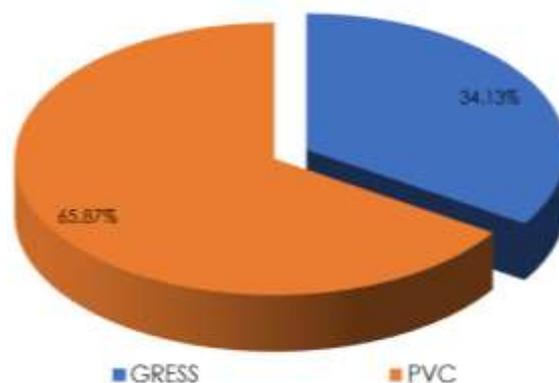
#### 2.4.9.1 MATERIAL

El alcantarillado del centro poblado de Santo Domingo cuenta con una longitud total de 554.60 metros, los cuales están conformados por materiales de Gress, y PVC. En Gress tiene una longitud total de 149.10 m y en PVC una longitud de 287.80 m. A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de material para el sistema en relación.

MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
GRESS	8"	108	24.71%
	12"	41.10	9.40%
	<b>TOTAL</b>	<b>149.10</b>	<b>34.11%</b>
MATERIAL	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
PVC	8"	287.80	65.87%
	<b>TOTAL</b>	<b>287.80</b>	<b>65.87%</b>
<b>MATERIAL</b>	<b>DIÁMETRO (")</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>TOTAL</b>		<b>436.90</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.217. Material sistema de alcantarillado Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de los materiales que se identifican sobre el alcantarillado del centro poblado de Santo Domingo, observándose que el material que se encuentra en mayor proporción sobre las redes del sistema es en PVC con un porcentaje de 65.87%, seguido del Gress con 34.13%.



**Figura 2.200. Distribución de material Alcantarillado, Santo Domingo**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.9.2 DIÁMETRO

El sistema de alcantarillado de Santo Domingo cuenta con una longitud total de 436.90 metros, los cuales están conformados por materiales como el Gress con un total de 149.10 m con diámetros de 8" (0.20 m) y 12" (0.30 m) y PVC con un total de 287.80 m en un diámetro de 8".

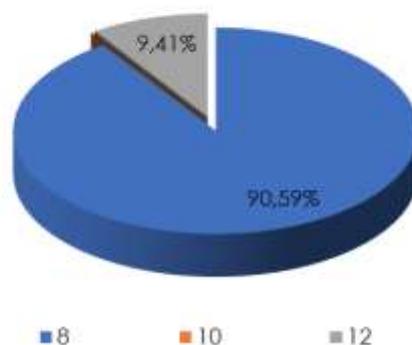
Los diámetros identificados en el sistema oscilan entre las 8" y 12" distribuidos de la siguiente manera según material y longitudes respectivas:

SISTEMA	DIÁMETRO (")	MATERIAL		TOTAL GENERAL (m)	% TOTAL GENERAL
		Gress	PVC		
	8	108	287.80	395.8	90.59
	12	41.10		41.10	9.41
<b>TOTAL</b>		<b>149.10</b>	<b>287.80</b>	<b>436.9</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.218. Diámetros Según Material Alcantarillado, Santo Domingo**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta la distribución porcentual de los diámetros en metros teniendo en cuenta la longitud del sistema de alcantarillado centro poblado de Santo Domingo.



**Figura 2.201. Diámetros Según Longitud Alcantarillado, Santo Domingo**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

### 2.4.9.3 % PENDIENTE

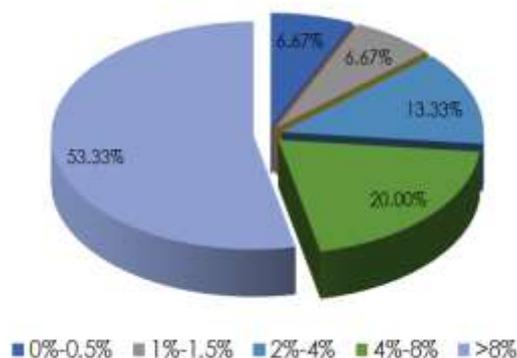
Las pendientes de los tramos que componen el alcantarillado de Santo Domingo varían entre 0.50 % (Tramo T9), siendo este el mínimo valor encontrado, y 8% (Tramo T14), siendo este el máximo valor encontrado.

A continuación, se presentan las longitudes y distribución porcentual de pendiente para el sistema en relación.

PENDIENTE	TRAMOS	PORCENTAJE (%)
0% - 0.5%	1	6.67%
1% - 1.5%	1	6.67%
2% - 4%	2	13.33%
4% - 8%	3	20%
>8%	8	53.33%
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 2.219. Rango de Pendientes Alcantarillado Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica la distribución porcentual de las pendientes que se identificaron sobre alcantarillado de Santo Domingo; se evidencia que el valor en porcentaje mayor de las pendientes que se encuentran sobre este sistema se encuentra en rangos superiores a 8%, seguido por un 20.00% el cual hace énfasis en el rango de pendientes entre 4% a 8%.



**Figura 2.202. Rango de Pendientes alcantarillado Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Hacen parte de este sistema un total de 15 tramos los cuales cuentan con un total de 15 pozos de inspección.

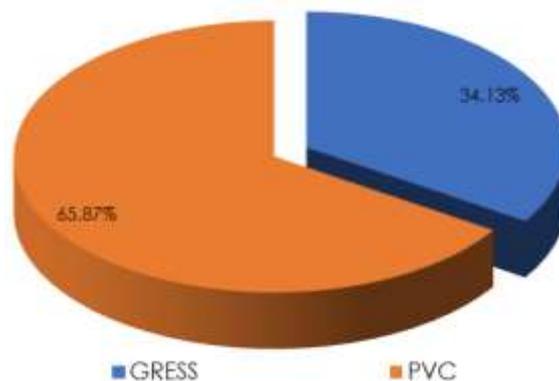
### 2.4.9.4 LONGITUD

Teniendo en cuenta la información obtenida a través de las bases de datos de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, así como la levantada por la misma consultoría en los trabajos de campo realizados, para el sistema de alcantarillado del centro poblado de Santo Domingo, se identificó una longitud total de 436.90 m, y se distribuyen de la siguiente manera:

MATERIAL	TRAMOS	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Gress	7	149.10	34.13%
PVC	8	287.80	65.87%
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>436.9</b>	<b>100.00</b>

**Tabla 2.220. Longitud Red de alcantarillado Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presentan los valores de la distribución porcentual para los materiales identificados a lo largo del sistema de alcantarillado.



**Figura 2.203. Distribución de Material por Longitud alcantarillado Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.9.5 ANÁLISIS DE VELOCIDAD

Para lograr evaluar la velocidad en cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado objeto de estudio; la consultoría, tuvo en cuenta los siguientes rangos.

VELOCIDAD (m/s)	EVALUACIÓN
<0.3	Velocidad Baja
0.3 < V < 0.45	Velocidad Mínima
>3	Velocidad Aceptable

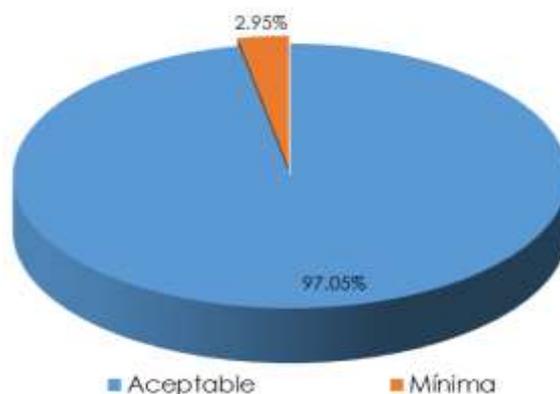
**Tabla 2.221. Rangos de Velocidad, alcantarillado Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para cada uno de los tramos en tiempo seco.

VELOCIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Velocidad Aceptable	424	97.05%
Velocidad baja	12.9	2.95%
<b>TOTAL</b>	<b>436.9</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.222. Resultados de Velocidad, alcantarillado Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.204. Análisis de velocidad, alcantarillado Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.9.6 ANÁLISIS DE FUERZA

Con respecto al parámetro de la fuerza tractiva; a continuación, se presenta los rangos de fuerza tractiva actuales de la red de alcantarillado de Santo Domingo. Para este parámetro la norma establece los siguientes rangos:

FUERZA TRACTIVA (Kg/m <sup>2</sup> )	EVALUACIÓN
<0.1	Bajo Arrastre
0.1 < FT < 5	Arrastre Aceptable
>5	Alto Arrastre

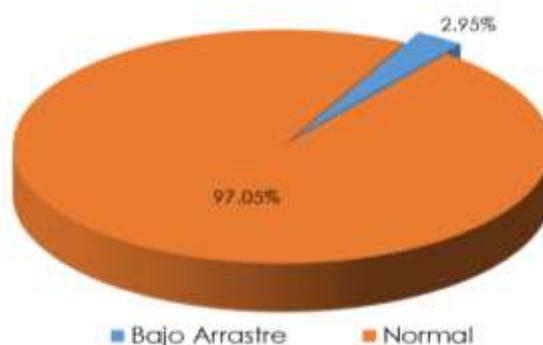
**Tabla 2.223. Rangos de fuerza tractiva, alcantarillado Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

Teniendo en cuenta los anteriores valores, a continuación, se presentan los resultados para el sistema de alcantarillado objeto de estudio en tiempo seco.

FUERZA TRACTIVA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Arrastre Bajo	12.9	2.95%
Arrastre normal	424	97.05%
<b>TOTAL</b>	<b>436.9</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.224. Fuerza tractiva identificada sobre alcantarillado Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.205. Análisis de fuerza, alcantarillado Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.9.7 ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Teniendo en cuenta la norma NS-085 versión 3; en su numeral 4.3.6. Dimensionamiento de la sección; el cual establece "En todo caso se debe garantizar que la relación de caudal de diseño sobre caudal a tubo lleno sea inferior a uno (1)"; la consultoría adoptó ciertos rangos para comprobar la capacidad de cada una de las tuberías que actualmente hacen parte del sistema de alcantarillado de Santo Domingo; dichos rangos se presentan en la siguiente tabla.

RÉGIMEN DE FLUJO	EVALUACIÓN
<0.5	Aceptable
0.5 < RF < 0.85	Capacidad Normal
>0.85	Subdimensionado

**Tabla 2.225. Rangos de Capacidad, alcantarillado Santo Domingo**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

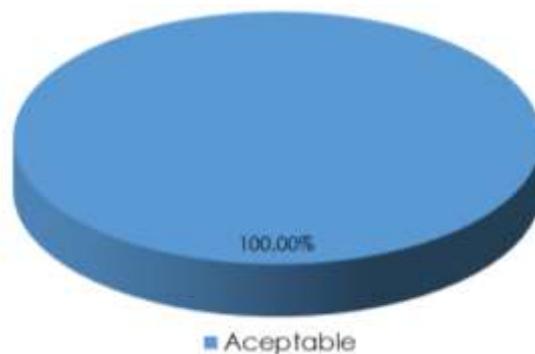
De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada para el alcantarillado Santo Domingo, se presentan a continuación los valores obtenidos para los tramos que lo componen:

CAPACIDAD	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Aceptable	436.9	100%
<b>TOTAL</b>	<b>436.9</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.226. Capacidad alcantarillado Santo Domingo**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.206. Análisis de capacidad, alcantarillado Santo Domingo**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

#### 2.4.9.8 RÉGIMEN DE FLUJO

Con respecto al régimen de flujo; de acuerdo a la norma los valores que pueden llegar a ser adoptados son Flujo crítico., subcrítico y Supercrítico; en la siguiente tabla se presentan los rangos tenidos en cuenta para realizar la evaluación hidráulica de este parámetro.

VALOR OBTENIDO	RÉGIMEN DE FLUJO
1	Critico
1 < RF < 0.9	Subcrítico
>1.1	Supercrítico

**Tabla 2.227. Rangos de régimen de flujo, alcantarillado Santo Domingo**

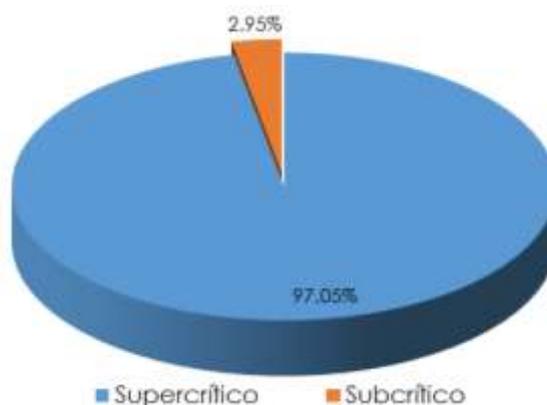
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

De acuerdo a la evaluación hidráulica realizada por parte de la consultoría, el régimen de flujo para cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado de Santo Domingo se presenta en la siguiente tabla:

RÉGIMEN DE FLUJO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Supercrítico	424	97.05%
Subcrítico	12.9	2.95%
<b>TOTAL</b>	<b>436.9</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.228. Régimen de flujo alcantarillado Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos e identificados en la tabla anterior:



**Figura 2.207. Régimen de flujo, alcantarillado Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL, INALCON S.A.S., 2018

## 2.5 EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS

### 2.5.1 PLATAFORMA DE MODELACIÓN Y SOFTWARE

La evaluación hidráulica del sistema existente se ha definido hacerla por medio del software EPASWMM, este programa, es de uso libre y puede descargarse del sitio web relacionado, no obstante el consultor hace entrega adjunta en los Anexos del instalador (.exe) setup del programa junto con el fichero del modelo hidráulico (o archivo de modelación .inp).

#### 2.5.1.1 PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO

De acuerdo a los resultados geométricos, topológicos y de conectividad obtenidos del Catastro de Alcantarillado, se procede a desarrollar la evaluación hidráulica del sistema, conforme a los lineamientos definidos en el Anexo Técnico 02. Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado. La evaluación hidráulica tiene tres (3) etapas:

- **Investigación del Sistema:** Esta etapa del proceso está representado en el catastro de alcantarillado, la cual parte de la investigación de campo, la investigación de redes y la obtención de la información funcional en sitio del sistema. Los detalles de este trabajo se indican en el Informe de Catastro de Alcantarillado, aunque más adelante se indica dentro de este informe cual es el manejo de la información y como se interpreta la misma.
- **Construcción del Modelo Hidráulico:** Con base en la información topológica y de conectividad obtenida de la investigación de redes, se define una codificación y

una estructura de datos para armar el modelo hidráulico en plataforma EPASWWM. Esta se refiere a la información geométrica y de aportes de caudales, así como información cualitativa de los tramos (rugosidad, pendientes, etc.).

- **Evaluación Hidráulica:** La etapa final de la evaluación hidráulica, se logra cuando al modelo construido se cargan los insumos asociados a: Caudales Domésticos y de Otros Usos, Caudales por Infiltración y Conexiones Erradas, etc. Estos parámetros son definidos en el capítulo “Caudales de Diseño del Sistema de Alcantarillado” y finalmente se obtienen los resultados numéricos y calificativos de la red según los valores calculados y los parámetros definidos como rangos o valores normativos (velocidad, fuerza tractiva, relación de capacidad, etc.).

### 2.5.1.2 CONSTRUCCIÓN MODELO HIDRÁULICO

El modelo hidráulico se construye a partir de la información del catastro y de la conectividad topológica de los tramos y las características de los nodos, esta información de conectividad y homologación de las características del sistema en forma plana o cruda, contenida en dos (2) archivos de Excel ubicados en el Anexo 8.8. Topología de Tramos y Pozos, uno para el componente de alcantarillado sanitario y otro para el de alcantarillado combinado; cada uno de ellos con la siguiente estructuración:

- **Topología de Tramos (Topología de Líneas):** Este archivo en Microsoft Excel®, contiene la información referente a la topología de los tramos, la cual indica cuales son los pozos iniciales y finales (columnas 2 y 3), así como el diámetro del tramo en pulgadas y metros (Columnas 12 y 13), cotas claves iniciales y finales (Columnas 6 y 7 respectivamente) y el material de la tubería del tramo representado por el número de Manning en la columna 15. Esta información constituye la geometría y parametrización de los tramos para la construcción del modelo. Esta información es denominada Topología de Líneas y se convierten en insumo básico para el Sistema de Información Geográfico (SIG).
- **Base de Datos de Pozos (Topología de Nodos):** En este archivo de Microsoft Excel®, se consigna la información geográfica de la base de pozos, que se convertirán en nodos cuando se construya el modelo hidráulico. Las características son: Numero del Pozo (ID del Pozo), la cual se consigna en la Columna 1 del archivo de datos, Coordenada Este del Pozo (X) (Columna 2), Coordenada Norte del Pozo (Y) (Columna 3), la elevación del Pozo (Columna 4), Profundidad en metros (Columna 5), Cota Batea (Columna 6), estado físico y tipo de pozo en las columnas 7 y 8 respectivamente. Esta información es extraída de la Cartera Topográfica del Proyecto en coordenadas del Sistema MAGNA-SIRGAS amarrada por el consultor según la metodología de bases permanentes del IGAC. Esta base de información es denominada Topología de Puntos o Nodos, y se convierte en la localización de los puntos de inicio y/o final de los tramos.

Con esta información depurada y validada por el catastro, se construye el modelo hidráulico, el cual se hace por medio de una herramienta de interpretación que arma el fichero de salida .inp con la estructura de datos del modelo hidráulico, empleando las dos bases de datos anteriormente indicadas. Esta herramienta permite por medio de programación en Visual Fox Pro, armonizar y conectar la red, interpretando pozos (Junctions) y vertimientos (outfalls). Con ello se garantiza que el modelo hidráulico, no se construye suministrando la información de forma manual sino sistematizadamente, para evitar errores humanos en el cargue de los atributos geométricos del modelo. Es decir, el proceso es meramente automático.

### 2.5.1.3 CODIFICACIÓN DE ELEMENTOS EN EL MODELO HIDRÁULICO

La codificación de los elementos en el modelo hidráulico es la siguiente:

1. Pozos: Los pozos son codificados al igual que los planos por el simple número de identificación o ID, el cual es homologado con el plano, el SIG y el Catastro o Investigación de Pozos.
2. Tramos: Los tramos son codificados por estructura de datos con el número del tramo descrito en el numeral anterior de los elementos de planos, pero con el prefijo "C", que indica conducto. Ejemplo: C23, indica el tramo 23.

### 2.5.2 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA ACTUAL

Una vez asignadas las áreas, los caudales aferentes a las tuberías, la geometría, la topología y la conectividad en la construcción del modelo, se procede con la simulación hidráulica de la situación hidráulica actual.

Tal como opera actualmente el sistema según el modelo hidráulico y los parámetros asignados, algunos de los tramos presentan incapacidad hidráulica, conclusión que resulta de comparar la capacidad de los tramos con los caudales aferentes de diseño de cada uno de ellos, esto se evidencia en la columna "X" del archivo de Excel de la hoja electrónica donde Figura la relación  $Q_d/Q_c$ , es decir, la relación caudal de diseño ( $Q_d$ ) vs Caudal de Capacidad del Tramo ( $Q_c$ ), este valor también se consigna en el SIG del Municipio.

En la hoja de cálculo del diagnóstico, la columna AM del archivo de Excel indica los resultados en la columna que se ha denominado "Observación" se puede apreciar que tipo de calificativo recibe cada tramo dependiendo del resultado de la simulación. Estos calificativos pueden ser o categorizar en los siguientes aspectos:

PARÁMETRO DE ENTRADA	UNIDAD	SÍMBOLO	VALOR	FORMULAS	OBSERVACIONES
<b>Población Actual (2016)</b>	Habitantes	$P_{Act}$	3.957	N/A	Determinada por los estudios de población y demanda realizadas para la zona del proyecto.
<b>Población Futura (2041)</b>	Habitantes	$P_{Fut}$	5.074	N/A	Valor determinado por las proyecciones poblacionales realizadas para la zona de estudio teniendo en cuenta el año de horizonte establecido para el proyecto.
<b>Periodo de Diseño</b>	Años	PD	25	N/A	El periodo de diseño se encuentra definido en el artículo 40 de la Resolución 0330 de 2017; el cual se define de la siguiente manera: "Para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, se adopta como periodo de diseño 25 años"
<b>Altura de la Zona del Proyecto</b>	m.s.n.m	Alt	1600	N/A	Factor condicionante para la determinación de la dotación neta teniendo en

PARÁMETRO DE ENTRADA	UNIDAD	SÍMBOLO	VALOR	FORMULAS	OBSERVACIONES
					cuenta las condiciones climáticas del Municipio.
<b>Dotación Neta</b>	L/hab * día	D <sub>Neta</sub>	120	N/A	Se encuentra definido por el artículo 43 de la resolución 0330 de 2017; en el cual se establece que para zonas que se localicen por encima de los 2000 m.s.n.m.; deberá tomarse como dotación neta máxima un valor de 120 L/Hab * Día
<b>Área Perímetro Urbano Actual</b>	Ha	A <sub>PurbA</sub>	82,38	N/A	Está determinado por el plan de ordenamiento territorial vigente del Municipio.
<b>Área Perímetro Urbano Futura</b>	Ha	A <sub>PurbF</sub>	104,14	N/A	Está determinado por el plan de ordenamiento territorial vigente del Municipio y por las zonas de expansión contenidas en el mismo documento.
<b>Área Residencial</b>	Ha	A <sub>Res</sub>	31.85	N/A	Las áreas o tipos de uso de suelo son definidos teniendo en cuenta los usos de suelo establecidos por el documento de ordenamiento territorial del Municipio.
<b>Área Comercial</b>	Ha	A <sub>Co</sub>	4.59	N/A	
<b>Área Institucional</b>	Ha	A <sub>Inst</sub>	2.72	N/A	
<b>Área Industrial</b>	Ha	A <sub>Ind</sub>	0,00	N/A	
<b>Densidad Demográfica Actual</b>	Hab/Ha	D <sub>DemA</sub>	48,03	$D_{DEMA} = P_{ACT} / A_{PURBACT}$	Se encuentra definida como el producto de la división de la población actual en el área del proyecto dividido en el área actual definida para el desarrollo del proyecto.
<b>Densidad Demográfica Futura</b>	Hab/Ha	D <sub>DemF</sub>	70,22	$D_{DEMA} = P_{ACT} / A_{PURBACF}$	Se encuentra definida como el producto de la división de la población futura en el área del proyecto dividido en el área futura definida para el desarrollo del proyecto.
<b>Densidad Demográfica atendida 2015</b>	Hab/Ha	D <sub>DemAten</sub>	55,30	$D_{ATEN} = P_{ACT} / E_{RES}$	Se encuentra definida como el producto de la división de la población actual en el área del proyecto dividido en el área residencial actual del desarrollo del proyecto.
<b>Área Adicional Requerida a 2040</b>	Ha	A <sub>adic</sub>	20,21	$A_{ADIC} = (P_{fut} / D_{DemAten})$	Se encuentra definida por las zonas de expansión contempladas para el Municipio y la población proyectada para el año del horizonte del proyecto.
<b>Coefficiente de retorno</b>	---	R	0,80	N/A	De acuerdo al artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017; "el coeficiente de retorno (CR) debe estimarse a partir del análisis de información existente en la localidad y/o

PARÁMETRO DE ENTRADA	UNIDAD	SÍMBOLO	VALOR	FORMULAS	OBSERVACIONES
					mediciones de campo realizadas por la persona prestadora del servicio. De no contar con datos de campo, se debe tomar un valor de 0.85".
<b>Coefficiente de aporte comercial</b>	L/s*Ha	C <sub>C</sub>	0,50	N/A	Se define según las consideraciones contempladas en el literal D.3.2.2.3.Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000.
<b>Coefficiente de aporte institucional</b>	L/s*Ha	C <sub>IN</sub>	0,50	N/A	Se define según las consideraciones contempladas en el literal D.3.2.2.4. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000.
<b>Coefficiente de aporte industrial</b>	L/s*Ha	C <sub>I</sub>	0,40	N/A	Se define según las consideraciones contempladas en el literal D3.2.2.2.
<b>Conexiones Erradas.</b>	L/s*Ha	Q <sub>CE</sub>	0.2	N/A	Se define según las consideraciones contempladas en el numeral 5 del artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017.
<b>Infiltración</b>	L/s*Ha	Q <sub>INF</sub>	0.2	N/A	Se define según las consideraciones contempladas en el numeral 6 del artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017.
<b>Conexiones Erradas + Infiltración</b>	L/s*Ha	Q <sub>CE</sub> + Q <sub>INF</sub>	0,4	Q <sub>CE</sub> + Q <sub>INF</sub>	Es producto de la suma de caudal de aportes por conexiones erradas y el caudal de aportes por infiltración.
<b>Factor de Mayoración</b>	N/A	F	$F = 1 + \frac{14}{(4+P^{0.5})}$ $F = \frac{5}{P^{0.2}}$ $F = \frac{3.5}{P^{0.1}}$	Harmon  Babbit  Flores	De acuerdo al Numeral 4 del artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017, " El factor de mayoración utilizado en la estimación del caudal máximo horario debe calcularse haciendo uso de mediciones de campo, en las cuales se tengan en cuenta los patrones de consumo de la población. En ausencia de datos de campo, se debe estimar con las ecuaciones aproximadas, teniendo en cuenta las limitaciones que pueden presentarse en su aplicabilidad. Este valor deberá estar entre 1.4 y 3.8"  Para el cálculo del factor de mayoración, la Consultoría hace uso de la ecuación

PARÁMETRO DE ENTRADA	UNIDAD	SÍMBOLO	VALOR	FORMULAS	OBSERVACIONES
					aproximada de Flores, la cual puede evidenciarse en el numeral D.3.3.5.1, del RAS 2000
<b>Caudal Máximo Horario</b>	L/s	$Q_{MH}$		$Q_{MH} = F * Q_{MDf}$	"Es el caudal máximo durante una hora, observado en un periodo de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendios que se hayan presentado". El caudal máximo horario se estima a partir del caudal final medio diario mediante el uso del factor de mayoración. (Resolución 0330 de 2017; Título 7 : Definiciones)
<b>Caudal Inicial Máximo Horario</b>	L/s	$Q_{MHi}$		$Q_{MHi} = \frac{F * Q_{Di}}{k1} + Q_{Li} + Q_{Ci} + Q_{inf} + Q_{CEi}$	Para las condiciones iniciales de operación de cada tramo, debe verificarse el comportamiento auto limpiante del flujo por lo que se debe establecer un valor de esfuerzo cortante mayor o igual 1.5 N/m <sup>2</sup> para el caudal máximo horario que se determina con la ecuación relacionada.
<b>Caudal de Diseño</b>	L/s	q		$q = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CE}$	De acuerdo al numeral 7, del artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017; " El caudal de diseño debe obtenerse sumando e caudal máximo horario, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1.5 L/s, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para el tramo"
<b>Caudal a Tubo Lleno</b>	L/s	Q		$Q = V * \frac{\pi * \phi^2}{4} * 1000$	Caudal transportado por la tubería en su máxima capacidad.
<b>Caudal de Aguas Residuales</b>	L/s	$Q_D$		$Q_D = \frac{C * D * A_{rd} * R}{86400}$	De acuerdo al artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017: "los caudales de aguas residuales deben determinarse con base en información de consumos y/o mediciones recientes registrados en la localidad, y considerando las densidades previstas para el periodo de diseño con base en el Plan de Ordenamiento Territorial o Plan Básico de Ordenamiento Territorial o Esquema de Ordenamiento Territorial y Plan de Desarrollo del Municipio a través de

PARÁMETRO DE ENTRADA	UNIDAD	SÍMBOLO	VALOR	FORMULAS	OBSERVACIONES
					zonificación del uso de la tierra.  ... Los caudales que se requiere calcular son los siguientes : Caudal de Aguas Residuales Domésticas, Caudal de Aguas Residuales no Domésticas, Caudal medio Diario, Caudal Máximo Horario, Caudal de Conexiones Erradas, Caudal de Infiltración y Caudal de Diseño ..."
<b>Caudal Industrial</b>	L/s	Q <sub>I</sub>		$Q_I = A_{ind} * C_I$	Son determinados de acuerdo al Área de uso de suelo correspondiente a cada uno de los casos y se representan como el producto del área correspondiente por el coeficiente de aportes seleccionado anteriormente.
<b>Caudal Comercial</b>	L/s	Q <sub>C</sub>		$Q_C = A_{com} * C_C$	
<b>Caudal Institucional</b>	L/s	Q <sub>IN</sub>		$Q_{IN} = A_{ins} * C_{IN}$	
<b>Rango Máximo de capacidad</b>	%	P <sub>HID</sub>	85	q/Q	Teniendo en cuenta el artículo 143 de la Resolución 0330 de 2017, "Para permitir la aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector es de 85% del diámetro interno real de éste"
<b>Rango Mínimo de Velocidad Sistema Residual</b>	m/s	V <sub>MÍN</sub>	0.45	$V = \frac{1}{n} * \frac{\theta_s^2}{4} * \frac{S_2^1}{100}$	Según el artículo 141 de la Resolución 0330 de 2017, : " La velocidad mínima real permitida en el Colector de alcantarillado sanitario es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 1.0 Pa. Los criterios de velocidad y esfuerzo cortante se deben determinar para el caudal de diseño, en las condiciones iniciales y finales del periodo de diseño"
<b>Rango Mínimo de Velocidad Sistema Pluvial</b>	m/s	V <sub>MÍN</sub>	0.75		Según el artículo 149 de la Resolución 0330 de 2017 : " La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado pluvial o combinado es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 2.0 Pa. Los criterios de velocidad y esfuerzo cortante de deben determinar ara el caudal de diseño en las condiciones

PARÁMETRO DE ENTRADA	UNIDAD	SÍMBOLO	VALOR	FORMULAS	OBSERVACIONES
					iniciales y finales del periodo de diseño"
<b>Rango Máximo de Velocidad</b>	m/s	$V_{MÁX}$	5.00		De acuerdo al Artículo 142 de la Resolución 0330 de 2017: " La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5.0 m/s, determinada para el caudal de diseño"
<b>Rango Mínimo de capacidad de arrastre</b>	Kg/m <sup>2</sup>	$\tau$	0.10	$\tau = \gamma * R * S$	De acuerdo a los artículos 141 y 149 de la Resolución 0330 de 2017, los rangos mínimos para la capacidad de arrastre son 1.0 Pa y 2.0 Pa, para alcantarillado sanitario y pluvial respectivamente.
<b>Rango Mínimo de Recubrimiento</b>	m	---	0.75	N/A	Según el artículo 139 de la Resolución 0330 de 2017, específicamente en la tabla 18; se establecen los valores de recubrimiento mínimos teniendo en cuenta los tipo de servidumbres de ubicación.
<b>Rango Medio de Recubrimiento</b>	m	---	2.50		
<b>Rango Máximo de Recubrimiento</b>	m	---	4.00		
<b>Manning para Concreto</b>	---	h	0.02	N/A	Según el título A.11.3.3 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, el coeficiente de rugosidad está condicionado para los niveles de complejidad medio alto y alto con valores entre 0.009 y 0.013 según sea el material y para los niveles de complejidad bajo y medio se debe establecer según la tabla contenida en el mismo numeral.
<b>Manning para Gres Vitrificado</b>	---	h	0.01		
<b>Manning PVC</b>	---	h	0.01		
<b>Diámetro Mínimo Colectores Sanitarios</b>	(")	D	8	N/A	El diámetro mínimo para Colectores de Aguas Residual, está definido por el artículo 140, de la Resolución 0330 de 2017; y establece: " El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado sanitario es de 170 mm (8"). Para poblaciones menores de 2500 habitantes el diámetro interno real permitido es de 140 mm (6")
<b>Diámetro Mínimo Colectores Pluviales</b>	(")	D	10		El diámetro mínimo para Colectores de Aguas Lluvia, está definido por el artículo 148, de la Resolución 0330 de 2017; y establece: " El

PARÁMETRO DE ENTRADA	UNIDAD	SÍMBOLO	VALOR	FORMULAS	OBSERVACIONES
					diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado pluvial y combinado es 260 mm (10")

**Tabla 2.229. Valoración física e hidráulica del sistema**  
Fuente. INGENIERIA Y CONSULTORÍA NACIONAL - INALCON S.A.S., 2018.

### 2.5.3 MODELO Y SIMULACIÓN HIDRÁULICA DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Como se indicó, esta constituye la tercera etapa del proceso. Para efectos de llevar a cabo la simulación hidráulica del modelo que ya fue construido, como se explicó en la segunda etapa del proceso, es necesario alimentarlo con los insumos de caudales domésticos, comerciales e institucionales, aportes de infiltración y conexión erradas. Estos caudales requieren ser desagregados en el espacio de acuerdo a las densidades demográficas y las áreas ocupadas por los distintos usos.

### 2.5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE DISEÑO

La definición de los parámetros hidráulicos que propenden por el buen funcionamiento del sistema, están en parte consignados en el Numeral 3.2, del Título D del RAS 2000, los cuales están asociados a:

1. Ecuación Empleada Para El Cálculo de Flujo Uniforme.
2. Velocidades Mínimas y Máximas.
3. Fuerzas Tractivas Mínimas.
4. Relación Máxima entre el Caudal de Diseño y el Caudal a Tubo Lleno.
5. Caída en los Ejes de las Cámaras de Inspección.

Teniendo en cuenta los parámetros hidráulicos anteriormente mencionados se realizará a continuación la evaluación de los tramos del sistema inicialmente haciendo la evaluación para la red de alcantarillado en escenario de tramos netamente sanitarios y el segundo teniendo en cuenta la existencia de los tramos de tipo combinado y los cambios en sus áreas de aferencia.

#### 2.5.4.1 ECUACIÓN EMPLEADA PARA FLUJO UNIFORME

El Numeral D.2.3.2, del Título D del RAS 2000 establece que en general, los colectores deben diseñarse como conducciones a flujo libre por gravedad. El flujo de aguas residuales en una red de alcantarillado para su recolección y evacuación no es permanente. Sin embargo, la modelación hidráulica de la sección de un colector puede hacerse suponiendo que el flujo en éste es uniforme. Existen varias fórmulas de flujo uniforme apropiadas para este propósito, dentro de las cuales están la de Chézy y la de Manning. No obstante, la fórmula de Manning es la más utilizada en la práctica. Esta es la ecuación que empleara el consultor y establece:

$$Q = 1/n A R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

- Q : Caudal de circulación en la tubería expresado en m<sup>3</sup>/s.  
n : Coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional.  
PVC= 0.011.  
Gres= 0.013.

Concreto= 0.015.  
PEAD= 0.011.

A : Área de la sección mojada de la tubería, expresada en m<sup>2</sup>  
R : Radio hidráulico de la sección de la tubería, expresado en m.  
S : Pendiente del gradiente hidráulico y/o pendiente de la tubería, en tanto por uno.

El radio hidráulico (R), se calcula como la relación entre el área mojada de sección hidráulica y el perímetro mojado de la sección, esto es:

$$R = A/P$$

Donde:

P : Perímetro mojado de la sección hidráulica, expresado en m.

## 2.6 EVALUACIÓN FÍSICA INFRAESTRUCTURA TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES

Una vez realizada la recolección de información y catastro en campo, se procede a realizar la evaluación de las plantas de tratamiento de aguas residuales, para el escenario actual (2018).

### 2.6.1 EVALUACIÓN INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN ESCENARIO ACTUAL

A continuación se presenta la evaluación de la infraestructura existente en el escenario actual.

#### 2.6.1.1 SECTOR RURAL NUEVA GRANADA

El sector rural Nueva Granada cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

ID	COORD. ESTE (m)	COORD. NORTE (m)
PTAR	968,680.60	921,877.39

**Tabla 2.230 Localización PTAR, Nueva Granada**  
Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente imagen, se presenta gráficamente la localización de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del sector:



**Figura 2.208 Localización PTAR Nueva Granada**

Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta el registro fotográfico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del sector rural Nueva Granada



**Figura 2.209 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nueva Granada**

Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

La planta de tratamiento de aguas residuales, consta de las siguientes unidades de tratamiento:

UNIDAD	FIGURA
Canaleta Parshall	
Sedimentador Primario	
Lodos Activados	
Sedimentador Secundario de Alta tasa	

UNIDAD	FIGURA
Desinfección	

**Tabla 2.231 Unidades de Tratamiento, PTAR Nueva Granada**  
**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

### **CANALETA PARSHALL**

Para los dos escenarios se realiza una mezcla rápida por medio de una Canaleta Parshall, la cual presenta las siguientes condiciones

Ancho De La Garganta	W	m	0,06
		pulgadas	1"
Longitud paredes sección convergente	A	m	0.37
Longitud sección convergente	B	m	0.36
Ancho de la salida	C	m	0.09
Ancho entrada sección convergente	D	m	0.17
Profundidad total	E	m	0.23
Longitud de la garganta	F	m	0.08
longitud de la sección divergente	G	m	0.20
Longitud paredes sección divergente	K	m	0.02
Diferencia de elevación entre salida y cresta	N	m	0.03
Coeficiente de entrada		m	0.18
Exponente a la entrada	s		1.55

Los parámetros que se calcularon para evaluar el adecuado funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Residual fueron.

- **TIEMPO DE MEZCLA**

A continuación, se describen los parámetros mínimos que se deben tener en cuenta para evaluar las condiciones del adecuado funcionamiento de la mezcla rápida de la Planta de Tratamiento de Agua Residual. Para ello se basó en las condiciones establecidas por la normatividad colombiana Resolución 330 del 2017

Las condiciones iniciales de la mezcla rápida para el caudal del año 2018 ( Q= 0.17L/s) son:

Caudal	Q	0.17	L/s-
		0.00017	m <sup>3</sup> /s
Velocidad antes del resalto hidráulico	v1	0.86	m/s
Altura del agua antes del resalto	h1	0.00329	m
Número de Froude	Fr	4.78	ad
Altura del Resalto	h2	0.02	m

Velocidad en el resalto	v2	0.14	m/s
Altura en la sección de la salida de la canaleta	h3	0.01	m
Velocidad en la sección de salida	v3	0.17	m/s
Pérdida de carga en el resalto	hp	0.02	m

Para determinar el tiempo de la mezcla para el año 2018 ( Q= 0.17L/s) se utilizó la siguiente ecuación

$$t = \frac{2 \cdot G}{v_2 + v_3}$$

$$t = \frac{2 \cdot 0.2}{0.14 + 0.17} = 1.32s$$

Basado en las condiciones establecidas por la Resolución 330 del 2017 Artículo 111, el tiempo de mezcla no cumple con la norma ya que esta estipula que para mezcladores hidráulicos debe manejar un tiempo menor a un (1) segundo.

Las condiciones iniciales de la mezcla rápida en el caudal de diseño del año 2043 ( Q= 0.38L/s) son:

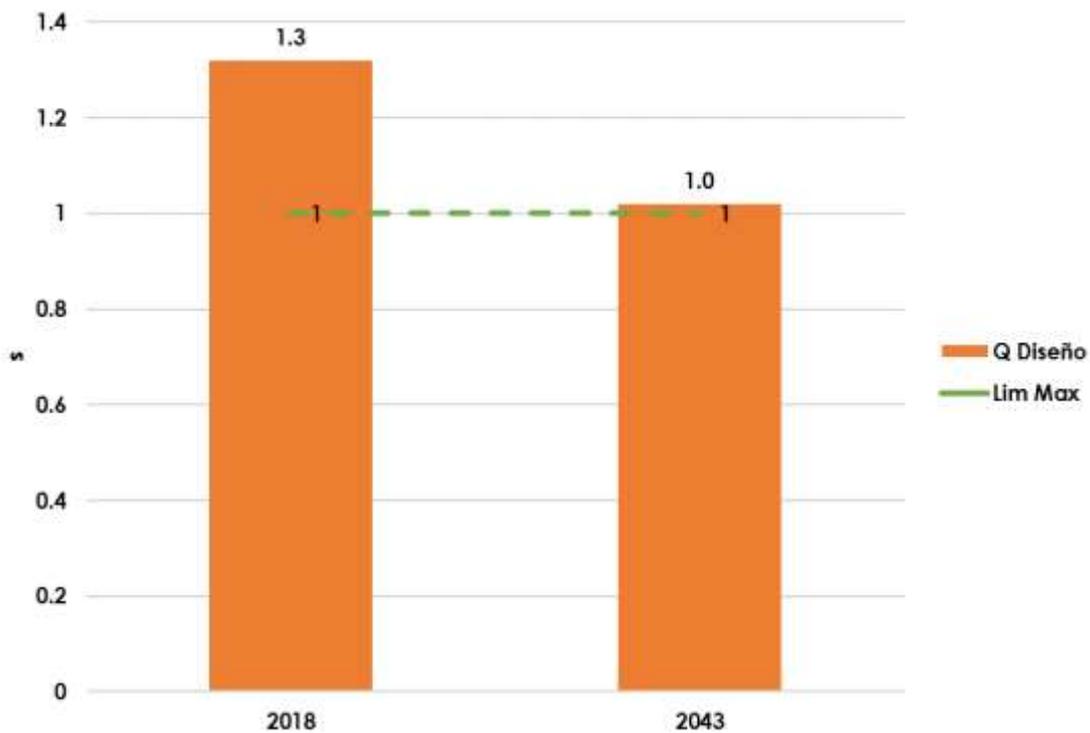
Caudal	Q	0.38	L/s-
		0.00038	m <sup>3</sup> /s
Velocidad antes del resalto hidráulico	v1	0.91	m/s
Altura del agua antes del resalto	h1	0.00693	m
Número de Froude	Fr	3.49	ad
Altura del Resalto	h2	0.03	m
Velocidad en el resalto	v2	0.20	m/s
Altura en la sección de la salida de la canaleta	h3	0.02	m
Velocidad en la sección de salida	v3	0.19	m/s
Pérdida de carga en el resalto	hp	0.02	m

Para determinar el tiempo de la mezcla en el año 2043 (Q= 0.38 L/s) se calculó de la siguiente forma

$$t = \frac{2 \cdot 0.2}{0.2 + 0.19} = 1.02s$$

Basado en las condiciones establecidas por el Resolución 330 del 2017, Artículo 111, el tiempo de mezcla no cumple con la norma, ya que este, estipula que para mezcladores hidráulicos debe manejar un tiempo menor a un (1) segundo.

A continuación, se compran los dos escenarios con la norma vigente (Resolución 330 del 2017). Se puede concluir que el tiempo de mezcla esta alto con respecto a la norma



**Figura 2.210 Tiempo de Mezcla**  
 Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

- **GRADIENTE DE VELOCIDAD**

Para determinar el correcto funcionamiento del resalto hidráulico de la canaleta Parshall, se calculó el gradiente de velocidad de la siguiente manera:

$$G = \sqrt{\frac{\gamma * h_p}{\mu * t}}$$

Donde

$\mu$ : Viscosidad Dinámica para 20°C –  $1 * 10^{-6}$

$\gamma$ : Peso específico para 20°C - 9789

$h_p$ : Pérdida de carga en el resalto (m)

T: Tiempo de mezcla (s)

Entonces

$$h_p = h_a + K - h_3$$

Se tiene que para el caudal del año 2018 ( $Q = 0.17 \text{ L/s}$ ) el gradiente de velocidad es:

$$h_p = 0.01 + 0.02 - 0.01 = 0.02 \text{ m}$$

$$G = \sqrt{\frac{\gamma * 0.02}{\mu * 1.32}} = 333.58 \text{ s}^{-1}$$

Mientras que para el caudal de diseño del año 2043 ( $Q= 0.38 \text{ L/s}$ ) se calculó el gradiente hidráulico de la siguiente forma:

$$h_p = 0.02 + 0.02 - 0.02 = 0.02 \text{ m}$$

$$G = \sqrt{\frac{\gamma \cdot 0.02}{\mu \cdot 1.02}} = 353.67 \text{ s}^{-1}$$

La siguiente figura, muestra la comparación del gradiente de velocidad para la mezcla rápida en los dos escenarios, versus los estándares establecidos en la Resolución 330 del 2017



**Figura 2.211 Gradiente de Velocidad**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Según la Resolución 330 del 2017 en el artículo 111, establece que, para mezcla rápida de tipo hidráulico se debe manejar en un rango de  $1000 - 2000 \text{ s}^{-1}$ . Se puede inferir que, los dos escenarios, NO presentan un adecuado funcionamiento de la mezcla, con respecto al gradiente de velocidad ya que están por debajo al rango que esta establece

### **SEDIMENTADOR PRIMARIO VERTICAL**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño del sedimentador primario de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características de las cámaras de sedimentación:

Longitud	L	2.78	m
Ancho	B	0.97	m
Profundo	P	1.3	m

Área transversal	At	3.6	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	2.7	m <sup>2</sup>
Cámaras	nc	6	
Módulos	nm	1.0	

• **CARGA SUPERFICIAL**

Para determinar la carga superficial de cada cámara durante el proceso de sedimentación se utilizó la siguiente ecuación:

$$q = \frac{Q_c}{A_s}$$

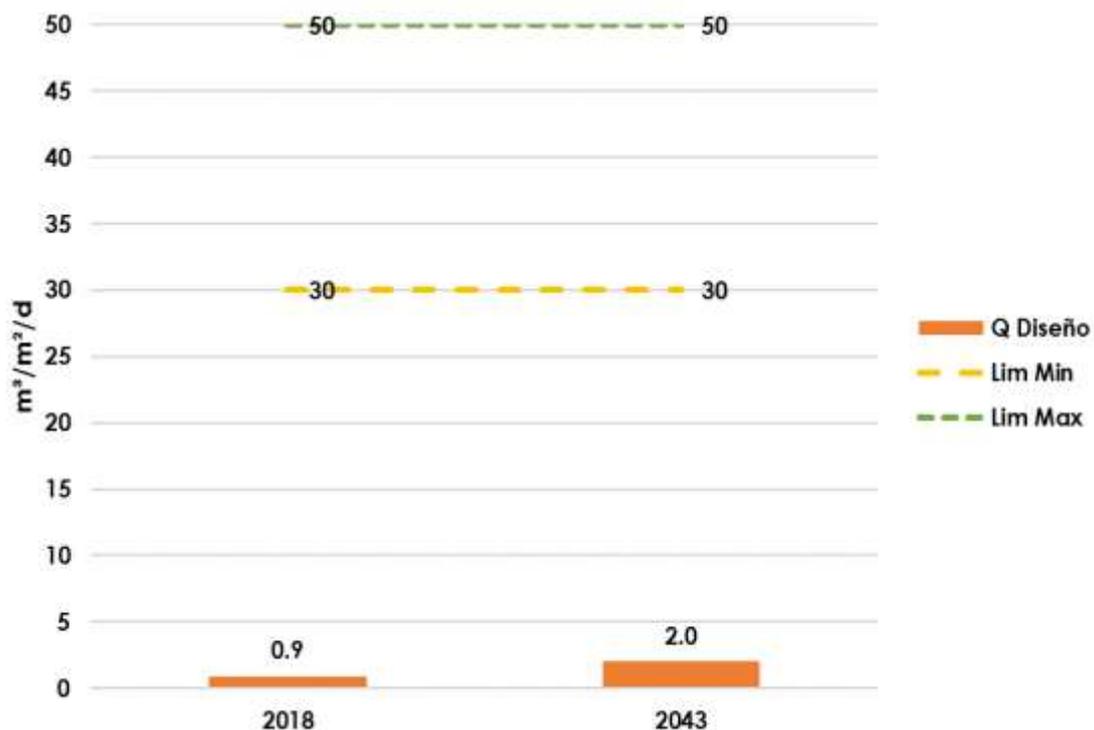
Para el año 2018 (Q= 0.17 L/s), se establece que el caudal que maneja cada cámara es de Qc= 0.03 L/s – 0.00003m<sup>3</sup>/s – 2.4 m<sup>3</sup>/d. Entonces la carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{2.4}{2.7} = 0.9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

En cambio, para el año 2043 (Q= 0.38 L/s) se tiene que el caudal que maneja cada cámara es de Qc= 0.1 L/s – 5.4 m<sup>3</sup>/d. La carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{5.4}{2.7} = 2.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

La siguiente figura, se realiza la comparación de la carga superficial establecida en la Resolución 330 del 2017 para sedimentador vertical versus la calculada para cada año.



**Figura 2.212 Carga Superficial**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al comparar los valores calculados para los dos años con respecto a cada cámara se puede inferir que NO cumple con los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, artículo 189, el cual establece que la carga superficial debe estar entre el rango de 30-50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d ya que en los dos casos se supera el valor máximo establecido.

- **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{P}{v_o}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención

P: Profundidad

v<sub>o</sub>: Velocidad flujo

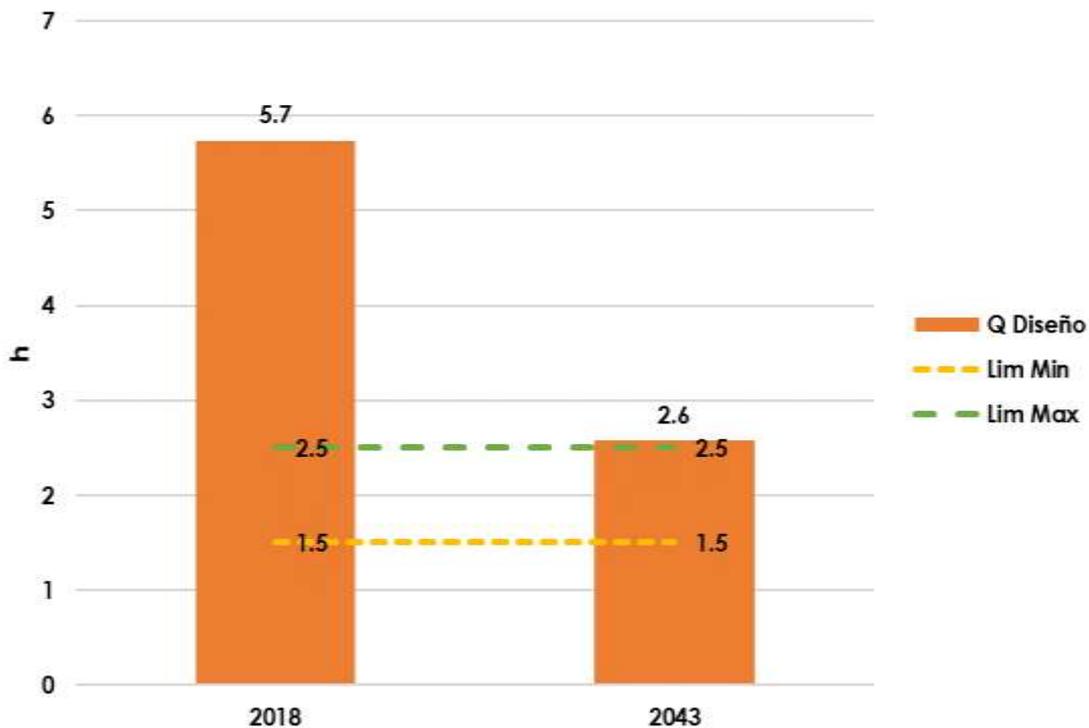
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.17L/s) es:

$$tr = \frac{1.3}{0.004} \div 60 = 5.7 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.38L/s) es de:

$$tr = \frac{1.3}{0.008} \div 60 = 2.6 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de las estructuras de sedimentación de los dos escenarios versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.213 Tiempo de Retención**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar el tiempo de retención con los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 189, el cual establece que el tiempo de retención debe ser de 1.5 hasta 2.5 horas para sedimentadores primarios. Con lo anterior, se puede concluir que ninguno de los dos periodos está cumpliendo con los requisitos mínimos establecidos por la norma legal vigente.

### **LODOS ACTIVADOS**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad de lodos activados de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características de la cámara de los lodos activados

Profundo	P	1.8	m
Ancho total	B	2.55	m
Largo total	L	4.95	m
Área transversal	At	4.6	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	13	m <sup>2</sup>
Volumen Total	Vol	23	m <sup>3</sup>

### • **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{Q}{Vol}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención

Q: caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)  
Vol: Volumen

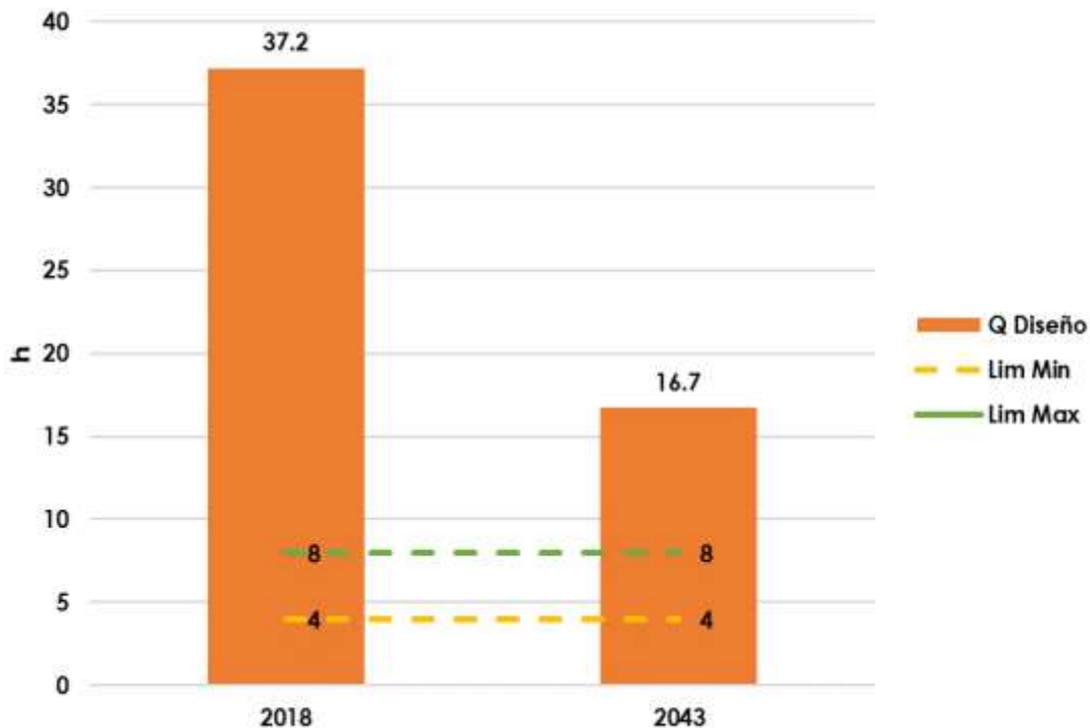
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.17L/s) es:

$$tr = \frac{23}{0.00017} / 3600 = 37.2h$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.38L/s) es de:

$$tr = \frac{23}{0.00038} / 3600 = 16.7h$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de la estructura para los dos años evaluados versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.214 Tiempo de Retención**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 193, el cual establece que el tiempo de retención de los lodos activados con un proceso convencional debe ser de 4 hasta 8 horas. Con lo anterior, se puede concluir que NO se está cumpliendo para los dos periodos con los parámetros de referencia.

### **SEDIMENTADOR SECUNDARIO DE ALTA TASA**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad de sedimentación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual, con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de la estructura. A continuación, se presentan las características de la cámara de sedimentación:

Longitud	L	2.5	m
Ancho	B	1	m
Profundo	P	3.7	m
Área transversal	At	9.3	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	2.5	m <sup>2</sup>
Cámaras	nc	1	
Módulos	nm	1.0	
Factor Eficiencia celda hexagonal	Sc	1.38	
Angulo de Inclinación	$\theta$	60.0	°
sen $\theta$	$\theta$	0.9	°
cos $\theta$	$\theta$	0.5	°
Distancia entre placas	e	5.00	cm
longitud de las placas	l	0.6	m
Espesor de las placas	ap	1.0	cm
Longitud relativa de sedimentación	L'	12.0	

#### • CARGA SUPERFICIAL

Para determinar la carga superficial de cada cámara durante el proceso de sedimentación se utilizó la siguiente ecuación:

$$q = \frac{Qc}{As}$$

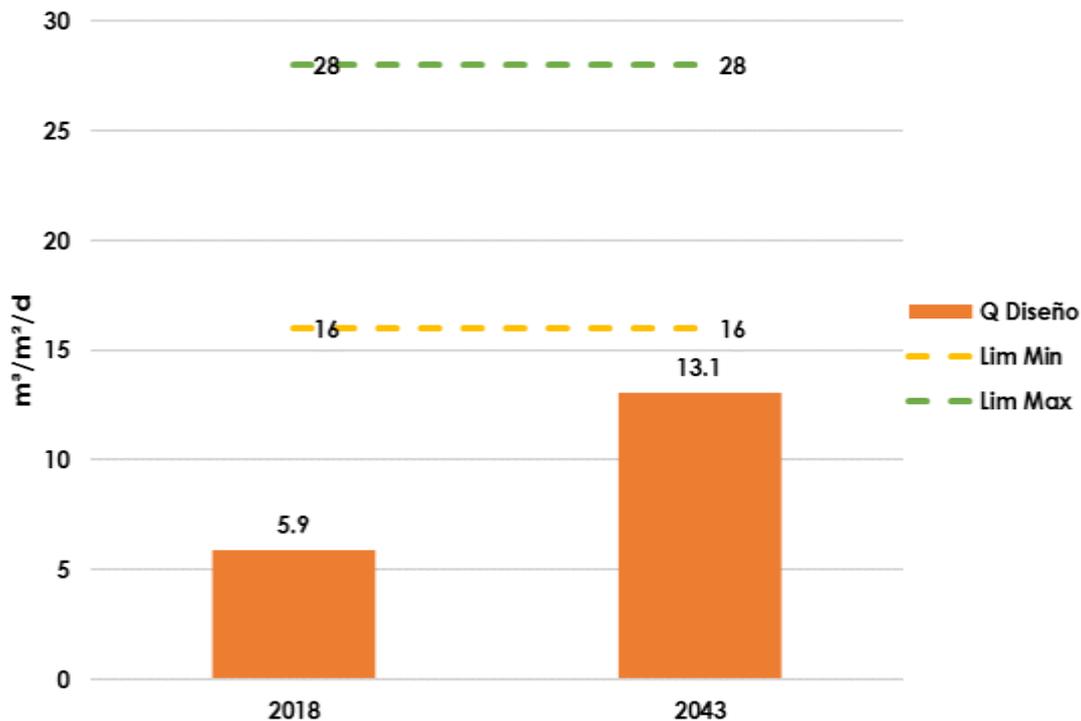
Para el año 2018 ( $Q = 0.17$  L/s), se establece que el caudal que maneja cada cámara es de  $Qc = 0.2$  L/s –  $14.7$  m<sup>3</sup>/d. Entonces la carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{14.7}{2.5} = 5.9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

En cambio, para el año 2043 ( $Q = 0.38$  L/s) se tiene que el caudal que maneja cada cámara es de  $Qc = 0.38$  L/s –  $32.6$  m<sup>3</sup>/d. La carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{32.6}{2.5} = 13.1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

La siguiente figura, se realiza la comparación de la carga superficial establecida en la Resolución 330 del 2017 para sedimentador vertical versus la calculada para cada año.



**Figura 2.215 Carga Superficial**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al comparar los valores calculados de los dos escenarios con respecto a cada cámara se puede inferir que en ninguno de los dos periodos está cumpliendo con los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, artículo 195, el cual establece que la carga superficial debe estar entre el rango de 16-28 m³/m²/d.

- **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por min (min) se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{l}{v_o}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención

l: Longitud de las placas

v<sub>o</sub>: Velocidad flujo entre placas

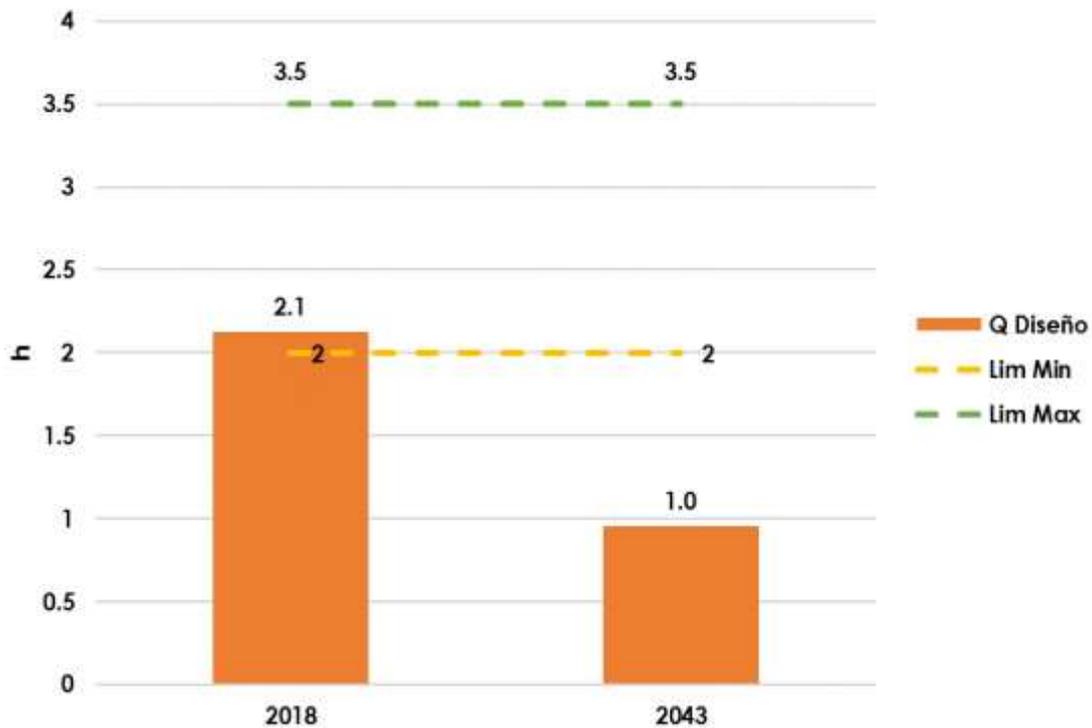
El tiempo de retención del primer escenario (Q=0.17L/s) es:

$$tr = \frac{0.6}{0.05} \div 60 = 1.0 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación en el escenario 2 (Q= 0.38L/s) es de:

$$tr = \frac{0.6}{0.01} \div 60 = 2.1 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de las estructuras de sedimentación de los dos escenarios versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.216 Tiempo de Retención**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar el tiempo de retención con los parámetros establecidos en la Resolución 330 2017, en el artículo 195, el cual establece que el tiempo de retención debe ser de 3.5 hasta 2 horas para sedimentadores secundarios. Con lo anterior, se puede concluir que para el año 2018 se está cumpliendo con la norma, pero se evidencia que con el transcurso del tiempo esta estructura no cumplirá con el requisito mínimo establecido.

La siguiente tabla muestra el resumen de los parámetros analizados para cada estructura basado en los rangos establecidos por la resolución 330 del 2017 y los valores calculados por la consultoría en donde se determina cuales cumplen y cuales con cumplen con cada requisito.

ESTRUCTURA	PARÁMETRO DE REFERENCIA	RANGO		2018	OBS	2043	OBS
		LÍM.MIN	LÍM.MÁX				
Canaleta parshall	Tiempo de mezcla (s)		1	1.3	NO cumple	1.0	NO cumple
	Gradiente de velocidad (s <sup>-1</sup> )	1000	2000	333.6	NO Cumple	353.7	NO Cumple
Sedimentador primario - vertical	Tiempo de retención (h)	1.5	2.5	5.7	NO Cumple	2.6	NO Cumple
	carga superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	30	50	0.9	NO Cumple	2.0	NO Cumple
Lodos activados	Tiempo de retención (h)	4	8	37.2	NO Cumple	16.7	NO Cumple
	Tiempo de retención (h)	2	3.5	2.1	Cumple	1.0	NO Cumple

ESTRUCTURA	PARÁMETRO DE REFERENCIA	RANGO		2018	OBS	2043	OBS
		LÍM.MIN	LÍM.MÁX				
Sedimentador secundario de alta tasa	carga superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	16	28	5.9	NO Cumple	13.1	NO Cumple

**Tabla 2.232 Resumen Evaluación Hidráulica PTAR Nueva Granada**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

## CAPACIDAD HIDRAULICA PTAR NUEVA GRANADA

- **CANALETA PARSHALL**

Con base a las condiciones establecidas en la Resolución 330 del 2017, se determina el caudal máximo y mínimo, partiendo de las dimensiones de la canaleta Parshall

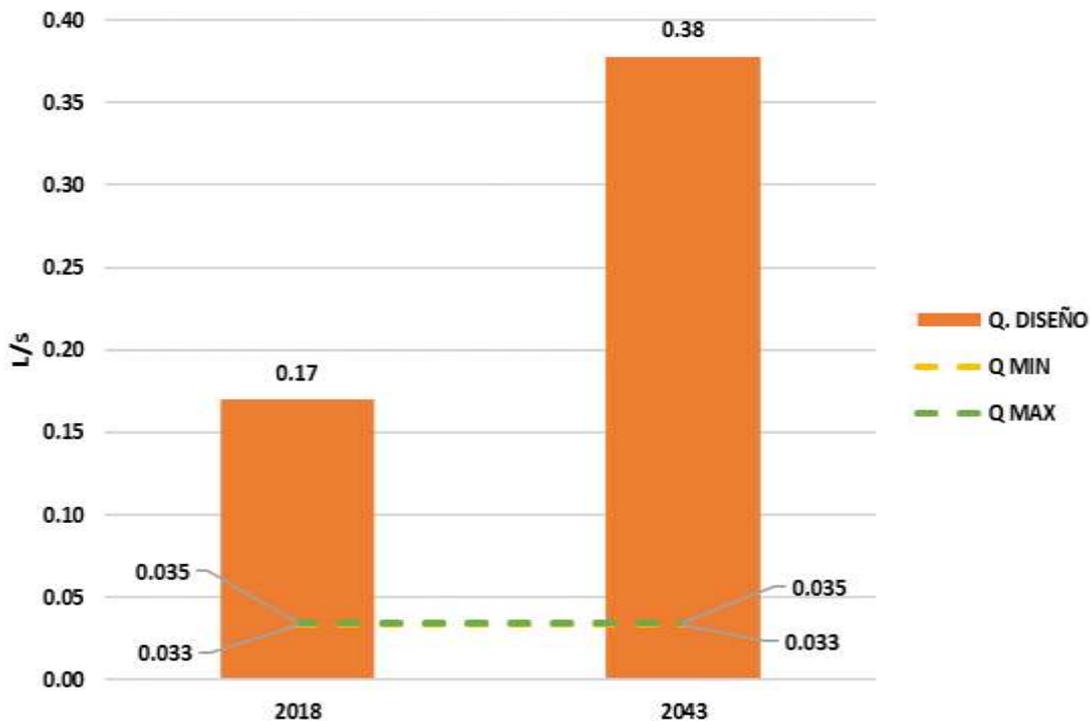
Ancho de la garganta	m	W	0.05
	pulgadas		1 "
Ancho de la salida	m	C	0.09
Ancho entrada sección convergente	m	D	0.17
Longitud de la garganta	m	F	0.08
longitud de la sección divergente	m	G	0.20
Longitud paredes sección divergente	m	K	0.02
Diferencia de elevación entre salida y cresta	m	N	0.03
Coefficiente de entrada		m	0.18
Exponente a la entrada		s	1.55

Los parámetros de referencia para mezclas de tipo hidráulico, establecidos por la Resolución 330 del 2017, son mostrados en la siguiente tabla al igual que las condiciones ideales del caudal que puede manejar la estructura en la mezcla con base a sus dimensiones:

	NORMATIVIDAD	CAPACIDAD
	G. VELOCIDAD (s <sup>-1</sup> )	CAUDAL (L/s)
<b>LIM MIN</b>	1000	0.035
<b>LIM MAX</b>	2000	0.033

**Tabla 2.233 Condiciones de la Canaleta Parshall**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

La siguiente Figura muestra los caudales correspondientes a la capacidad máxima y mínima con respecto a las dimensiones de la Canaleta Parshall, basado en el gradiente de velocidad el cual estipula que los rangos óptimos de funcionamiento es de 1000-2000 s<sup>-1</sup>



**Figura 2.217 Capacidad de la Canaleta Parshall**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento ideal de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para los dos periodos evaluados es mayor a los rangos óptimos del funcionamiento de la estructura por lo cual es necesario establecer una optimización de la estructura ya que esta no es capaz de operar de una forma eficiente con las características actuales.

#### • SEDIMENTADOR PRIMARIO

Los sedimentadores primarios se utilizan como tratamiento previo para los lodos activados en donde su principal función es de remover los sólidos suspendidos y DBO en las aguas residuales, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques. A continuación, se describe los cálculos que se utilizaron para determinar la capacidad limitante.

Profundo	1.3m
Ancho total	0.97m
Largo total	2.78m

#### ➤ VOLUMEN

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=1.3*0.97*2.78=3.51\text{m}^3$$

➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$A_s = B * L$$

Donde,  
As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$A_s = 2.78 * 0.97 = 2.7 \text{ m}^2$$

➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$A_t = B * P$$

Donde,  
At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$A_t = 1.3 * 0.97 = 1.26 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 1.5 o 2.5 horas.

$$Q = \frac{V}{T_r}$$

Donde,  
Q: Caudal, L/s.  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{3.51}{1.5} * 1000 / 3600 = 0.39 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{3.51}{2.5} * 1000 / 3600 = 0.65 \text{ L/s}$$

➤ **TASA DE DESBORDAMIENTO SUPERFICIAL**

Se estableció una tasa para establecer el caudal limitante que puede manejar un sedimentador primario, según la resolución 330 del 2017 es de 30 hasta 50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d

$$Q = A_t * T$$

Donde,  
Q1: caudal, L/s.  
T: Tasa de desbordamiento, m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d.

La capacidad limitante mínima y máxima, con el parámetro de referencia, tasa de desbordamiento superficial, se determina de la siguiente manera

$$Q = (2.7 * 30) * 1000 / 86400 = 0.94 \text{ L/s}$$

$$Q = (2.7 * 50) * 1000 / 86400 = 1.56 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los diferentes parámetros de referencia evaluados por la consultoría para definir cuál de ellos determina la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	1.5	2.5	0.39	0.65
Tasa de desbordamiento superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	30	50	0.94	1.56

**Tabla 2.234. Resumen de Capacidad del Sedimentador.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del sedimentador, la determina, la tasa de desbordamiento ya que según las dimensiones de la estructura esta es capaz de tratar 1.56 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima la establece el tiempo de retención ya que el caudal más pequeño que puede tratar es de 0.39 L/s.

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención, la tasa de desbordamiento determinados por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.218 Capacidad Limitante del Sedimentador**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Al revisar los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención y capacidad de carga superficial, se puede concluir que la estructura no podrá operar de una manera adecuada ya que los caudales proyectados por la consultoría son menores al rango calculado, basado en la Resolución 330 del 2017.

### ➤ LODOS ACTIVADOS

Es un proceso de tratamiento biológico en ambiente aerobio, donde las aguas residuales son aireadas en un tanque que contiene una alta concentración de microorganismos degradadores por medio de mezcladores mecánicos o aire difuso. Para este caso se evaluó la capacidad de los lodos activados con un proceso convencional, el cual presenta las siguientes características.

Profundo	P	1.8	m
Ancho total	B	2.55	m
Largo total	L	4.95	m

### ➤ VOLUMEN

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=1.8*2.55*4.95=22.72 \text{ m}^3$$

### ➤ ÁREA SUPERFICIAL

$$As=B*L$$

Donde,  
As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$As=2.55*4.95=12.62 \text{ m}^2$$

### ➤ ÁREA TRANSVERSAL

$$At=B*P$$

Donde,  
At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$At=1.8*2.55=4.59 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

### ➤ CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 4-8 horas.

$$Q=\frac{V}{Tr}$$

Donde,  
Q: Caudal, L/s.  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{22.72}{4} * 1000 / 3600 = 0.79 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{22.72}{8} * 1000 / 3600 = 1.58 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los valores calculados por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	4	8	0.79	1.58

**Tabla 2.235. Resumen de Capacidad de los Lodos Activados.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima de los lodos activados, es de 1.58 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.79 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.219 Capacidad Limitante de los Lodos Activados**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S.,

Al revisar los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención y capacidad de carga superficial, se puede concluir que la estructura no podrá operar de una manera adecuada ya que los caudales proyectados por la consultoría son menores al rango calculado, basado en la Resolución 330 del 2017.

➤ **SEDIMENTADOR SECUNDARIO DE ALTA TASA**

Los sedimentadores primarios se utilizan como tratamiento posterior de los lodos activados en donde su principal función es de remover los sólidos suspendidos y DBO del efluente. A continuación, se describe los cálculos que se utilizaron para determinar la capacidad limitante.

Profundo	P	1.6m
Longitud de las placas	lp	0.6m
Ancho total	B	1.0m
Largo total	L	2.55m

➤ **VOLUMEN**

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=0.6*1.0*2.55=1.53m^3$$

➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$As=B*L$$

Donde,  
As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$As=2.55*1.0=2.55 m^2$$

➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$At=B*P$$

Donde,  
At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$At=1.6*1=1.6m^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 2 a 3.5 horas.

$$Q=\frac{V}{Tr}$$

Donde,  
Q: Caudal, L/s.  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{1.53}{2} * 1000 / 3600 = 0.12 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{1.53}{3.5} * 1000 / 3600 = 0.21 \text{ L/s}$$

### ➤ TASA DE DESBORDAMIENTO SUPERFICIAL

Se estableció la tasa de desbordamiento limitante con base a los parámetros propuestos por la resolución 330 del 2017 con el fin de determinar los respectivos caudales que puede tratar el sedimentador secundario, los valores utilizados fueron 16 y 28 m³/m²/d

$$Q = A * T$$

Donde,

Q1: caudal, L/s.

T: Tasa de desbordamiento, m³/m²/d.

La capacidad limitante mínima y máxima, con el parámetro de referencia, tasa de desbordamiento superficial, se determina de la siguiente manera

$$Q = (2.55 * 16) * 1000 / 86400 = 0.47 \text{ L/s}$$

$$Q = (2.55 * 28) * 1000 / 86400 = 0.83 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los diferentes parámetros de referencia evaluados por la consultoría para definir cuál de ellos determina la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

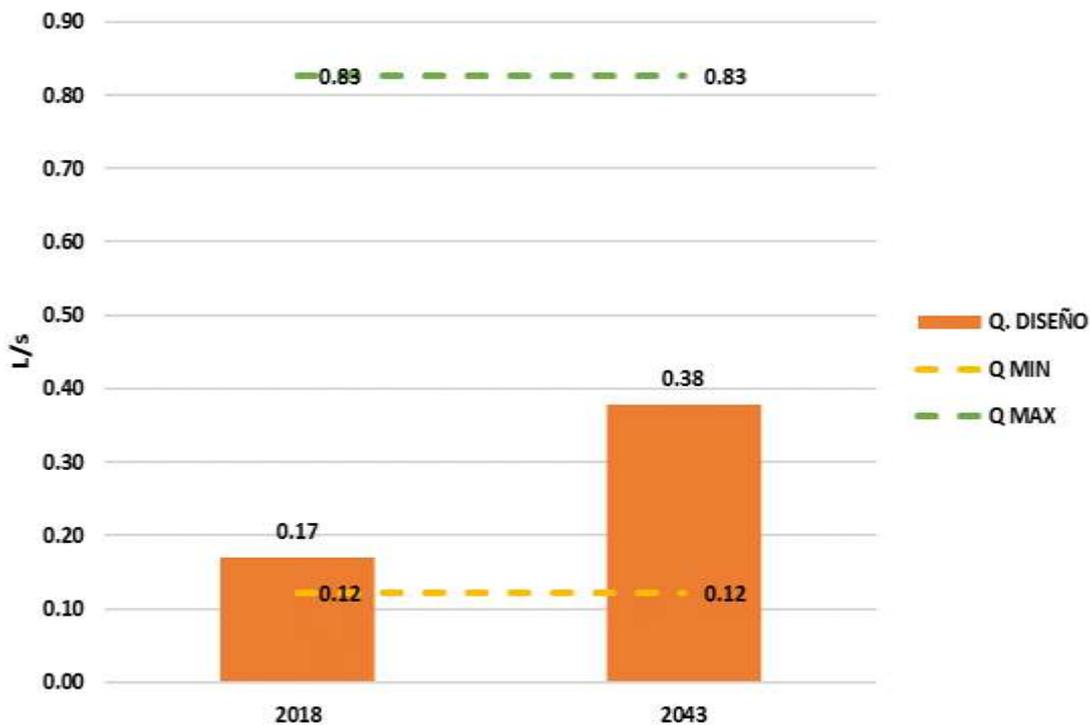
PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	2	3.5	0.12	0.21
Tasa de desbordamiento superficial (m³/m²/d)	16	28	0.47	0.83

**Tabla 2.236. Resumen de Capacidad del Sedimentador.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del sedimentador secundario, lo determina el la tasa de desbordamiento superficial ya que según las dimensiones de la estructura esta es capaz de tratar 0.83 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima la establece la el tiempo de retención ya que el caudal más pequeño que puede tarar es de 0.12 L/s.

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención, la tasa de desbordamiento determinados por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.220 Capacidad Limitante del Sedimentador**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento óptimo de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para el año 2043 el caudal diseñado está dentro de los rangos del parámetro de referencia, mientras que para el año 2018 la estructura no podrá funcionar de una forma óptima ya que el caudal establecido es menor al límite inferior.

#### • TANQUE DE DESINFECCIÓN

Para este caso la consultoría evalúa la capacidad hidráulica partiendo de los parámetros establecidos en la tabla C.8.2.C del RAS 2000, en donde se establece que la dosis óptima de aplicación de cloro es de 2mg/l, de igual manera se define el rango máximo y mínimo para los valores de  $Ct=k$ , para una temperatura de 10°C es de 58 hasta 100, en donde en condiciones ideales el efluente debe mantener un Ph de 6.0 a 7.5

Ancho	W	1.0	m
Longitud	L	1.95	m
Profundidad útil	H	1.70	m
Dosis del cloro	d	2.00	mg/l
Temperatura	t	10.00	°C
pH Min Adoptado	pH	6.5-7.5	pH

#### ➤ CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN

Basado en los parámetros establecidos por el RAS 2000, y teniendo en cuenta los parámetros anteriormente mencionados se procede a calcular el tiempo de retención y la capacidad limitante determinada por dicho parámetro basado en las dimensiones del tanque de cloración que se encuentra en la PTAR

➤ **VOLUMEN**

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=1.95*1.7*1=3.15 \text{ m}^3$$

➤ **TIEMPO DE RETENCIÓN**

$$Tr=58/2=29$$

$$Tr=100/2=50$$

➤ **CAPACIDAD LIMITANTE**

$$Q=\frac{V}{Tr}$$

Donde,  
Q: Caudal, L/s.  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q=\frac{3.15}{50}=0.06 \text{ L/s}$$

$$Q=\frac{3.15}{29}=0.11 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los valores calculados, por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

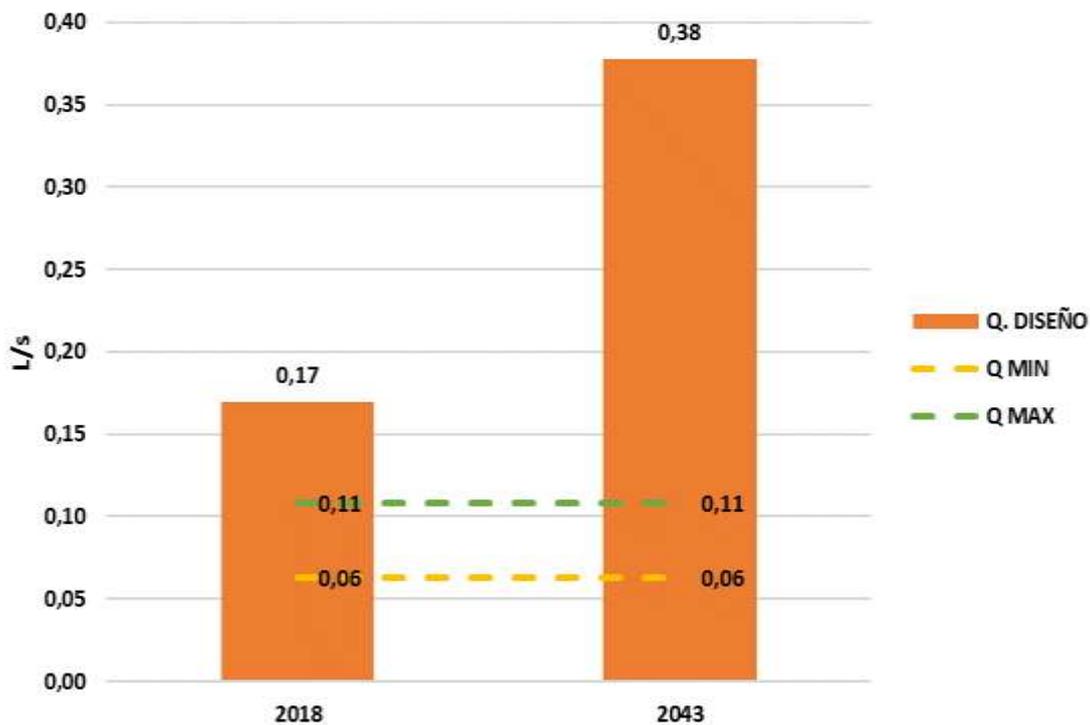
PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	29	50	0.06	0.11

**Tabla 2.237. Resumen de Capacidad de los Tanque de Desinfección.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del tanque de desinfección, es de 0.11 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.06 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.221 Capacidad Limitante Tanque de Desinfección**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para los dos periodos evaluados es mayor a los rangos óptimos del funcionamiento de la estructura por lo cual es necesario establecer una optimización de la estructura ya que esta no es capaz de operar de una forma eficiente con las características actuales.

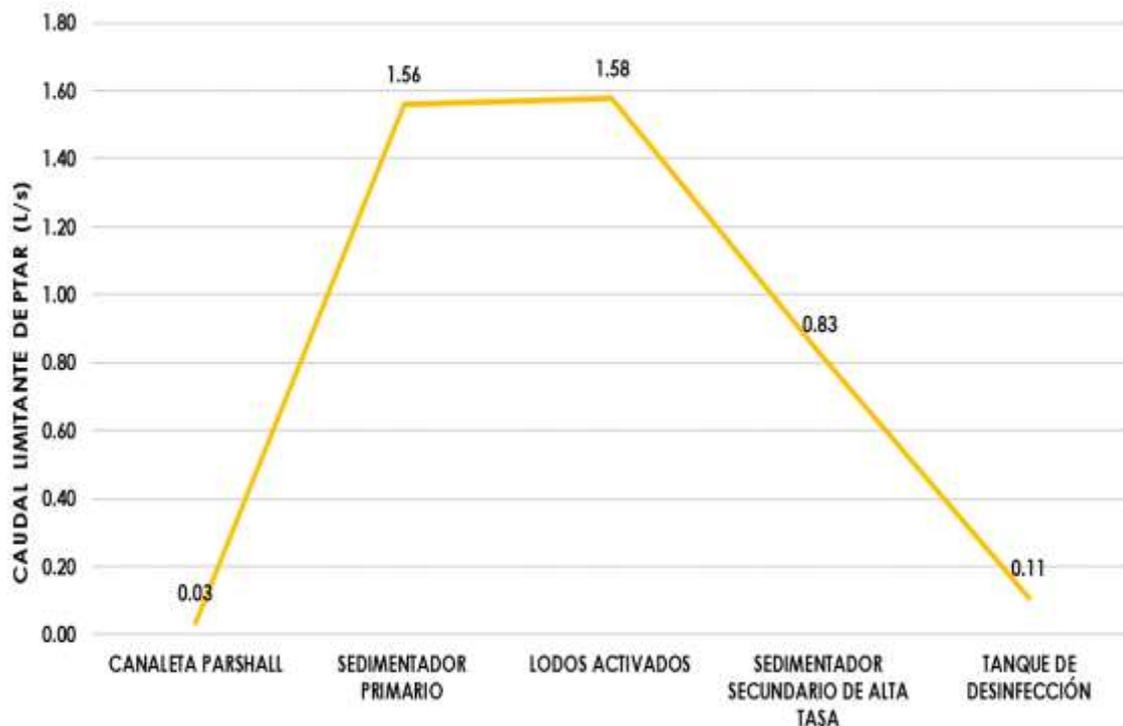
#### • CAPACIDAD LIMITANTE

Al determinar los caudales máximos de la PTAR se procede a establecer cuál es la capacidad máxima que puede manejar la planta sin que los demás procesos presentes falencias en sus funcionamientos.

PROCESOS	CAUDAL MAX (L/s)
<b>CANALETA PARSHALL</b>	<b>0.03</b>
SEDIMENTADOR PRIMARIO	1.56
LODOS ACTIVADOS	1.58
SEDIMENTADOR SECUNDARIO DE ALTA TASA	0.83
TANQUE DE DESINFECCIÓN	0.11

**Tabla 2.238. Resumen de Capacidad Limitante**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura hace la comparación de los caudales máximos que puede tatar cada estructura



**Figura 2.222 Resumen de Capacidad Limitante**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Finalmente se puede concluir que la capacidad limitante de PTAR Nueva Granada la establece la canaleta Parshall ya que esta puede tratar como máximo un caudal de 0.035 L/s, lo cual determina que desde la entrada del sistema se presenta una restricción considerable en cuanto al caudal máximo que puede tratar el sistema para que este sea eficiente en cuanto a su funcionamiento.

### 2.6.1.2 SECTOR RURAL LA UNIÓN

El sector rural La Unión cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

ID	Coordenada ESTE (m)	Coordenada NORTE (m)
PTAR	968,152.11	932,365.17

**Tabla 2.239 Localización PTAR, La Unión**  
**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente imagen, se presenta gráficamente la localización de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del sector:



**Figura 2.223 Localización PTAR La Unión**  
Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta el registro fotográfico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Sector rural Nueva Granada



**Figura 2.224 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Unión**  
Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

La planta de tratamiento de aguas residuales, consta de las siguientes unidades de tratamiento:

UNIDAD	FIGURA
Cámara de Entrada	
Sedimentador Primario	
Reactor de Lodos	
Sedimentador Secundario	

UNIDAD	FIGURA
Desinfección	

**Tabla 2.240 Unidades de Tratamiento, PTAR La Unión**  
**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

### **SEDIMENTADOR PRIMARIO**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño del sedimentador primario de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características de las cámaras de sedimentación:

Longitud	L	4.5	m
Ancho	B	1	m
Profundo	P	1.38	m
Área transversal	At	6.2	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	4.5	m <sup>2</sup>

#### **• CARGA SUPERFICIAL**

Para determinar la carga superficial de cada cámara durante el proceso de sedimentación se utilizó la siguiente ecuación:

$$q = \frac{Qc}{As}$$

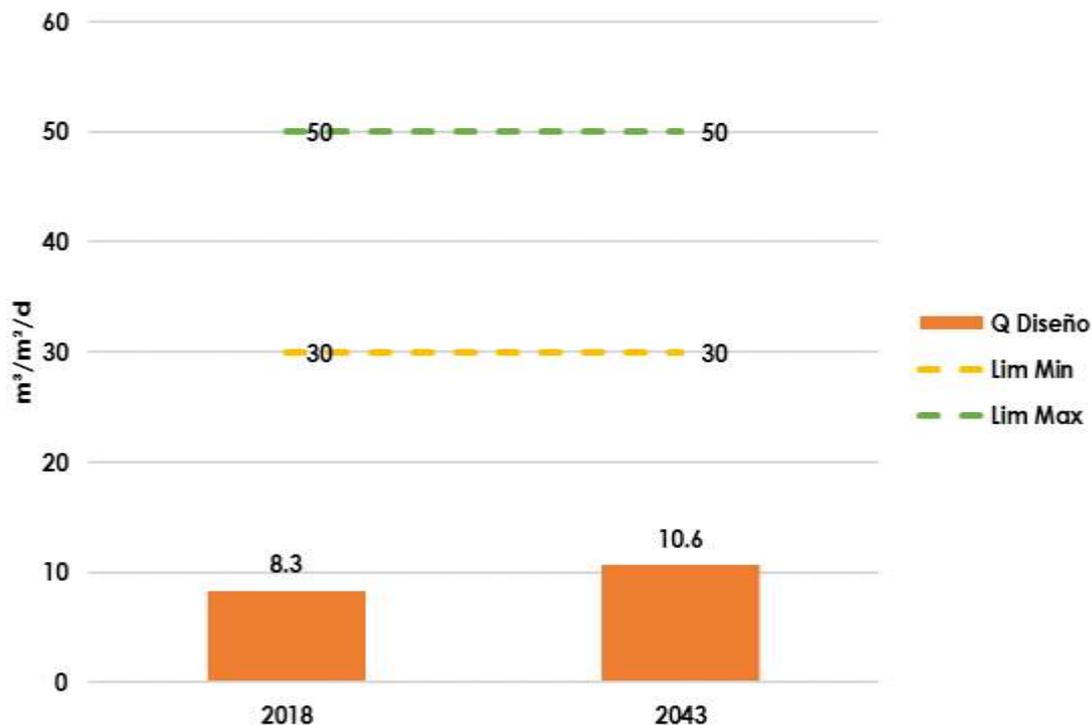
Para el año 2018 ( $Q = 0.43 \text{ L/s} - 37.5 \text{ m}^3/\text{d}$ ), Entonces la carga superficial que maneja la cámara es de:

$$q = \frac{37.5}{4.5} = 8.3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

En cambio, para el año 2043 ( $Q = 0.55 \text{ L/s} - 47.92 \text{ m}^3/\text{d}$ ). La carga superficial que maneja la cámara es de:

$$q = \frac{47.92}{4.5} = 10.6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

La siguiente figura, se realiza la comparación de la carga superficial establecida en la Resolución 330 del 2017 para el sedimentador versus la calculada para cada año.



**Figura 2.225 Carga Superficial**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al comparar los valores calculados para los dos años con respecto a la cámara se puede inferir que NO cumple con los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, artículo 189, el cual establece que la carga superficial debe estar entre el rango de 30-50 m³/m²/d ya que en los dos casos se supera el valor máximo establecido.

- **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{P}{v_o}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención

P: Profundidad

v<sub>o</sub>: Velocidad flujo

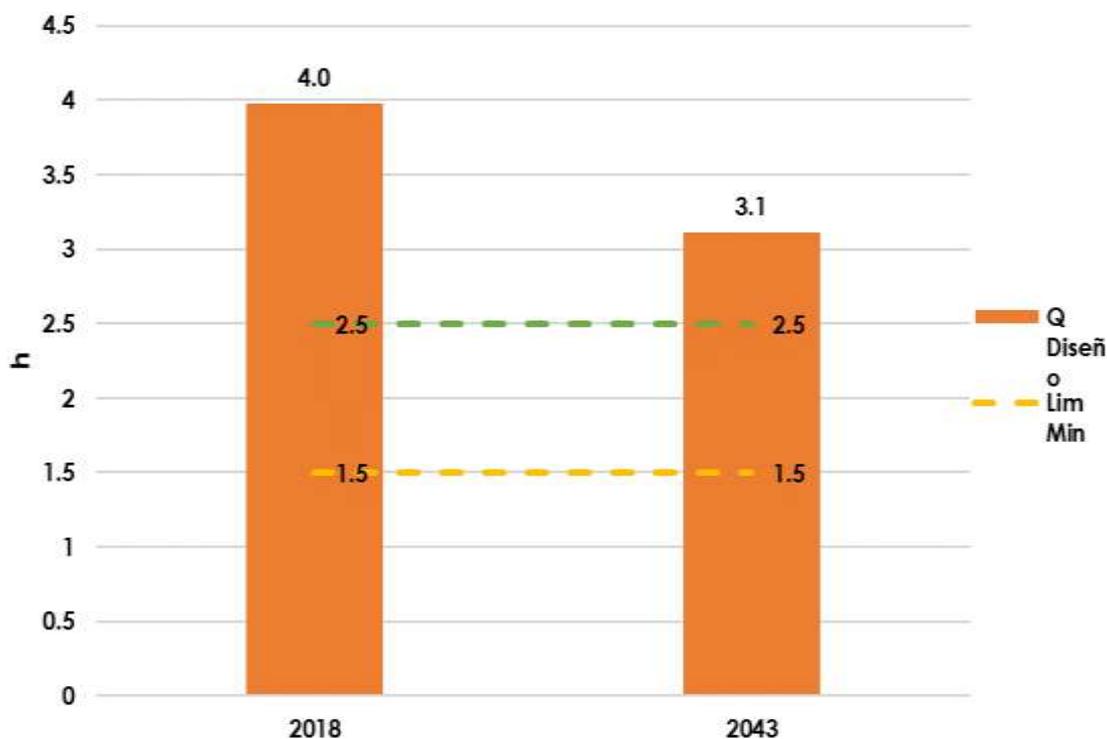
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.43 L/s) es:

$$tr = \frac{1.38}{0.006} \div 60 = 4.0 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.55L/s) es de:

$$tr = \frac{1.38}{0.007} \div 60 = 3.1 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de las estructuras de sedimentación de los dos escenarios versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.226 Tiempo de Retención**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar el tiempo de retención con los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 189, el cual establece que el tiempo de retención debe ser de 1.5 hasta 2.5 horas para sedimentadores primarios. Con lo anterior, se puede concluir que ninguno de los dos periodos está cumpliendo con los requisitos mínimos establecidos por la norma legal vigente.

### **LODOS ACTIVADOS**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad de lodos activados de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características de la cámara de los lodos activados

Profundo	P	1.19	m
Ancho total	B	1.8	m
Largo total	L	7.6	m
Área transversal	At	13.7	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	13.7	m <sup>2</sup>
Volumen Total	Vol	16.3	m <sup>3</sup>

### • **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{Vol}{Q}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención  
Q: caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)  
Vol: Volumen

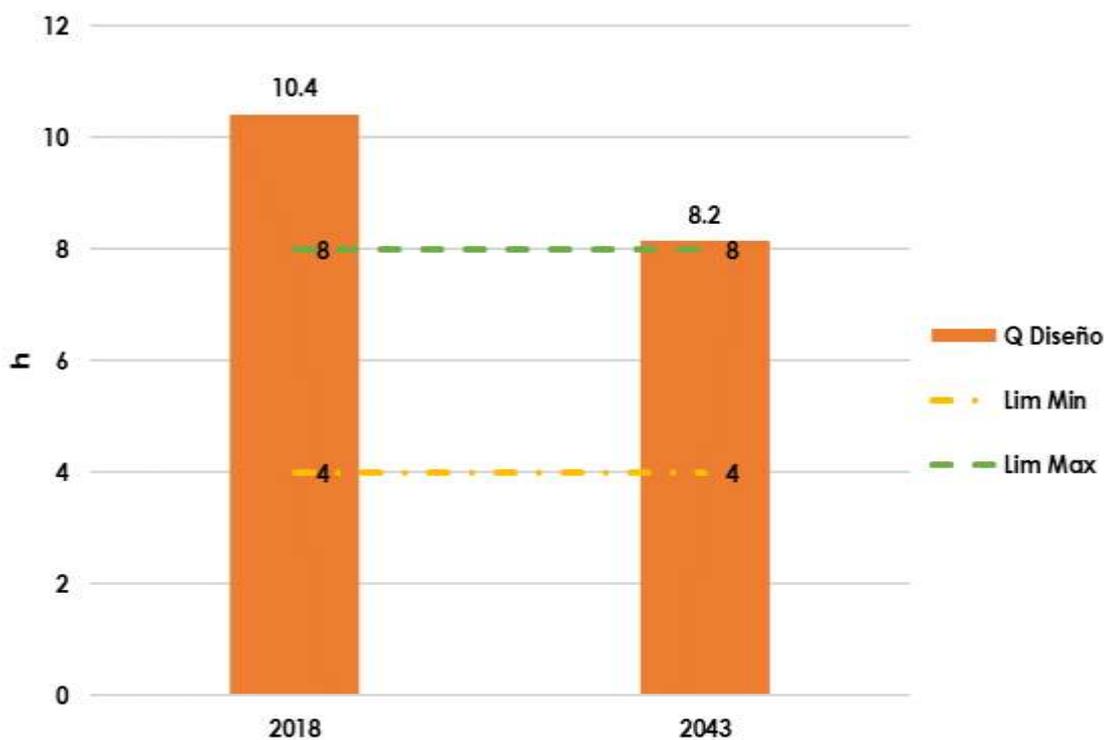
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.43L/s) es:

$$tr = \frac{16.3}{0.00043} \div 3600 = 10.42 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.55L/s) es de:

$$tr = \frac{16.3}{0.00055} \div 3600 = 8.2 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de la estructura para los dos años evaluados versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.227 Tiempo de Retención**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 193, el cual establece que el tiempo de retención de los lodos activados con un proceso convencional debe ser de 4 hasta 8 horas. Con lo anterior, se puede concluir que NO se está cumpliendo para los dos periodos con los parámetros de referencia.

### **SEDIMENTADOR SECUNDARIO**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad de sedimentación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual, con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de la estructura. A continuación, se presentan las características de la cámara de sedimentación:

Longitud	L	7.8	m
Ancho	B	1.8	m
Profundo	P	1.25	m
Área transversal	At	9.8	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	14	m <sup>2</sup>

- **CARGA SUPERFICIAL**

Para determinar la carga superficial de cada cámara durante el proceso de sedimentación se utilizó la siguiente ecuación:

$$q = \frac{Q}{A_s}$$

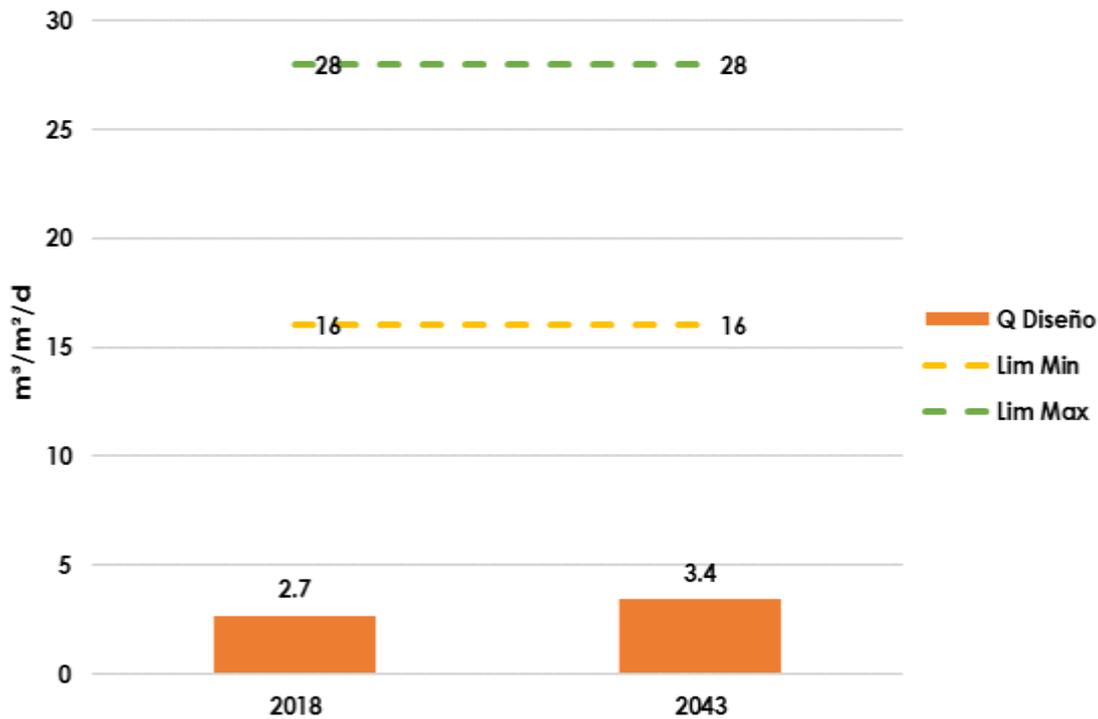
Para el año 2018 (Q= 0.43 L/s – 37.5 m<sup>3</sup>/d). Entonces la carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{37.5}{14} = 2.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

En cambio, para el año 2043 (Q= 0.55L/s -47.92 m<sup>3</sup>/d). La carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{47.92}{14} = 3.4 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

La siguiente figura, se realiza la comparación de la carga superficial establecida en la Resolución 330 del 2017 para sedimentador vertical versus la calculada para cada año.



**Figura 2.228 Carga Superficial**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al comparar los valores calculados de los dos escenarios con respecto a cada cámara se puede inferir que en ninguno de los dos periodos está cumpliendo con los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, artículo 189, el cual establece que la carga superficial debe estar entre el rango de 16-28 m³/m²/d.

- **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por min (min) se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{P}{v_o}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención

P: Profundidad

v<sub>o</sub>: Velocidad flujo entre placas

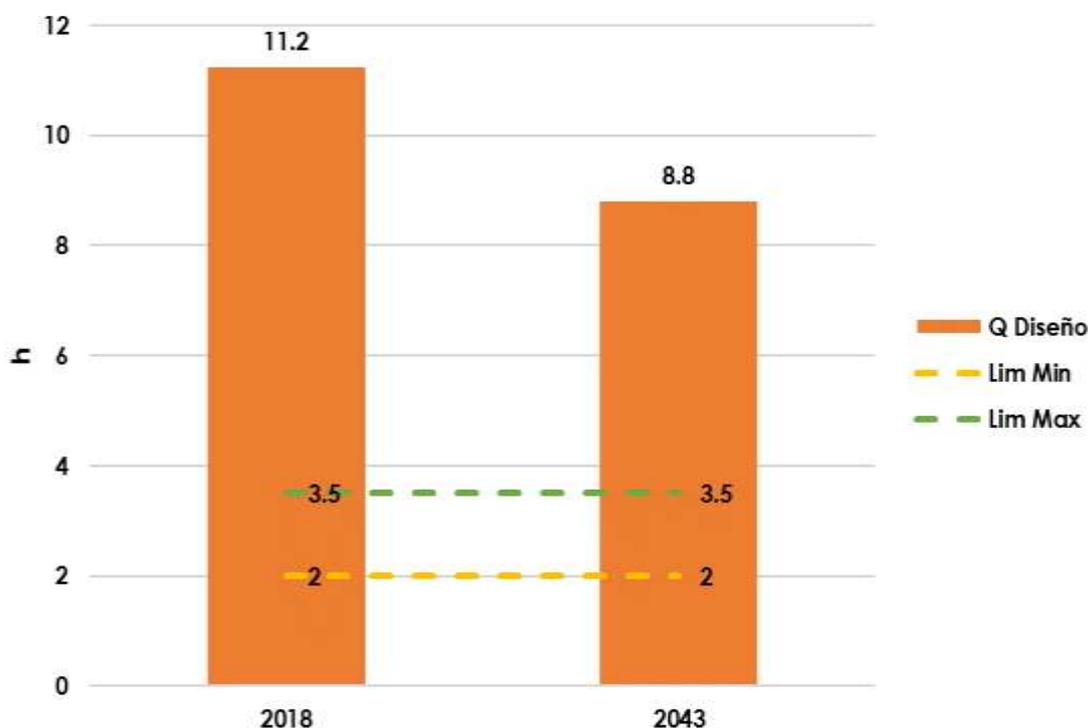
El tiempo de retención del primer escenario (Q=0.43 L/s) es:

$$tr = \frac{1.25}{0.002} \div 60 = 11.2 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación en el escenario 2 (Q= 0.55L/s) es de:

$$tr = \frac{1.25}{0.002} \div 60 = 8.8 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de las estructuras de sedimentación de los dos escenarios versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.229 Tiempo de Retención**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar el tiempo de retención con los parámetros establecidos en la Resolución 330 2017, en el artículo 189, el cual establece que el tiempo de retención debe ser de 3.5 hasta 2 horas para sedimentadores secundarios. Con lo anterior, se puede concluir que ninguno de los dos periodos está cumpliendo con los parámetros de referencia.

La siguiente tabla muestra el resumen de los parámetros analizados para cada estructura basado en los rangos establecidos por la resolución 330 del 2017 y los valores calculados por la consultoría en donde se determina cuales cumplen y cuales con cumplen con cada requisito.

ESTRUCTURA	PARÁMETRO DE REFERENCIA	RANGO		2018	OBS	2043	OBS
		LÍM. MIN	LÍM. MÁX				
Sedimentador primario	Tiempo de retención (h)	1.5	2.5	4.0	NO Cumple	3.1	NO Cumple
	carga superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	30	50	8.3	NO Cumple	10.6	NO Cumple
Lodos activados	Tiempo de retención (h)	4	8	10.4	NO Cumple	8.2	NO Cumple
Sedimentador secundario	Tiempo de retención (h)	2	3.5	11.2	NO Cumple	8.8	NO Cumple
	carga superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	16.0	28	2.7	NO Cumple	3.4	NO Cumple

**Tabla 2.241 Resumen Evaluación Hidráulica PTAR La Unión**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

## **CAPACIDAD HIDRÁULICA PTAR LA UNIÓN**

Para establecer, calcular y determinar la capacidad hidráulica, lo primero que se hizo fue identificar las unidades de tratamiento que presenta la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la zona rural, las cuales son:

- Cámara de entrada
- Vertedero de excesos
- Sedimentador primario
- Lodos activados
- Sedimentador secundario
- Desinfección cloro

### • **SEDIMENTADOR PRIMARIO**

Los sedimentadores primarios se utilizan como tratamiento previo para los lodos activados en donde su principal función es de remover los sólidos suspendidos y DBO en las aguas residuales, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques. A continuación, se describe los cálculos que se utilizaron para determinar la capacidad limitante.

Profundo	1.38	m
Ancho total	1.00	m
Largo total	4.5	m

#### ➤ **VOLUMEN**

$$V=B*L*P$$

Donde,  
 V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
 W: ancho, m.  
 L: Largo, m.  
 P: Profundo, m.

$$V=4.5*1*1.38=6.2m^3$$

#### ➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$As=B*L$$

Donde,  
 As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$As=1*4.5=4.5m^2$$

#### ➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$At=B*P$$

Donde,  
 At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$At=1.38*1=1.38m^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

### ➤ CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 1.5 o 2.5 horas.

$$Q = \frac{V}{T_r}$$

Donde,

Q: Caudal, L/s.

V: Volumen, m³.

T<sub>r</sub>: Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{6.21}{2.5} * 1000 / 3600 = 0.69 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{6.21}{1.5} * 1000 / 3600 = 1.15 \text{ L/s}$$

### ➤ TASA DE DESBORDAMIENTO SUPERFICIAL

Se estableció una tasa para establecer el caudal limitante que puede manejar un sedimentador primario, según la resolución 330 del 2017 es de 30 hasta 50 m³/m²/d

$$Q = A * T$$

Donde,

T: Tasa de desbordamiento, m³/m²/d.

La capacidad limitante mínima y máxima, con el parámetro de referencia, tasa de desbordamiento superficial, se determina de la siguiente manera

$$Q = (4.5 * 30) * 1000 / 86400 = 1.56 \text{ L/s}$$

$$Q = (4.5 * 50) * 1000 / 86400 = 2.6 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los diferentes parámetros de referencia evaluados por la consultoría para definir cuál de ellos determina la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	1.5	2.5	0.69	1.15
Tasa de desbordamiento superficial (m³/m²/d)	30	50	1.56	2.60

**Tabla 2.242. Resumen de Capacidad del Sedimentador.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del sedimentador, la determina, la tasa de desbordamiento ya que según las dimensiones de la estructura esta es capaz de tratar 2.6 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima la establece el tiempo de retención ya que el caudal más pequeño que puede tratar es de 0.69L/s.

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención, la tasa de desbordamiento determinados por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.230 Capacidad limitante del sedimentador**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención y capacidad de carga superficial, se puede concluir que la estructura no podrá operar de una manera adecuada ya que los caudales proyectados por la consultoría son menores al rango calculado, basado en la Resolución 330 del 2017.

#### • LODOS ACTIVADOS

Es un proceso de tratamiento biológico en ambiente aerobio, donde las aguas residuales son aireadas en un tanque que contiene una alta concentración de microorganismos degradadores por medio de mezcladores mecánicos o aire difuso. Para este caso se evaluó la capacidad de los lodos activados con un proceso convencional, el cual presenta las siguientes características.

Profundo	P	1.19	m
Ancho total	B	1.8	m
Largo total	L	7.6	m

#### ➤ VOLUMEN

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=1.19*1.8*7.6=16.28 \text{ m}^3$$

➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$A_s = B * L$$

Donde,  
As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$A_s = 1.8 * 7.6 = 13.68 \text{ m}^2$$

➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$A_t = B * P$$

Donde,  
At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$A_t = 1.19 * 1.8 = 2.14 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 4-8 horas.

$$Q = \frac{V}{T_r}$$

Donde,  
Q: Caudal, L/s.  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{16.28}{8} * 1000 / 3600 = 0.57 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{16.28}{4} * 1000 / 3600 = 1.13 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los valores calculados por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	4	8	0.57	1.13

**Tabla 2.243. Resumen de Capacidad de los Lodos Activados.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima de los lodos activados, es de 1.71 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.86 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.231 Capacidad limitante de los lodos activados**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención, se puede concluir que la estructura no podrá operar de una manera adecuada ya que los caudales proyectados por la consultoría son menores al rango calculado, basado en la Resolución 330 del 2017.

#### • SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Los sedimentadores primarios se utilizan como tratamiento posterior de los lodos activados en donde su principal función es de remover los sólidos sólidos suspendidos y DBO del efluente. A continuación, se describe los cálculos que se utilizaron para determinar la capacidad limitante.

Profundo	P	1.25	m
Ancho total	B	1.8	m
Largo total	L	7.8	m

#### ➤ VOLUMEN

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=1.25*1.8*7.8=17.55m^3$$

➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$A_s = B * L$$

Donde,  
As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$A_s = 1.8 * 7.8 = 14.04 \text{ m}^2$$

➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$A_t = B * P$$

Donde,  
At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$A_t = 1.25 * 1.8 = 2.25 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 2 a 3.5 horas.

$$Q = \frac{V}{T_r}$$

Donde,  
Q: Caudal, L/s.  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{17.55}{3.5} * 1000 / 3600 = 1.39 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{17.55}{2} * 1000 / 3600 = 2.44 \text{ L/s}$$

➤ **TASA DE DESBORDAMIENTO SUPERFICIAL**

Se estableció la tasa de desbordamiento limitante con base a los parámetros propuestos por la resolución 330 del 2017 con el fin de determinar los respectivos caudales que puede tratar el sedimentador secundario, los valores utilizados fueron 16 y 28 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d

$$Q = A_t * T$$

Donde,  
Q1: caudal, L/s.  
T: Tasa de desbordamiento, m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d.

La capacidad limitante mínima y máxima, con el parámetro de referencia, tasa de desbordamiento superficial, se determina de la siguiente manera

$$Q = (14.04 * 16) * 1000 / 86400 = 2.6 \text{ L/s}$$

$$Q=(14.04*28)*1000/86400=4.55 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los diferentes parámetros de referencia evaluados por la consultoría para definir cuál de ellos determina la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	2	3.5	1.39	2.44
Tasa de desbordamiento superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	16	28	2.60	4.55

**Tabla 2.244. Resumen de Capacidad del Sedimentador.**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del sedimentador secundario, lo determina la tasa de desbordamiento superficial ya que según las dimensiones de la estructura esta es capaz de tratar 4.55 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima la establece el tiempo de retención ya que el caudal más pequeño que puede tratar es de 1.39 L/s.

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención, la tasa de desbordamiento determinados por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.232 Capacidad limitante del sedimentador**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención y capacidad de carga superficial, se puede concluir que la estructura no podrá operar de una manera adecuada ya que los caudales proyectados por la consultoría son menores al rango calculado, basado en la Resolución 330 del 2017.

- **TANQUE DE DESINFECCIÓN**

Para este caso la consultoría evalúa la capacidad hidráulica partiendo de los parámetros establecidos en la tabla C.8.2.C del RAS 2000, en donde se establece que la dosis óptima de aplicación de cloro es de 2mg/l, de igual manera se define el rango máximo y mínimo para los valores de Ct=k, para una temperatura de 10°C es de 58 hasta 100, en donde en condiciones ideales el efluente debe mantener un Ph de 6.0 a 7.5

Ancho	W	2.7	m
Longitud	L	1.35	m
Profundidad útil	H	0.50	m
Dosis del cloro	d	2.00	mg/l
Temperatura	t	10.00	°C
pH Min Adoptado	pH	6.5-7.5	pH

- **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por el RAS 2000, y teniendo en cuenta los parámetros anteriormente mencionados se procede a calcular el tiempo de retención y la capacidad limitante determinada por dicho parámetro basado en las dimensiones del tanque de cloración que se encuentra en la PTAR

- **VOLUMEN**

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m³.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=2.7*1.35 *0.5=1.79 \text{ m}^3$$

- **TIEMPO DE RETENCIÓN**

$$Tr=58/2=29$$

$$Tr=100/2=50$$

- **CAPACIDAD LIMITANTE**

$$Q=\frac{V}{Tr}$$

Donde,  
Q: Caudal, L/s.  
V: Volumen, m³.  
Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q=\frac{1.79}{50} = 0.04 \text{ L/s}$$

$$Q=\frac{1.79}{29} = 0.06 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los valores calculados, por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

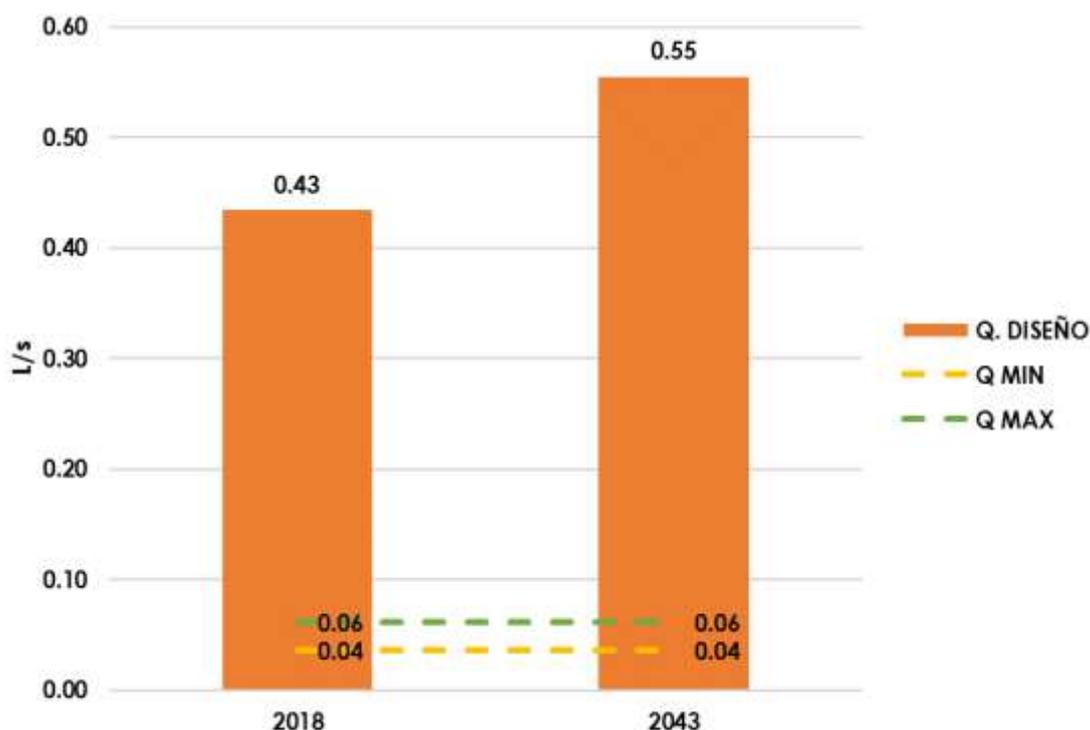
PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	29	50	0.04	0.06

**Tabla 2.245. Resumen de Capacidad de los Tanque de Desinfección.**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del tanque de desinfección, es de 0.06 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.05 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.233 Capacidad limitante del tanque de desinfección**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para los dos periodos evaluados es mayor a los rangos óptimos del funcionamiento de la estructura por lo cual es necesario establecer una optimización de la estructura ya que esta no es capaz de operar de una forma eficiente con las características actuales.

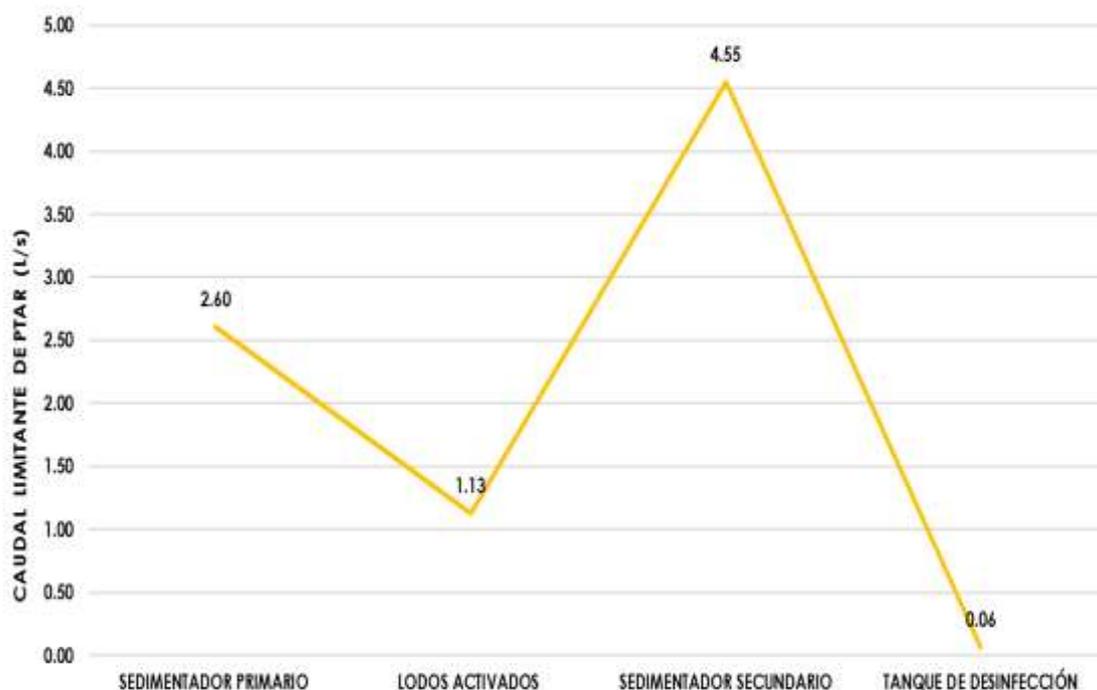
#### • CAPACIDAD LIMITANTE

Al determinar los caudales máximos de la PTAR se procede a establecer cuál es la capacidad máxima que puede manejar la planta sin que los demás procesos presentes falencias en sus funcionamientos.

PROCESOS	CAUDAL MAX (L/s)
SEDIMENTADOR PRIMARIO	2.60
LODOS ACTIVADOS	1.13
SEDIMENTADOR SECUNDARIO	4.55
<b>TANQUE DE DESINFECCIÓN</b>	<b>0.06</b>

**Tabla 2.246. Resumen de Capacidad Limitante**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura hace la comparación de los caudales máximos que puede tratar cada estructura



**Figura 2.234 Resumen de Capacidad Limitante**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Finalmente se puede concluir que la capacidad limitante de PTAR Unión lo establece el tanque de desinfección y los lodos activados ya que estas pueden tratar como máximo un caudal de 0.06 y 1.13 L/s (respectivamente), lo cual determina que desde la entrada del sistema se presenta una restricción considerable en cuanto al caudal máximo que puede tratar el sistema para que este sea eficiente en cuanto a su funcionamiento.

### 2.6.1.3 SECTOR RURAL SANTO DOMINGO

El sector rural Santo Domingo, no cuenta con una Planta de tratamiento de Aguas Residuales, para este fin, se utiliza un pozo séptico el cual se encuentra ubicada en las coordenadas:

ID	Coordenada ESTE (m)	Coordenada NORTE (m)
Pozo Séptico	970,244.95	934,279.73

**Tabla 2.247 PTAR, Santo Domingo**  
**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta el registro fotográfico del pozo séptico



**Figura 2.235 Pozo Séptico, Santo Domingo**

Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

### **POZO SEPTICO 1**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad del pozo séptico de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características del pozo séptico

Profundo	P	2.50	m
Ancho total	B	1.85	m
Largo total	L	5.20	m
Área transversal	At	4.63	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	9.62	m <sup>2</sup>
Volumen Total	Vol	24.05	m <sup>3</sup>

#### **• TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{Vol}{Q}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención  
Q: caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)  
Vol: Volumen

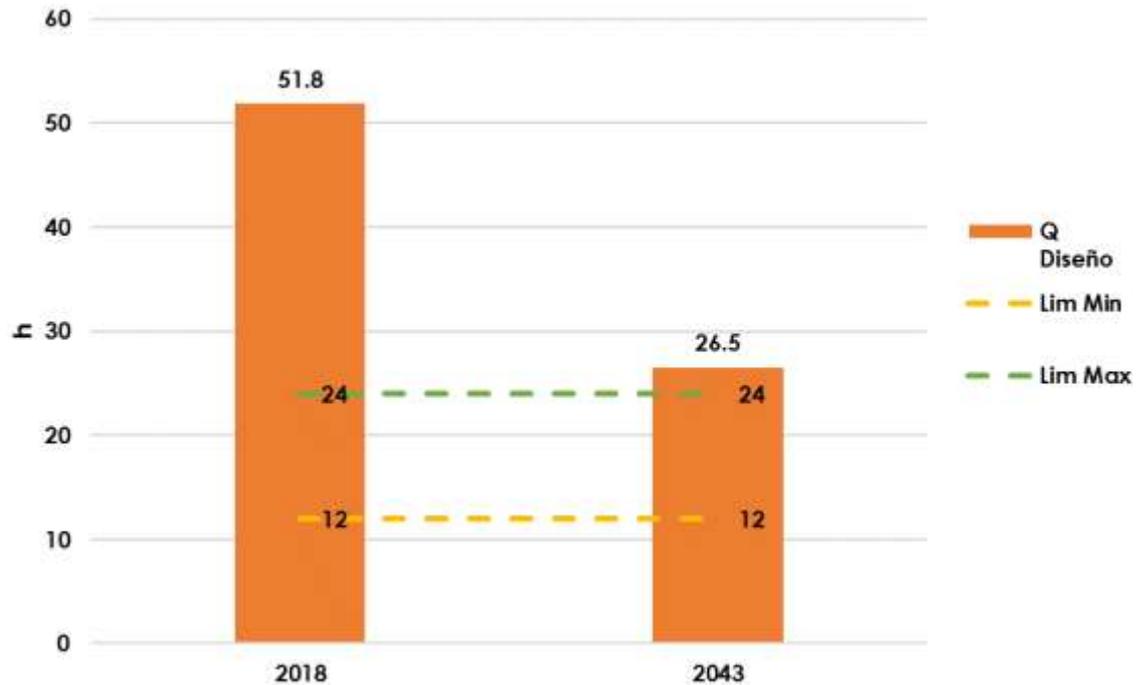
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.13L/s) es:

$$tr = \frac{24.05}{0.00013} \div 3600 = 51.82 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.25L/s) es de:

$$tr = \frac{24.05}{0.00025} \div 3600 = 26.52 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de la estructura para los dos años evaluados versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.236 Tiempo de Retención**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 173, el cual establece que el tiempo de retención del pozo séptico, debe ser de 12 hasta 24 horas. Con lo anterior, se puede concluir que NO se está cumpliendo para los dos periodos con los parámetros de referencia.

### POZO SEPTICO 2

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad del pozo séptico de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características del pozo séptico

Profundo	P	2.5	m
Ancho total	B	1.9	m
Largo total	L	2.7	m
Área transversal	At	4.6	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	5.0	m <sup>2</sup>
Volumen Total	Vol	12.5	m <sup>3</sup>

#### • TIEMPO DE RETENCIÓN

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{Vol}{Q}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención  
Q: caudal de diseño (m³/s)  
Vol: Volumen

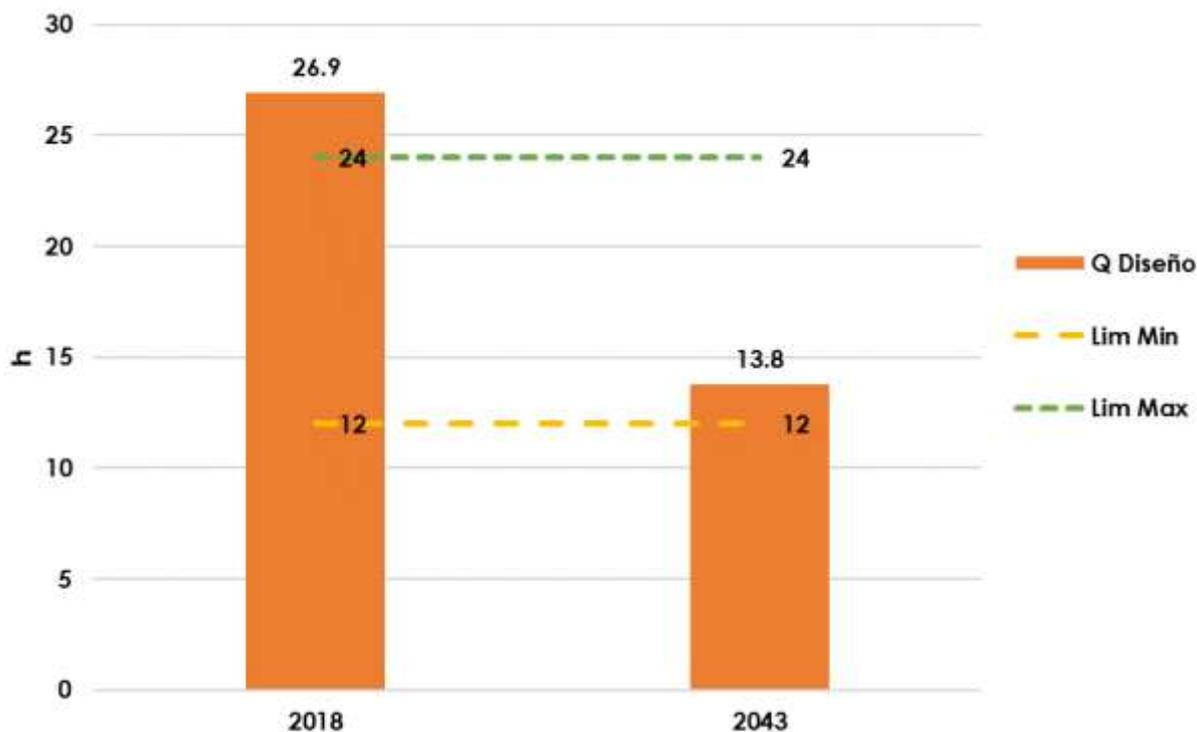
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.13L/s) es:

$$tr = \frac{12.5}{0.00013} \div 3600 = 26.9 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.25L/s) es de:

$$tr = \frac{24.05}{0.00025} \div 3600 = 13.77 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de la estructura para los dos años evaluados versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.237 Tiempo de Retención**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 173, el cual establece que el tiempo de retención del pozo séptico, debe ser de 12 hasta 24 horas. Con lo anterior, se puede concluir para el año 2043 la estructura cumplirá con el tiempo requerido mientras que para el periodo inicial se evidencia que este NO cumple con el parámetro de referencia.

La siguiente tabla muestra el resumen de los parámetros analizados para cada estructura basado en los rangos establecidos por la resolución 330 del 2017 y los valores

calculados por la consultoría en donde se determina cuales cumplen y cuales con cumplen con cada requisito.

ESTRUCTURA	PARAMETRO DE REFERENCIA	RANGO		2018	OBS	2043	OBS
		LÍM. MIN	LÍM. MÁX				
Pozo séptico 1	Tiempo de retención (h)	12	24	51.8	NO Cumple	26.5	NO Cumple
Pozo séptico 2	Tiempo de retención (h)	12	24	26.9	NO Cumple	13.8	Cumple

**Tabla 2.248 Resumen Evaluación Hidráulica PTAR Santo Domingo**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

### **CAPACIDAD HIDRÁULICA PTAR SANTO DOMINGO**

Para establecer, calcular y determinar la capacidad hidráulica, lo primero que se hizo fue identificar las unidades de tratamiento que presenta la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la zona rural, las cuales son:

- Pozo séptico primario
  - Pozo séptico secundario
  - Tanque de infiltración
- **POZO SÉPTICO PRIMARIO**

Es un proceso de tratamiento biológico anaerobio y facultativo, donde este es capaz de separar y procesar los residuos provenientes del sistema de alcantarillado. Dicha estructura es procesa los sólidos suspendidos y los sólidos sedimentables formando una capa de lodo, en donde se combina el proceso de sedimentación y digestión. Para este caso se evaluó la capacidad del tanque séptico con un proceso convencional, el cual presenta las siguientes características.

Profundo	P	2.5	m
Ancho total	B	1.85	m
Largo total	L	5.2	m

➤ **VOLUMEN**

$$V=B*L*P$$

Donde,  
 V: Volumen, m³.  
 W: ancho, m.  
 L: Largo, m.  
 P: Profundo, m.

$$V=2.5*1.85*5.2=24.05 \text{ m}^3$$

➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$As=B*L$$

Donde,  
 As: Área superficial, m².

$$As=1.85*5.2=9.62 \text{ m}^2$$

➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$At=B*P$$

Donde,

At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$At=2.5*1.85=4.63 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

### ➤ CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 12-24 horas.

$$Q=\frac{V}{Tr}$$

Donde,

Q: Caudal, L/s.

V: Volumen, m<sup>3</sup>.

Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q=\frac{24.05}{12} * 1000/3600= 0.28 \text{ L/s}$$

$$Q=\frac{24.05}{24} * 1000/ 3600=0.56 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los valores calculados por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

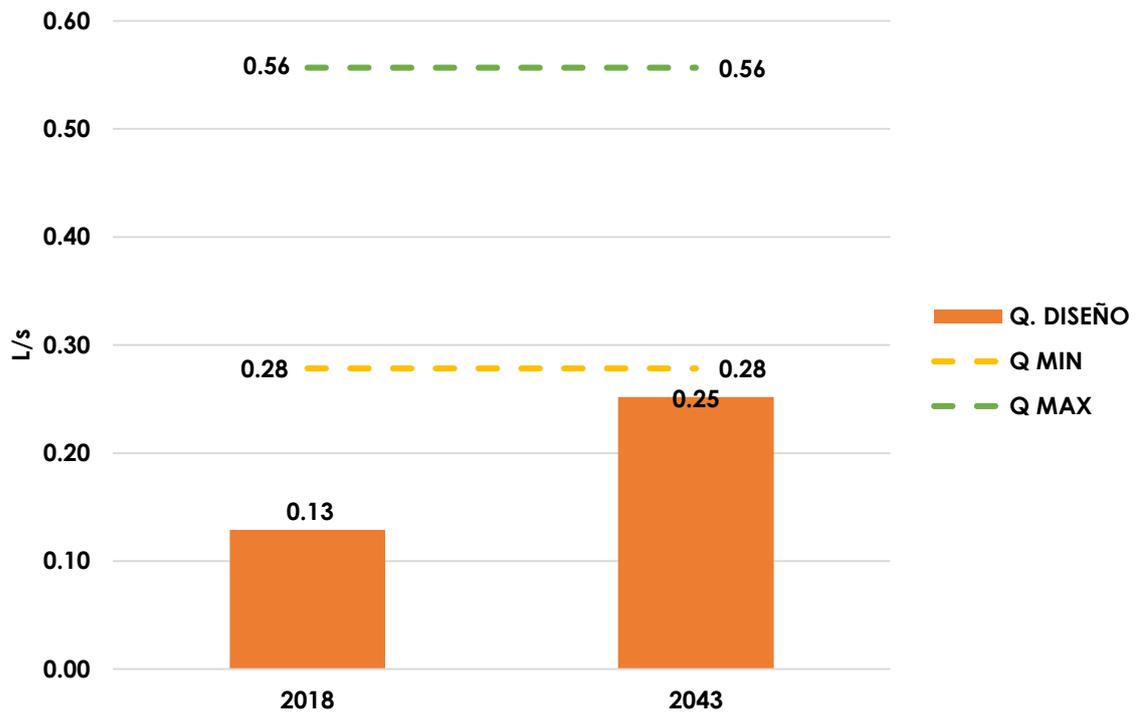
PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	12	24	0.28	0.56

**Tabla 2.249. Resumen de Capacidad de Pozo Séptico.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima de los lodos activados, es de 0.56 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.28 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.238. Capacidad Limitante del Pozo Séptico**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Al revisar los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención, se puede concluir que la estructura no podrá operar de una manera adecuada ya que los caudales proyectados por la consultoría son menores al rango calculado, basado en la Resolución 330 del 2017.

#### • POZO SÉPTICO SECUNDARIO

Es un proceso de tratamiento biológico anaerobio y facultativo, donde este es capaz de separar y procesar los residuos provenientes del sistema de alcantarillado. Dicha estructura es procesa los sólidos suspendidos y los sólidos sedimentables formando una capa de lodo, en donde se combina el proceso de sedimentación y digestión. Para este caso se evaluó la capacidad del tanque séptico con un proceso convencional, el cual presenta las siguientes características.

Profundo	P	2.5	m
Ancho total	B	1.85	m
Largo total	L	2.7	m

#### ➤ VOLUMEN

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=2.5*1.85*2.7=12.49 \text{ m}^3$$

➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$A_s = B * L$$

Donde,

$A_s$ : Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$A_s = 1.85 * 2.7 = 5 \text{ m}^2$$

➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$A_t = B * P$$

Donde,

$A_t$ : Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$A_t = 2.5 * 1.85 = 4.63 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 12-24 horas.

$$Q = \frac{V}{T_r}$$

Donde,

Q: Caudal, L/s.

V: Volumen, m<sup>3</sup>.

$T_r$ : Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{12.49}{12} * 1000 / 3600 = 0.14 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{12.49}{24} * 1000 / 3600 = 0.29 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los valores calculados por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

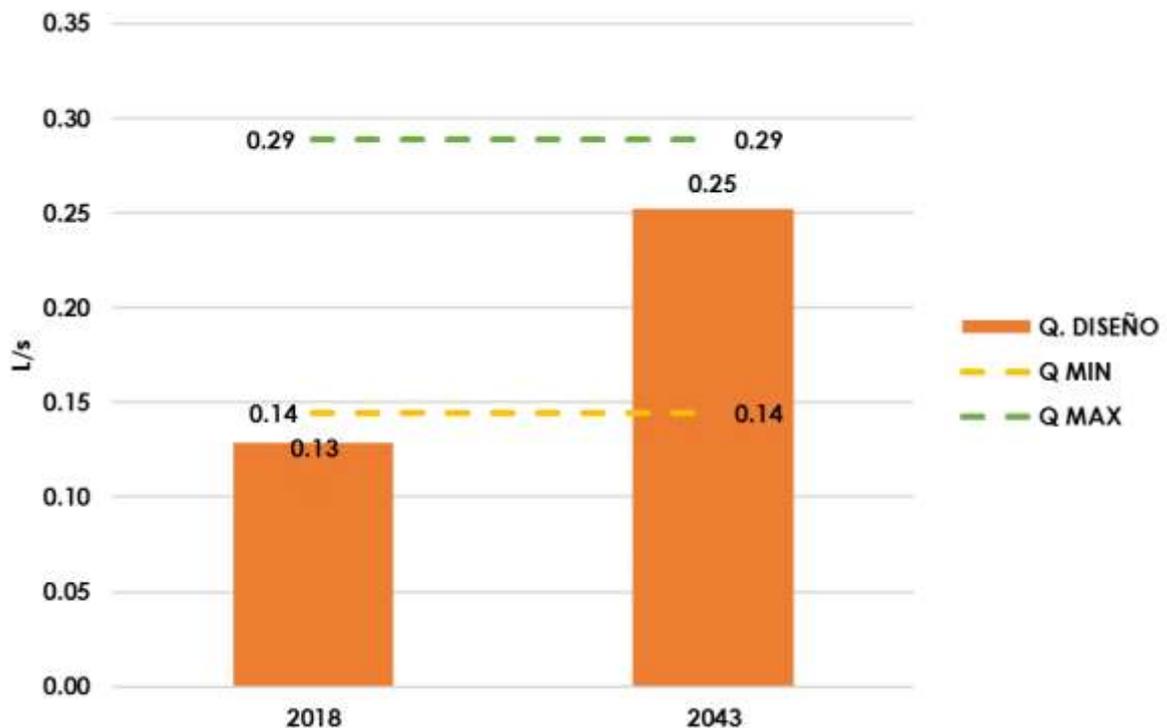
PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	12	24	0.14	0.29

**Tabla 2.250. Resumen de Capacidad de Pozo Séptico.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S.,

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima de los lodos activados, es de 0.29 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.14 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.239 Capacidad limitante del pozo séptico**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento óptimo de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para el año 2043 el caudal diseñado está dentro de los rangos del parámetro de referencia, mientras que para el año 2018 la estructura no podrá funcionar de una forma óptima ya que el caudal establecido es menor al límite inferior.

#### • TANQUE DE INFILTRACIÓN

Dicha unidad de tratamiento se encuentra después de los pozos sépticos. Para este caso se evaluó la capacidad del tanque séptico con un proceso convencional, el cual presenta las siguientes características.

Diámetro	D	3	m
Profundo	P	1.7	m

#### ➤ VOLUMEN

$$V = \pi * \left(\frac{D}{4}\right)^2 * P$$

$$V = \pi * \left(\frac{3}{4}\right)^2 * 1.7 = 12.02 \text{ m}^3$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

#### ➤ CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 12-24 horas.

$$Q = \frac{V}{Tr}$$

Donde,

Q: Caudal, L/s.

V: Volumen, m<sup>3</sup>.

Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{12}{12} * 1000 / 3600 = 0.03 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{12}{24} * 1000 / 3600 = 0.07 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los valores calculados por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

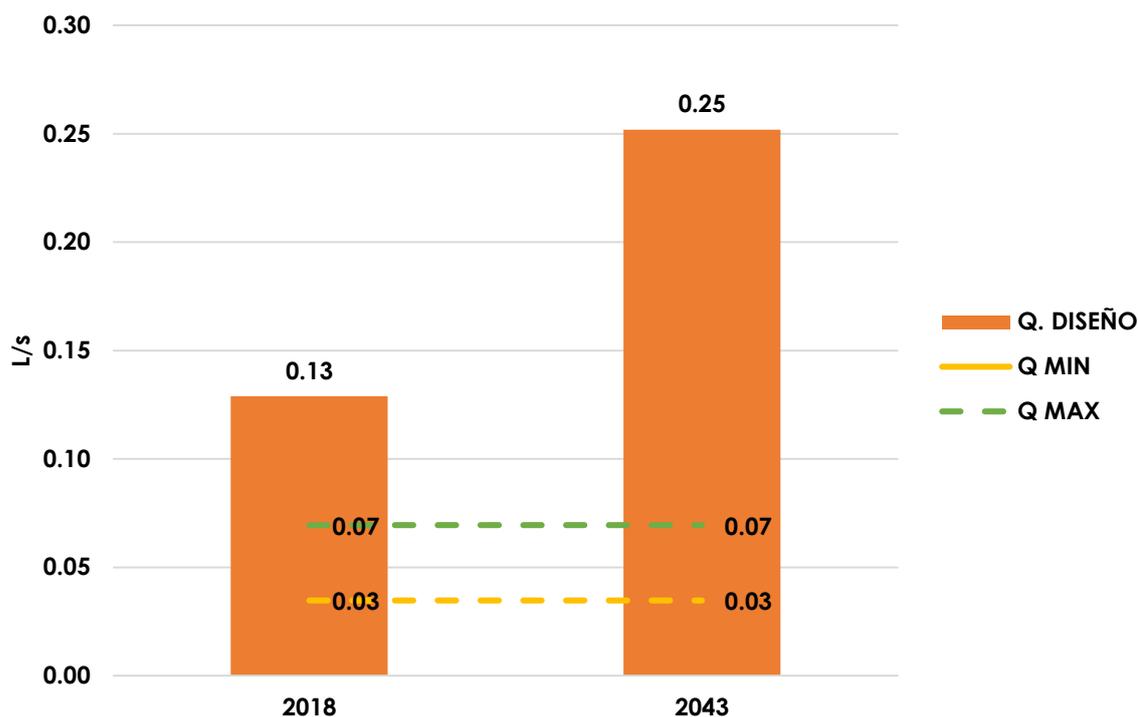
PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	12	24	0.03	0.07

**Tabla 2.251. Resumen de Capacidad de Tanque Infiltración**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima de los lodos activados, es de 0.07 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.03 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.240 Capacidad limitante del tanque de infiltración**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención, se puede concluir que la estructura no podrá operar de una manera adecuada ya que los caudales proyectados por la consultoría son mayores al rango calculado lo cual genera que dicha estructura se encuentre limitada con respecto a su operación y eficiencia del proceso.

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento óptimo de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para el año 2043 está dentro de los rangos calculados del parámetro de referencia.

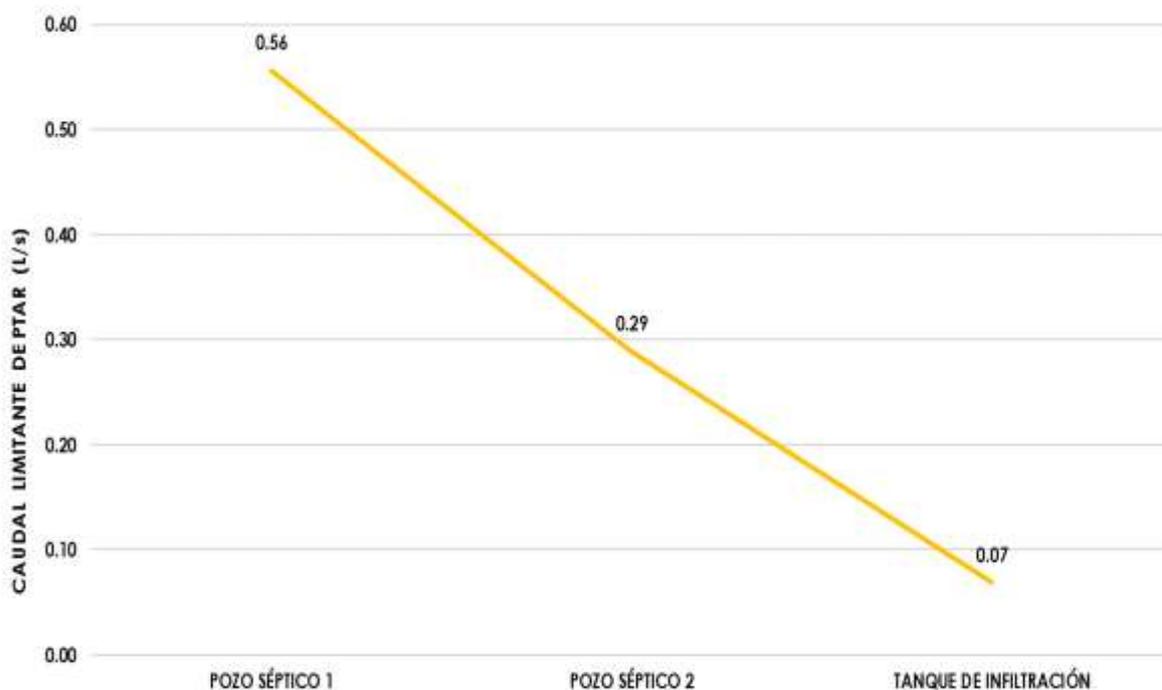
#### • CAPACIDAD LIMITANTE

Al determinar los caudales máximos de la PTAR se procede a establecer cuál es la capacidad máxima que puede manejar la planta sin que los demás procesos presentes falencias en sus funcionamientos.

PROCESOS	CAUDAL MAX (L/s)
POZO SÉPTICO 1	0.56
POZO SÉPTICO 2	0.29
<b>TANQUE DE INFILTRACIÓN</b>	<b>0.07</b>

**Tabla 2.252. Resumen de Capacidad Limitante**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura hace la comparación de los caudales máximos que puede tatar cada estructura



**Figura 2.241 Resumen de Capacidad Limitante**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Finalmente se puede concluir que la capacidad limitante de PTAR Santo Domingo, lo establece el tanque de infiltración ya que esta puede tratar como máximo un caudal de 0.07 L/s, lo cual determina una restricción en el funcionamiento del sistema en cuanto al caudal máximo que puede tratar para que este sea eficiente en su funcionamiento.

#### 2.6.1.4 SECTOR RURAL SAN JUAN DE SUMAPAZ

El sector rural San Juan del Sumapaz cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

ID	Coordenada ESTE (m)	Coordenada NORTE (m)
PTAR	973,738.17	937,019.16

**Tabla 2.253 Localización PTAR, San Juan del Sumapaz**  
Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente imagen, se presenta gráficamente la localización de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del sector:



**Figura 2.242 Localización PTAR San Juan del Sumapaz**  
Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta el registro fotográfico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del sector poblado San Juan del Sumapaz



**Figura 2.243 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Juan del Sumapaz**  
Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

La planta de tratamiento de aguas residuales, consta de las siguientes unidades de tratamiento:

UNIDAD	FIGURA
Canaleta Parshall	
Sedimentador Primario	
Lodos Activados	
Sedimentador Secundario de Alta tasa	
Desinfección	

**Tabla 2.254 Unidades de Tratamiento, PTAR San Juan del Sumapaz**  
Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

### **REACTOR ANAEROBIO DE PANTALLAS (RAP)**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad RAP de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características de la estructura.

Profundo	P	2.50	m
Ancho total	B	1.85	m
Largo total	L	5.20	m
Área transversal	At	4.63	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	9.62	m <sup>2</sup>
Volumen Total	Vol	24.05	m <sup>3</sup>

- **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{Vol}{Q}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención  
 Q: caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)  
 Vol: Volumen

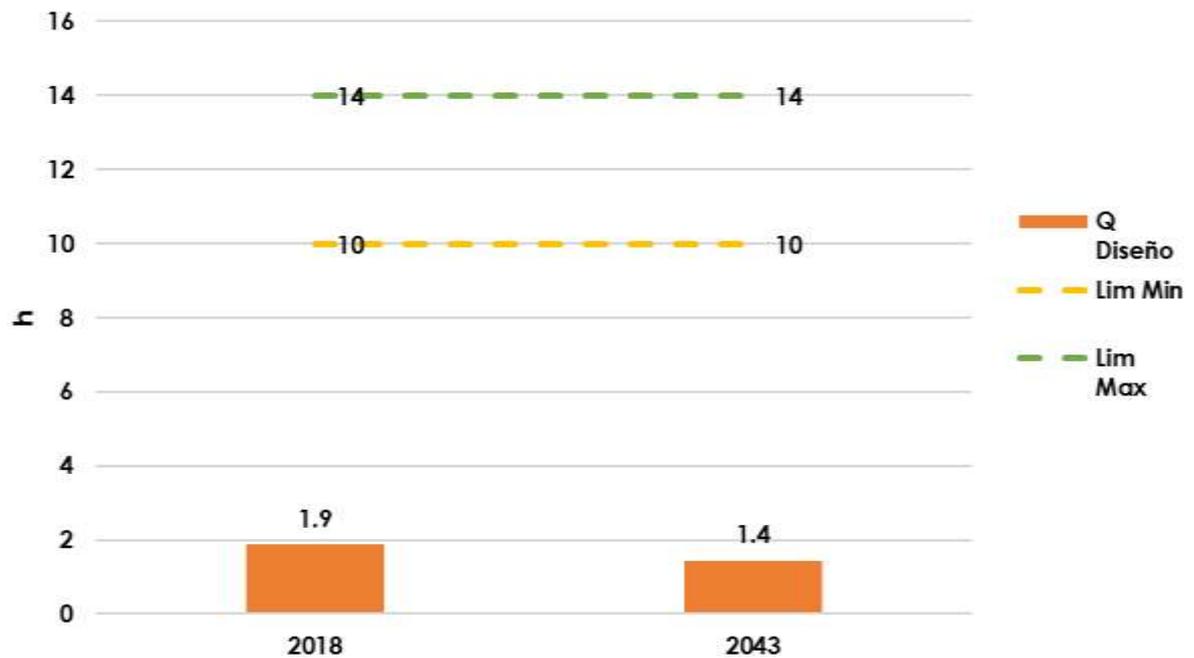
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.3L/s) es:

$$tr = \frac{24.05}{0.0003} \div 3600 = 1.8 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.39L/s) es de:

$$tr = \frac{24.05}{0.00039} \div 3600 = 1.44 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de la estructura para los dos años evaluados versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.244 Tiempo de Retención**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 192, el cual establece que el tiempo de retención del Reactor, debe ser de 10 hasta 14 horas. Con lo anterior, se puede concluir que NO se está cumpliendo para los dos periodos con los parámetros de referencia.

### FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENCIONAL (FAFA)

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad FAFA de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características de la estructura.

Profundo	P	0.25	m
Ancho total	B	3.75	m
Largo total	L	1.86	m
Área transversal	At	0.94	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	6.98	m <sup>2</sup>
Volumen Total	Vol	1.74	m <sup>3</sup>

#### • TIEMPO DE RETENCIÓN

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{Vol}{Q}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención  
 Q: caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)  
 Vol: Volumen

El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.3L/s) es:

$$tr = \frac{1.74}{0.0003} \div 3600 = 1.61 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.39L/s) es de:

$$tr = \frac{1.74}{0.00039} \div 3600 = 1.24 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de la estructura para los dos años evaluados versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.245 Tiempo de Retención**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 192, el cual establece que el tiempo de retención del Filtro, debe ser de 10 hasta 14 horas. Con lo anterior, se puede concluir que NO se está cumpliendo para los dos periodos con los parámetros de referencia.

La siguiente tabla muestra el resumen de los parámetros analizados para cada estructura basado en los rangos establecidos por la resolución 330 del 2017 y los valores calculados por la consultoría en donde se determina cuales cumplen y cuales con cumplen con cada requisito.

ESTRUCTURA	PARÁMETRO DE REFERENCIA	RANGO		2018	OBS	2043	OBS
		LÍM. MIN	LÍM. MÁX				
Reactor anaerobio de pantallas (RAP)	Tiempo de retención (h)	10	14	1.9	NO Cumple	1.4	NO Cumple
Filtro anaerobio de flujo ascensional (FAFA)	Tiempo de retención (h)	10	14	1.6	NO Cumple	1.2	NO Cumple

**Tabla 2.255 Resumen Evaluación Hidráulica PTAR San Juan**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

## **CAPACIDAD HIDRÁULICA PTAR SAN JUAN**

Para establecer, calcular y determinar la capacidad hidráulica, lo primero que se hizo fue identificar las unidades de tratamiento que presenta la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la zona rural, las cuales son:

- Reactor Anaerobio de Pantallas (RAP)
- Filtro Anaerobio de Flujo Ascensional

### **• REACTOR ANAEROBIO DE PANTALLAS (RAP)**

El Reactor Anaerobio de Pantallas es considerado con un conjunto de varios reactores en serie de manto de lodos. Dichas cámaras estar formadas por pantallas donde el agua tiene un flujo vertical. El reactor provee una mayor área de contacto interfase gas-líquido, pues no existe una estructura de separación de estas fases que permita una mayor transferencia de gases. De esta forma las partículas agrupadas de biomasa suben y bajan por las diferentes cámaras

Para este caso se evaluó la capacidad de las cámaras y los módulos que presenta el RAP, el cual presenta las siguientes características.

Número de Módulos	nm	10	
Número de Cámaras por módulo	nc	5	
Profundo	P	2.5	m
Ancho total	B	0.69	m
Largo total	L	1.18	m

#### ➤ **VOLUMEN DE LA CÁMARA**

$$V=B*L*P$$

Donde,

V: Volumen, m<sup>3</sup>.

W: ancho, m.

L: Largo, m.

P: Profundo, m.

$$V=2.5*0.69*1.18=2.04 \text{ m}^3$$

Entonces el volumen de los modulo es:

$$Vm=2.04*5=10.18 \text{ m}^3$$

Finalmente, el volumen total de la estructura es:

$$Vt=10.18*10 =101.78 \text{ m}^3$$

#### ➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$As=B*L$$

Donde,

As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$As=0.69*1.18=0.81 \text{ m}^2$$

#### ➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$At=B*P$$

Donde,

At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$At=2.5*0.69=1.73 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

### ➤ CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 12-24 horas.

$$Q=\frac{V}{Tr}$$

Donde,

Q: Caudal, L/s.

V: Volumen, m<sup>3</sup>.

Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q=\frac{10.18}{10} * 1000/3600= 0.2 \text{ L/s}$$

$$Q=\frac{10.18}{14} * 1000/ 3600=0.28 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los valores calculados por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

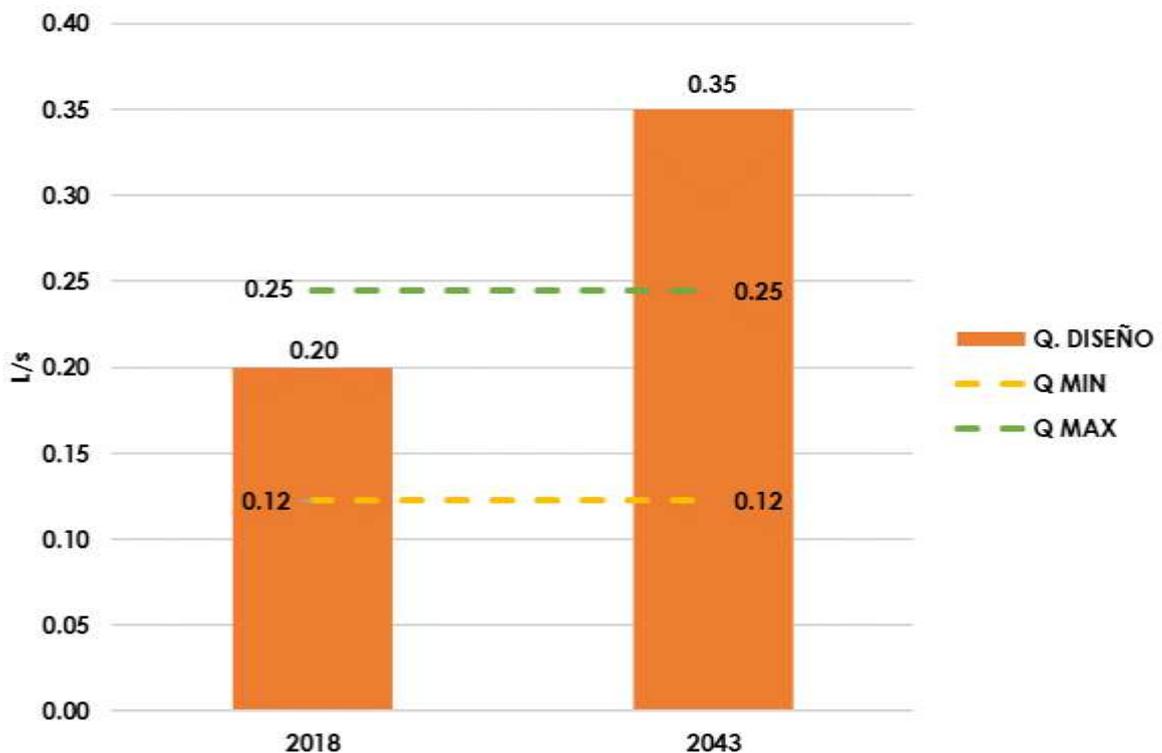
PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	10	14	0.20	0.28

**Tabla 2.256. Resumen de Capacidad RAP.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del RAP es de 0.28L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.2 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.246 Capacidad limitante del RAP**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento óptimo de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para el año 2018 el caudal diseñado está dentro de los rangos del parámetro de referencia, mientras que para el año 2043 la estructura no podrá funcionar de una forma óptima ya que esta no será capaz de soportar el caudal proyectado

#### • FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENCIONAL (FAFA)

El Filtro Anaerobio de crecimiento adherido con Flujo Ascensional, es un proceso para el tratamiento de residuos solubles donde dicho procedimiento es realizado por microorganismos que se encuentran adheridos a una superficie sólida, esta unidad es utilizada como un pos tratamiento donde sus principales ventajas son poder tratar altas cargas de DQO, volúmenes relativamente pequeños del reactor y una operación simple. Para este caso se evaluó la capacidad de las cámaras y los módulos que presenta el RAP, el cual presenta las siguientes características.

Número de Módulos	nm	4	
Número de Cámaras por módulo	nc	3	
Profundo	P	0.25	m
Ancho total	B	1.83	m
Largo total	L	1.86	m

#### ➤ VOLUMEN DE LA CÁMARA

$$V=B*L*P$$

Donde,

V: Volumen, m<sup>3</sup>.

W: ancho, m.

L: Largo, m.

P: Profundo, m.

$$V=0.25*1.83*1.86=0.85 \text{ m}^3$$

Entonces el volumen de los modulo es:

$$V_m=0.85 *3=2.55 \text{ m}^3$$

Finalmente, el volumen total de la estructura es:

$$V_t=2.55*4 = 10.21\text{m}^3$$

#### ➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$A_s=B*L$$

Donde,

$A_s$ : Área superficial,  $\text{m}^2$ .

$$A_s=1.83*1.86=3.4 \text{ m}^2$$

#### ➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$A_t=B*P$$

Donde,

$A_t$ : Área transversal,  $\text{m}^2$ .

$$A_t=0.25*1.83=0.46 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

#### ➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 12-24 horas.

$$Q=\frac{V}{T_r}$$

Donde,

Q: Caudal, L/s.

V: Volumen,  $\text{m}^3$ .

$T_r$ : Tiempo de retención, s.

$$Q=\frac{2.55}{10} *1000/3600= 0.05 \text{ L/s}$$

$$Q=\frac{2.55}{14} *1000/ 3600=0.07 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los valores calculados por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

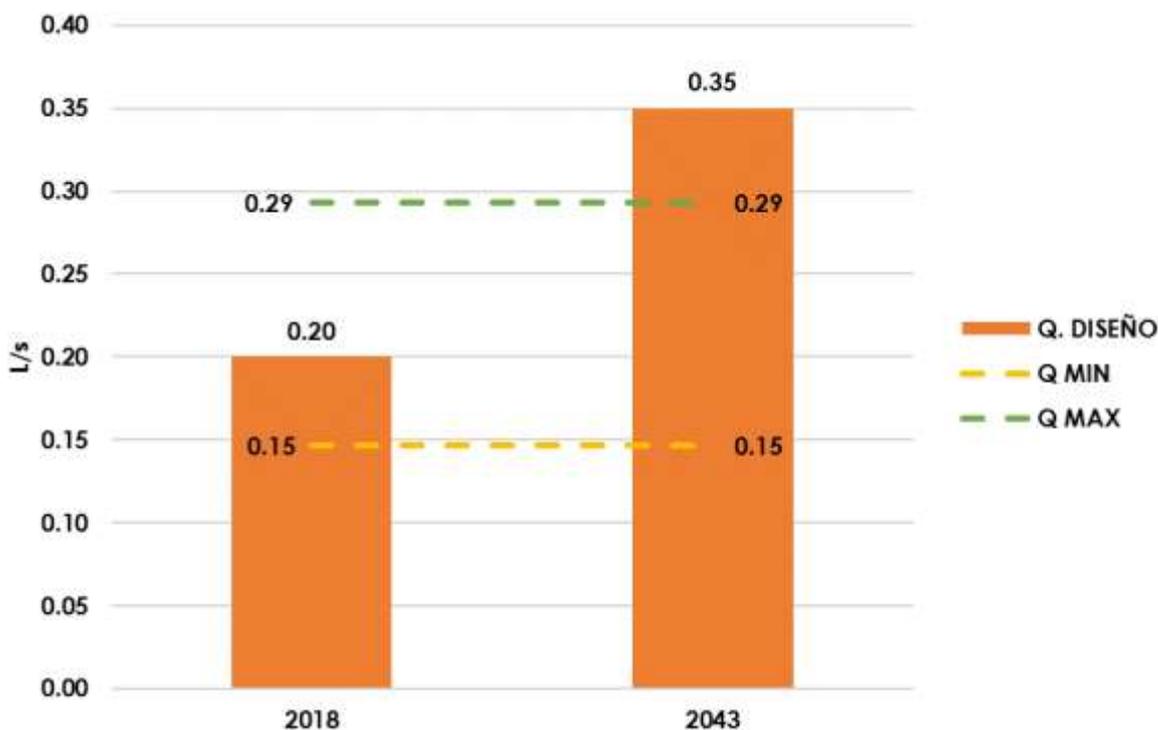
PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	10	14	0.05	0.07

**Tabla 2.257. Resumen de Capacidad Fafa**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del Fafa es de 0.07L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.05 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.247 Capacidad limitante del Fafa**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento óptimo de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para el año 2018 el caudal diseñado está dentro de los rangos del parámetro de referencia, mientras que para el año 2043 la estructura no podrá funcionar de una forma óptima ya que esta no será capaz de soportar el caudal proyectado

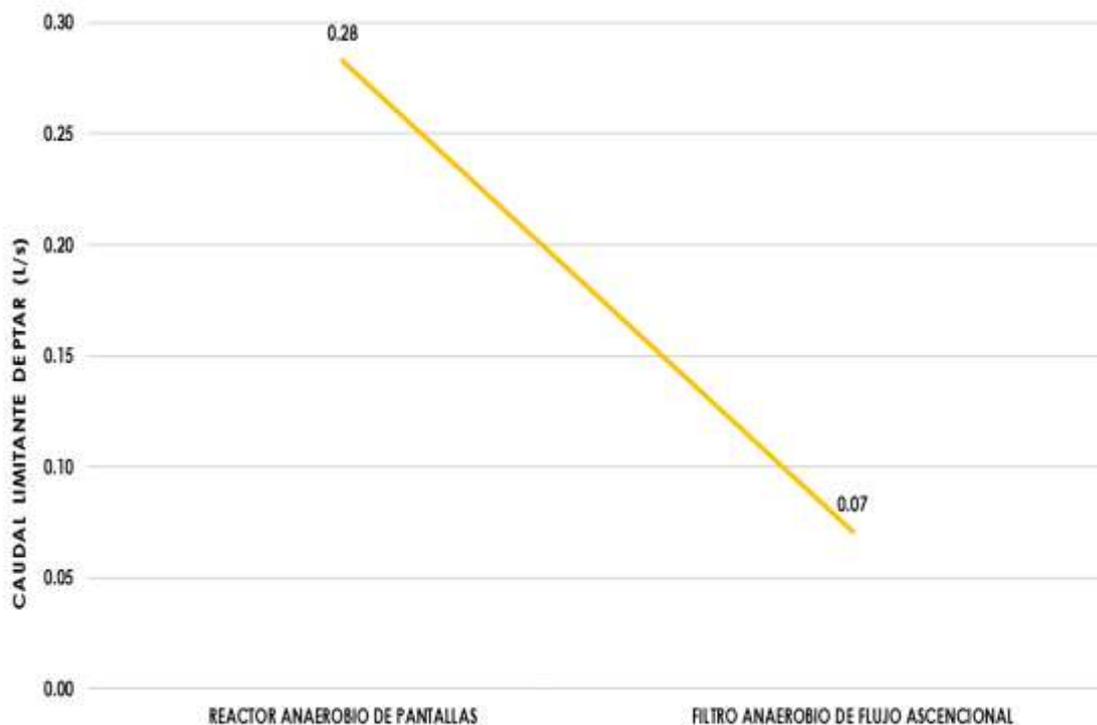
#### • CAPACIDAD LIMITANTE

Al determinar los caudales máximos de la PTAR se procede a establecer cuál es la capacidad máxima que puede manejar la planta sin que los demás procesos presentes falencias en sus funcionamientos.

PROCESOS	CAUDAL MAX (L/s)
REACTOR ANAEROBIO DE PANTALLAS	0.28
<b>FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENCIONAL</b>	<b>0.07</b>

**Tabla 2.258. Resumen de Capacidad Limitante**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

La siguiente figura hace la comparación de los caudales máximos que puede tratar cada estructura



**Figura 2.248 Resumen de Capacidad Limitante**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Finalmente se puede concluir que la capacidad limitante de PTAR San Juan, lo establece el Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente FAFA ya que esta puede tratar como máximo un caudal de 0.07 L/s, lo cual determina una restricción en el funcionamiento del sistema en cuanto al caudal máximo que puede tratar para que este sea eficiente en su funcionamiento.

#### 2.6.1.5 SECTOR RURAL LAS AURAS

El sector rural Las Auras cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

ID	Coordenada ESTE (m)	Coordenada NORTE (m)
PTAR	989,637.92	952,973.92

**Tabla 2.259 Localización PTAR, Las Auras**  
**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente imagen, se presenta gráficamente la localización de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del sector:



**Figura 2.249 Localización PTAR Las Auras**

**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta el registro fotográfico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Sector Rural Las Auras



**Figura 2.250 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Las Auras**

**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

La planta de tratamiento de aguas residuales, consta de las siguientes unidades de tratamiento:

UNIDAD	FIGURA
Canaleta Parshall	
Sedimentador Primario	
Lodos Activados	
Sedimentador Secundario	

UNIDAD	FIGURA
Desinfección	

**Tabla 2.260 Unidades de Tratamiento, PTAR Las Auras**  
**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

### CANALETA PARSHALL

Para los dos escenarios se realiza una mezcla rápida por medio de una Canaleta Parshall, la cual presenta las siguientes condiciones

Ancho De La Garganta	W	m	0,06
		pulgadas	1"
Longitud paredes sección convergente	A	m	0.37
Longitud sección convergente	B	m	0.36
Ancho de la salida	C	m	0.09
Ancho entrada sección convergente	D	m	0.17
Profundidad total	E	m	0.23
Longitud de la garganta	F	m	0.08
longitud de la sección divergente	G	m	0.20
Longitud paredes sección divergente	K	m	0.02
Diferencia de elevación entre salida y cresta	N	m	0.03
Coeficiente de entrada		m	0.18
Exponente a la entrada	s		1.55

Los parámetros que se calcularon para evaluar el adecuado funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Residual fueron.

- **TIEMPO DE MEZCLA**

A continuación, se describen los parámetros mínimos que se deben tener en cuenta para evaluar las condiciones del adecuado funcionamiento de la mezcla rápida de la Planta de Tratamiento de Agua Residual. Para ello se basó en las condiciones establecidas por la normatividad colombiana Resolución 330 del 2017

Las condiciones iniciales de la mezcla rápida para el caudal del año 2018 ( Q= 0.11L/s) son:

Caudal	Q	0.11	L/s-
		0.00011	m <sup>3</sup> /s
Velocidad antes del resalto hidráulico	v1	0.84	m/s
Altura del agua antes del resalto	h1	0.00	m
Número de Froude	Fr	5.63	ad
Altura del Resalto	h2	0.02	m

Velocidad en el resalto	v2	0.11	m/s
Altura en la sección de la salida de la canaleta	h3	0.01	m
Velocidad en la sección de salida	v3	0.18	m/s
Pérdida de carga en el resalto	hp	0.02	m

Para determinar el tiempo de la mezcla para el año 2018 ( Q= 0.11L/s) se utilizó la siguiente ecuación

$$t = \frac{2 \cdot G}{v_2 + v_3}$$

$$t = \frac{2 \cdot 0.2}{0.11 + 0.18} = 1.41s$$

Basado en las condiciones establecidas por la Resolución 330 del 2017 Artículo 111, el tiempo de mezcla no cumple con la norma ya que esta estipula que para mezcladores hidráulicos debe manejar un tiempo menor a un (1) segundo.

Las condiciones iniciales de la mezcla rápida en el caudal de diseño del año 2043 ( Q= 0.32L/s) son:

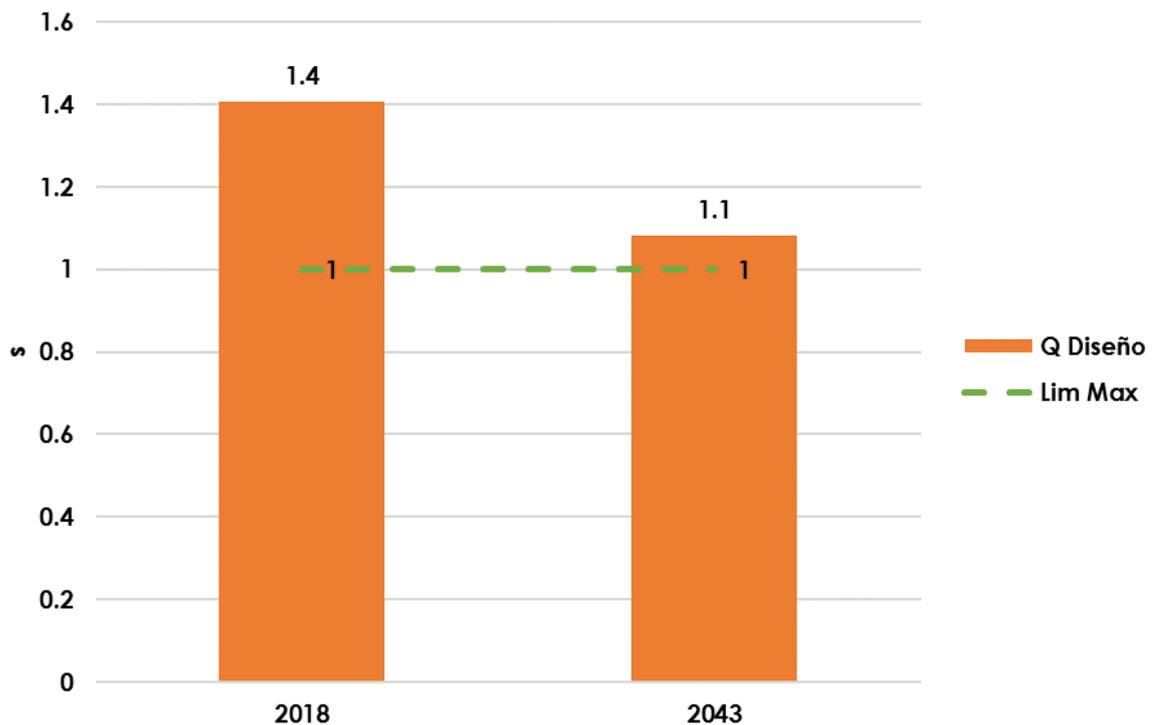
Caudal	Q	0.90	L/s- m <sup>3</sup> /s
Velocidad antes del resalto hidráulico	v1	0.01	m/s
Altura del agua antes del resalto	h1	3.71	m
Número de Froude	Fr	0.03	ad
Altura del Resalto	h2	0.19	m
Velocidad en el resalto	v2	0.02	m/s
Altura en la sección de la salida de la canaleta	h3	0.19	m
Velocidad en la sección de salida	v3	0.02	m/s
Pérdida de carga en el resalto	hp	0.90	m

Para determinar el tiempo de la mezcla en el año 2043 (Q= 0.32 L/s) se calculó de la siguiente forma

$$t = \frac{2 \cdot 0.2}{0.19 + 0.19} = 1.08s$$

Basado en las condiciones establecidas por el Resolución 330 del 2017, Artículo 111, el tiempo de mezcla no cumple con la norma, ya que este, estipula que para mezcladores hidráulicos debe manejar un tiempo menor a un (1) segundo.

A continuación, se compran los dos escenarios con la norma vigente (Resolución 330 del 2017). Se puede concluir que el tiempo de mezcla esta alto con respecto a la norma



**Figura 2.251 Tiempo de Mezcla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

- **GRADIENTE DE VELOCIDAD**

Para determinar el correcto funcionamiento del resalto hidráulico de la canaleta Parshall, se calculó el gradiente de velocidad de la siguiente manera:

$$G = \sqrt{\frac{\gamma * h_p}{\mu * t}}$$

Donde

$\mu$ : Viscosidad Dinámica para 20°C – 1 \*10<sup>-6</sup>

$\gamma$ : Peso específico para 20°C - 9789

$h_p$ : Pérdida de carga en el resalto (m)

T: Tiempo de mezcla (s)

Entonces

$$h_p = h_a + K - h_3$$

Se tiene que para el caudal del año 2018 (Q= 0.11L/s) el gradiente de velocidad es :

$$h_p = 0.01 + 0.02 - 0.01 = 0.02 \text{ m}$$

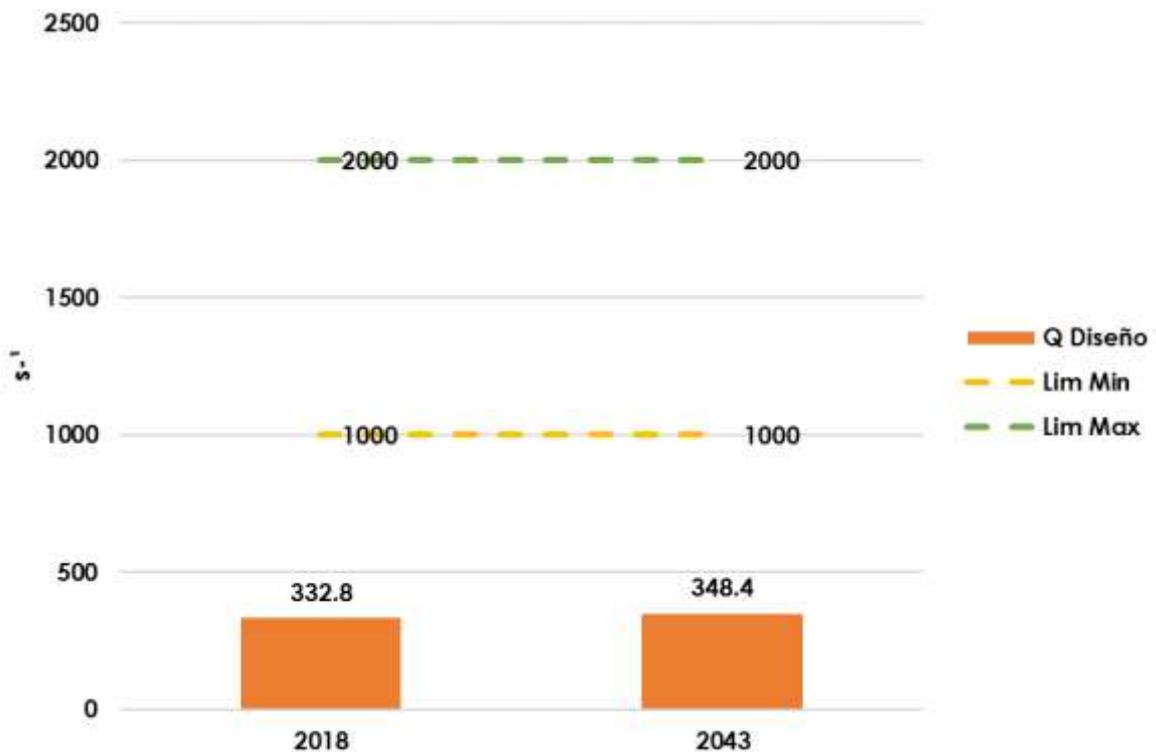
$$G = \sqrt{\frac{\gamma * 0.02}{\mu * 1.32}} = 332.78 \text{ s}^{-1}$$

Mientras que para el caudal de diseño del año 2043 ( $Q = 0.38 \text{ L/s}$ ) se calculó el gradiente hidráulico de la siguiente forma:

$$h_p = 0.02 + 0.02 - 0.02 = 0.02 \text{ m}$$

$$G = \sqrt{\frac{\gamma \cdot 0.02}{\mu \cdot 1.02}} = 348.43 \text{ s}^{-1}$$

La siguiente figura, muestra la comparación del gradiente de velocidad para la mezcla rápida en los dos escenarios, versus los estándares establecidos en la Resolución 330 del 2017



**Figura 2.252 Gradiente de Velocidad**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Según la Resolución 330 del 2017 en el artículo 111, establece que, para mezcla rápida de tipo hidráulico se debe manejar en un rango de  $1000 - 2000 \text{ s}^{-1}$ . Se puede inferir que, los dos escenarios, NO presentan un adecuado funcionamiento de la mezcla, con respecto al gradiente de velocidad ya que están por debajo al rango que esta establece.

### **SEDIMENTADOR PRIMARIO VERTICAL**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño del sedimentador primario de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características de las cámaras de sedimentación:

Longitud	L	1.5	m
Ancho	B	1	m

Profundo	P	1.2	m
Área transversal	At	1.8	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	1.5	m <sup>2</sup>
Cámaras	nc	4	
Módulos	nm	1.0	

• **CARGA SUPERFICIAL**

Para determinar la carga superficial de cada cámara durante el proceso de sedimentación se utilizó la siguiente ecuación:

$$q = \frac{Q_c}{A_s}$$

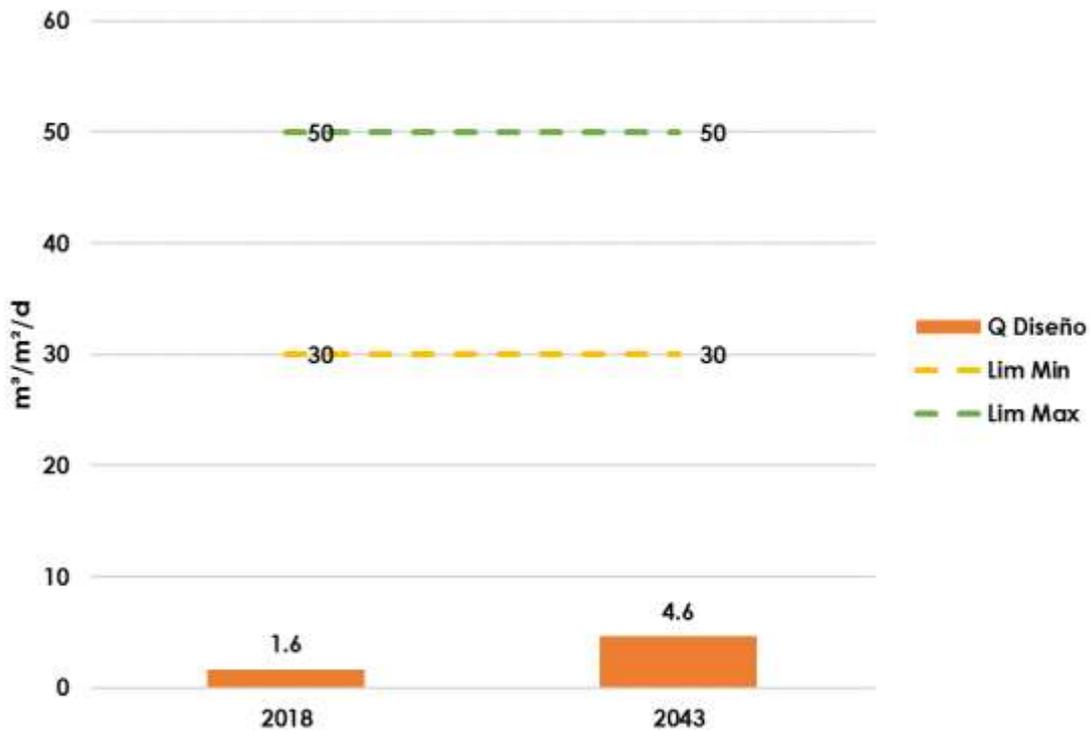
Para el año 2018 (Q= 0.11 L/s), se establece que el caudal que maneja cada cámara es de Q<sub>c</sub>= 0.03 L/s – 0.00003m<sup>3</sup>/s – 2.5 m<sup>3</sup>/d. Entonces la carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{2.5}{1.5} = 0.6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

En cambio, para el año 2043 (Q= 0.33 L/s) se tiene que el caudal que maneja cada cámara es de Q<sub>c</sub>= 0.1 L/s– 6.9 m<sup>3</sup>/d. La carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{6.9}{1.5} = 4.6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

La siguiente figura, se realiza la comparación de la carga superficial establecida en la Resolución 330 del 2017 para sedimentador vertical versus la calculada para cada año.



**Figura 2.253 Carga Superficial**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al comparar los valores calculados para los dos años con respecto a cada cámara se puede inferir que NO cumple con los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, artículo 189, el cual establece que la carga superficial debe estar entre el rango de 30-50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d ya que en los dos casos se supera el valor máximo establecido.

- **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{P}{v_o}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención

P: Profundidad

v<sub>o</sub>: Velocidad flujo

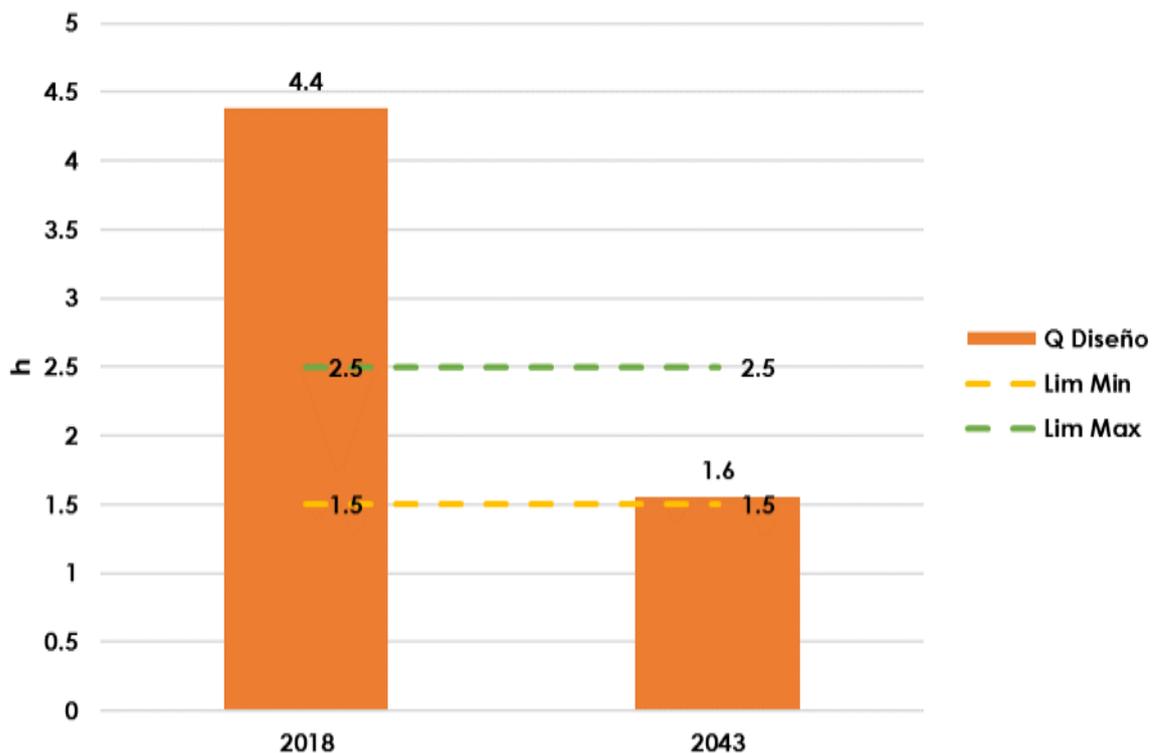
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.11L/s) es:

$$tr = \frac{1.2}{0.005} \div 60 = 4.38 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.33L/s) es de:

$$tr = \frac{1.2}{0.013} \div 60 = 1.6 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de las estructuras de sedimentación de los dos escenarios versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.254 Tiempo de Retención**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar el tiempo de retención con los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 189, el cual establece que el tiempo de retención debe ser de 1.5 hasta 2.5 horas para sedimentadores primarios. Con lo anterior, se puede concluir que para el año 2043 si cumplirá con el parámetro mientras que para el año 2018 No está cumpliendo con los requisitos mínimos establecidos por la norma legal vigente.

### LODOS ACTIVADOS

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad de lodos activados de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características de la cámara de los lodos activados

Profundo	P	1.10	m
Ancho total	B	3.00	m
Largo total	L	5.00	m
Área transversal	At	3.3	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	15.0	m <sup>2</sup>
Volumen Total	Vol	16.5	m <sup>3</sup>

#### • TIEMPO DE RETENCIÓN

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{Q}{Vol}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención  
Q: caudal de diseño (m³/s)  
Vol: Volumen

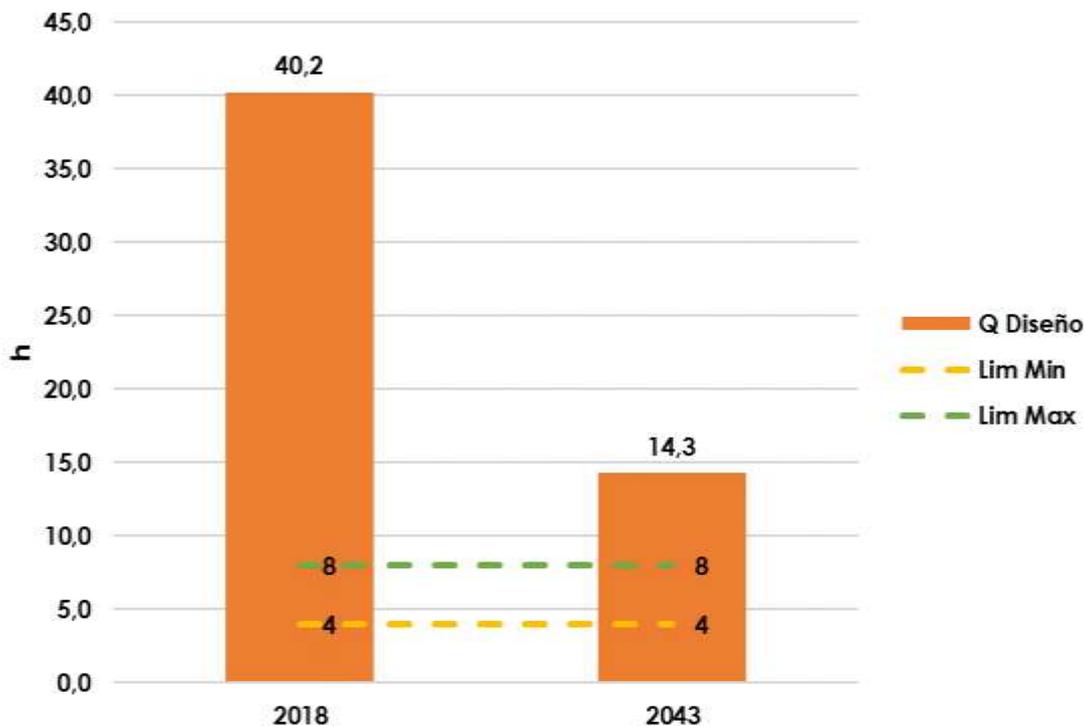
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.11L/s) es:

$$tr = \frac{16.5}{0.00011} \div 3600 = 40.19 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.32 L/s) es de:

$$tr = \frac{16.5}{0.00032} \div 3600 = 14.28 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de la estructura para los dos años evaluados versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.255 Tiempo de Retención**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Al evaluar los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 193, el cual establece que el tiempo de retención de los lodos activados con un proceso convencional debe ser de 4 hasta 8 horas. Con lo anterior, se puede concluir que NO se está cumpliendo para los dos periodos con los parámetros de referencia.

### **SEDIMENTADOR SECUNDARIO DE ALTA TASA**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad de sedimentación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual, con el fin de determinar y estimar el

funcionamiento de la estructura. A continuación, se presentan las características de la cámara de sedimentación:

Longitud	L	1.00	m
Ancho	B	3.00	m
Profundo	P	0.98	m
Área transversal	At	0.98	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	3.00	m <sup>2</sup>
Cámaras	nc	1.00	
Módulos	nm	1.00	
Factor Eficiencia celda hexagonal	Sc	1.38	
Angulo de Inclinación	θ	60.0	°
sen θ	θ	0.9	°
cos θ	θ	0.5	°
Distancia entre placas	e	5.00	cm
longitud de las placas	l	0.5	m
Espesor de las placas	ap	1.0	cm
Longitud relativa de sedimentación	L'	10.0	

#### • CARGA SUPERFICIAL

Para determinar la carga superficial de cada cámara durante el proceso de sedimentación se utilizó la siguiente ecuación:

$$q = \frac{Q_c}{A_s}$$

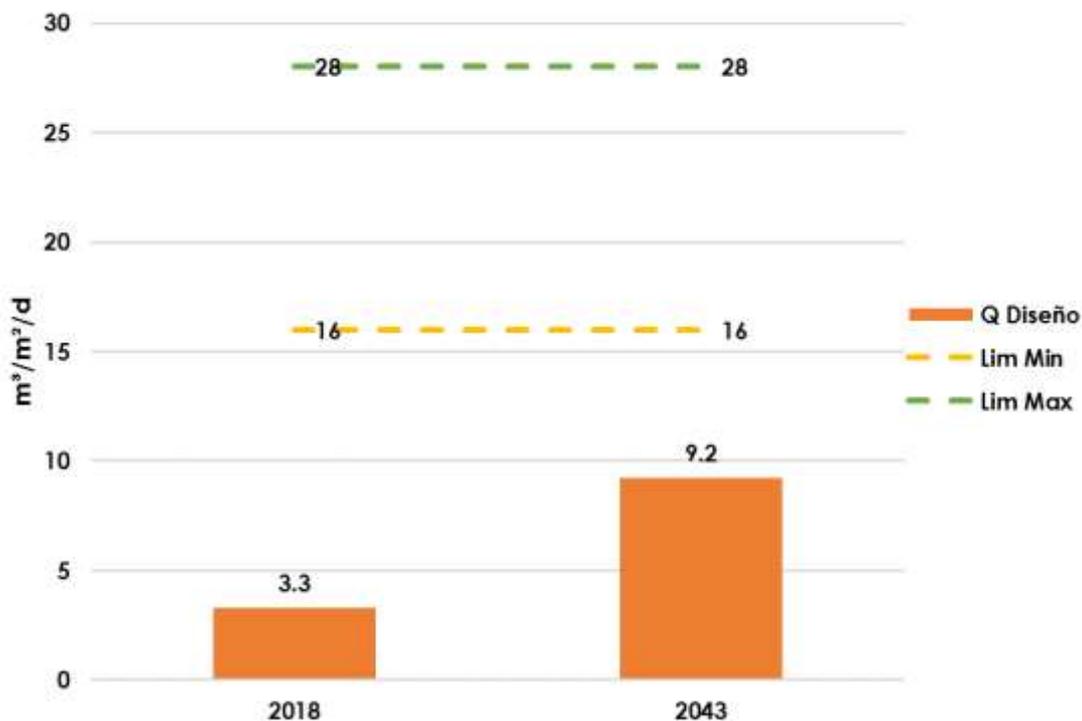
Para el año 2018 ( $Q = 0.11$  L/s), se establece que el caudal que maneja cada cámara es de  $Q_c = 0.1$  L/s –  $9.9$  m<sup>3</sup>/d. Entonces la carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{9.9}{3} = 3.3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

En cambio, para el año 2043 ( $Q = 0.32$  L/s) se tiene que el caudal que maneja cada cámara es de  $Q_c = 0.3$  L/s –  $27.7$  m<sup>3</sup>/d. La carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{27.7}{3} = 9.2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

La siguiente figura, se realiza la comparación de la carga superficial establecida en la Resolución 330 del 2017 para sedimentador vertical versus la calculada para cada año.



**Figura 2.256 Carga Superficial**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al comparar los valores calculados de los dos escenarios con respecto a cada cámara se puede inferir que en ninguno de los dos periodos está cumpliendo con los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, artículo 195, el cual establece que la carga superficial debe estar entre el rango de 16-28 m³/m²/d.

- **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por min (min) se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{l}{v_o}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención

l: Longitud de las placas

v<sub>o</sub>: Velocidad flujo entre placas

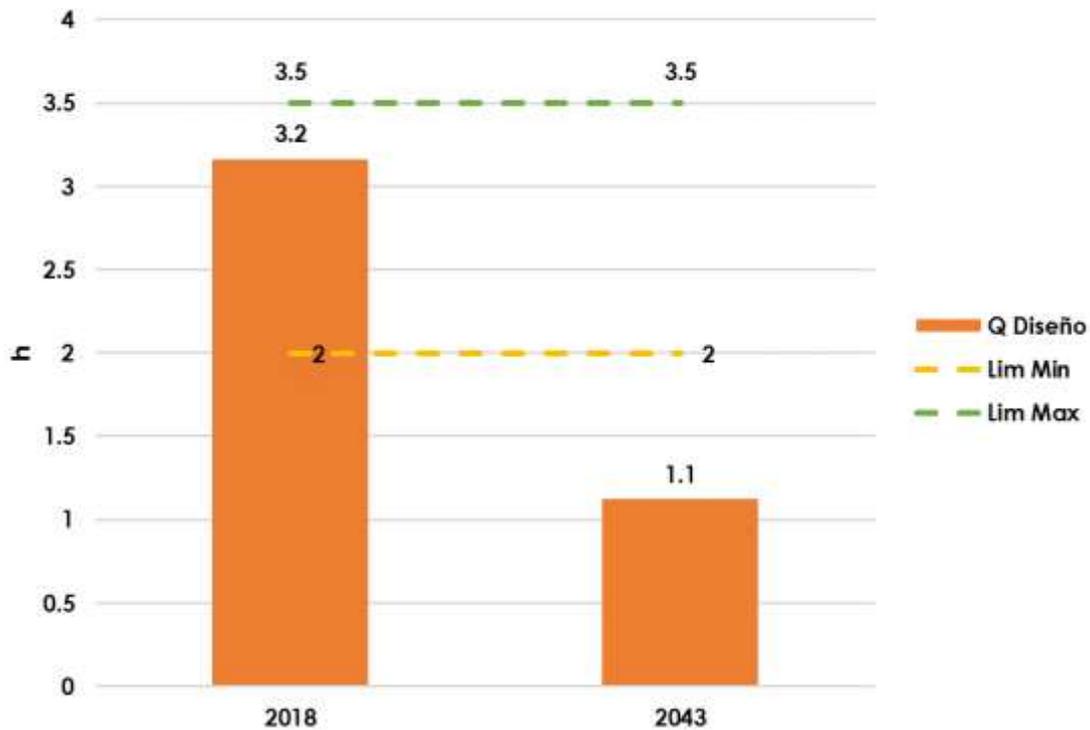
El tiempo de retención del primer escenario (Q=0.11L/s) es:

$$tr = \frac{0.5}{0.003} \div 60 = 3.2 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación en el escenario 2 (Q= 0.32L/s) es de:

$$tr = \frac{0.5}{0.007} \div 60 = 1.1 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de las estructuras de sedimentación de los dos escenarios versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.257 Tiempo de Retención, Escenarios 1 y 2**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar el tiempo de retención con los parámetros establecidos en la Resolución 330 2017, en el artículo 195, el cual establece que el tiempo de retención debe ser de 3.5 hasta 2 horas para sedimentadores secundarios. Con lo anterior, se puede concluir que para el año 2018 se está cumpliendo con la norma, pero se evidencia que con el transcurso del tiempo esta estructura no cumplirá con el requisito mínimo establecido.

La siguiente tabla muestra el resumen de los parámetros analizados para cada estructura basado en los rangos establecidos por la resolución 330 del 2017 y los valores calculados por la consultoría en donde se determina cuales cumplen y cuales con cumplen con cada requisito.

ESTRUCTURA	PARÁMETRO DE REFERENCIA	RANGO		2018	OBS	2043	OBS
		LÍM.MIN	LÍM.MÁX				
Canaleta parshall	Tiempo de mezcla (s)		1	1.3	No cumple	1.0	No cumple
	Gradiente de velocidad (s <sup>-1</sup> )	1000	2000	1.4	No cumple	1.1	No cumple
Sedimentador primario - vertical	Tiempo de retención (h)	1.5	2.5	332.8	No cumple	348.4	No cumple
	carga superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	30	50	4.4	No cumple	1.6	cumple
Lodos activados	Tiempo de retención (h)	4	8	1.6	No cumple	4.6	No cumple
	Tiempo de retención (h)	2	3.5	40.2	No cumple	14.3	No cumple

ESTRUCTURA	PARÁMETRO DE REFERENCIA	RANGO		2018	OBS	2043	OBS
		LÍM.MIN	LÍM.MÁX				
Sedimentador secundario de alta tasa	carga superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	16	28	3.2	Cumple	1.1	No cumple

**Tabla 2.261 Resumen Evaluación Hidráulica PTAR Las Auras**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

### CAPACIDAD HIDRÁULICA PTAR LAS AURAS

Para establecer, calcular y determinar la capacidad hidráulica, lo primero que se hizo fue identificar las unidades de tratamiento que presenta la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la zona rural, las cuales son:

- Rejillas
- Canaleta Parshall
- Sedimentador primario
- Lodos activados
- Sedimentador secundario
- Desinfección cloro

#### • CANALETA PARSHALL

Con base a las condiciones establecidas en la Resolución 330 del 2017, se determina el caudal máximo y mínimo, partiendo de las dimensiones de la canaleta Parshall

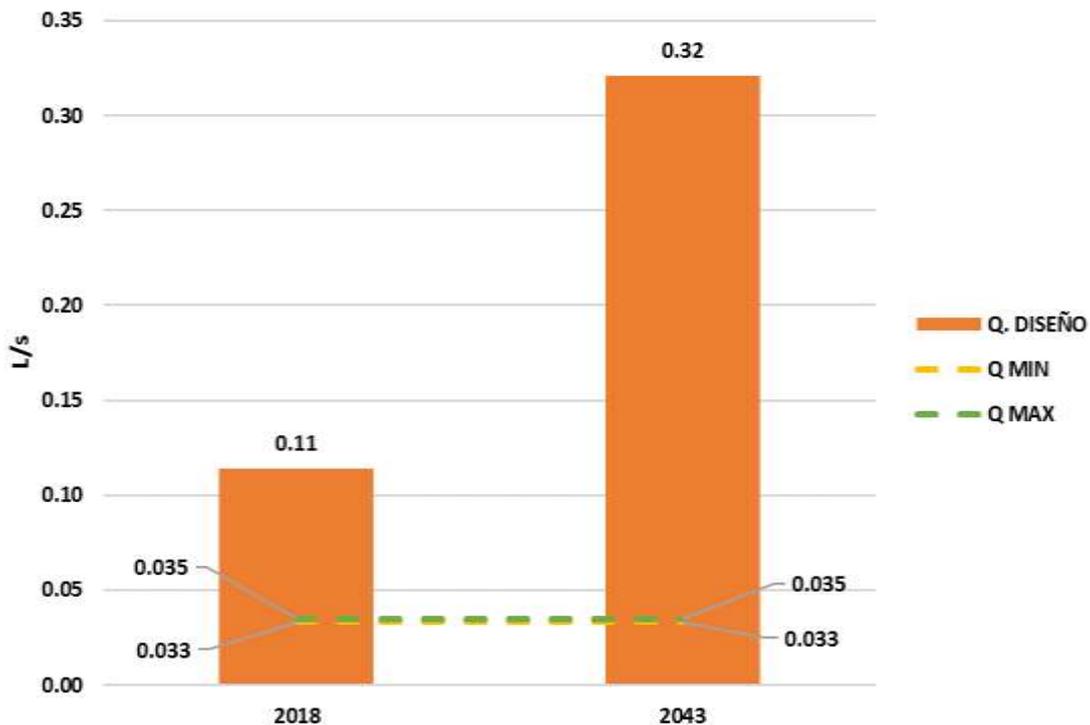
Ancho de la garganta	m	W	0.05
	pulgadas		1 "
Ancho de la salida	m	C	0.09
Ancho entrada sección convergente	m	D	0.17
Longitud de la garganta	m	F	0.08
longitud de la sección divergente	m	G	0.20
Longitud paredes sección divergente	m	K	0.02
Diferencia de elevación entre salida y cresta	m	N	0.03
Coefficiente de entrada		m	0.18
Exponente a la entrada		s	1.55

Los parámetros de referencia para mezclas de tipo hidráulico, establecidos por la Resolución 330 del 2017, son mostrados en la siguiente tabla al igual que las condiciones ideales del caudal que puede manejar la estructura en la mezcla con base a sus dimensiones:

	NORMATIVIDAD	CAPACIDAD
	G. VELOCIDAD (s <sup>-1</sup> )	CAUDAL (L/s)
LIM MIN	1000	0.035
LIM MAX	2000	0.033

**Tabla 2.262 Condiciones de la Canaleta Parshall**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

La siguiente Figura muestra los caudales correspondientes a la capacidad máxima y mínima con respecto a las dimensiones de la Canaleta Parshall, basado en el gradiente de velocidad el cual estipula que los rangos óptimos de funcionamiento es de 1000-2000 s<sup>-1</sup>



**Figura 2.258 Capacidad de la Canaleta Parshall**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento ideal de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para los dos periodos evaluados es mayor a los rangos óptimos del funcionamiento de la estructura por lo cual es necesario establecer una optimización de la estructura ya que esta no es capaz de operar de una forma eficiente con las características actuales.

#### • SEDIMENTADOR PRIMARIO

Los sedimentadores primarios se utilizan como tratamiento previo para los lodos activados en donde su principal función es de remover los sólidos suspendidos y DBO en las aguas residuales, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques. A continuación, se describe los cálculos que se utilizaron para determinar la capacidad limitante.

Profundo	1.2	m
Ancho total	1.00	m
Largo total	1.50	m

#### ➤ VOLUMEN

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=1.2*1*1.5=1.8m^3$$

➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$A_s = B * L$$

Donde,  
As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$A_s = 1 * 1.5 = 1.5 \text{ m}^2$$

➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$A_t = B * P$$

Donde,  
At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$A_t = 1.2 * 1 = 1.2 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 1.5 o 2.5 horas.

$$Q = \frac{V}{T_r}$$

Donde,  
Q: Caudal, L/s.  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{1.8}{1.5} * 1000 / 3600 = 0.2 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{1.8}{2.5} * 1000 / 3600 = 0.33 \text{ L/s}$$

➤ **TASA DE DESBORDAMIENTO SUPERFICIAL**

Se estableció una tasa para establecer el caudal limitante que puede manejar un sedimentador primario, según la resolución 330 del 2017 es de 30 hasta 50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d

$$Q = A_t * T$$

Donde,  
Q1: caudal, L/s.  
T: Tasa de desbordamiento, m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d.

La capacidad limitante mínima y máxima, con el parámetro de referencia, tasa de desbordamiento superficial, se determina de la siguiente manera

$$Q = (1.5 * 30) * 1000 / 86400 = 0.52 \text{ L/s}$$

$$Q = (1.5 * 50) * 1000 / 86400 = 0.87 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los diferentes parámetros de referencia evaluados por la consultoría para definir cuál de ellos determina la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

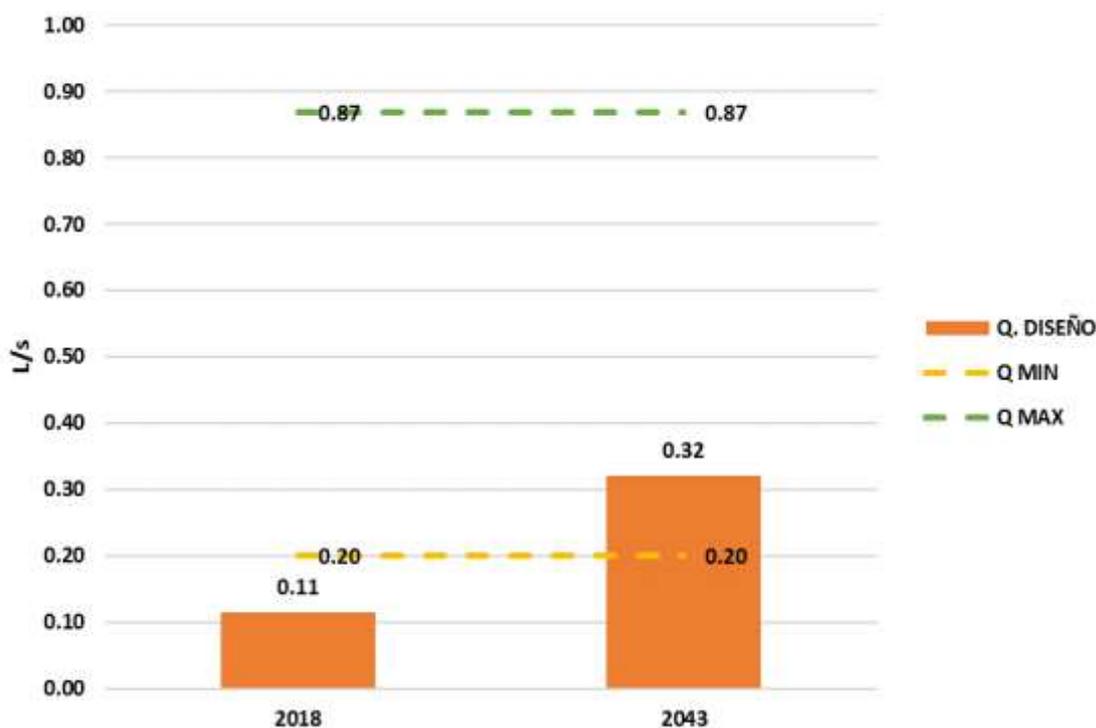
PARAMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMINATANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	1.5	2.5	0.20	0.33
Tasa de desbordamiento superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	30	50	0.52	0.87

**Tabla 2.263. Resumen de Capacidad del Sedimentador.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del sedimentador, la determina, la tasa de desbordamiento ya que según las dimensiones de la estructura esta es capaz de tratar 0.87 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima la establece el tiempo de retención ya que el caudal más pequeño que puede tratar es de 0.22 L/s.

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención, la tasa de desbordamiento determinados por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.259 Capacidad limitante del sedimentador**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento óptimo de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para el año 2043 el caudal diseñado está dentro de los rangos del parámetro de referencia, mientras que para el año 2018 la estructura no podrá funcionar de una forma óptima ya que el caudal establecido es menor al límite inferior.

## LODOS ACTIVADOS

Es un proceso de tratamiento biológico en ambiente aerobio, donde las aguas residuales son aireadas en un tanque que contiene una alta concentración de microorganismos degradadores por medio de mezcladores mecánicos o aire difuso. Para este caso se evaluó la capacidad de los lodos activados con un proceso convencional, el cual presenta las siguientes características.

Profundo	P	1.1	m
Ancho total	B	3	m
Largo total	L	5	m

### ➤ VOLUMEN

$$V=B*L*P$$

Donde,

V: Volumen, m<sup>3</sup>.

W: ancho, m.

L: Largo, m.

P: Profundo, m.

$$V=1.1*3*5=16.5 \text{ m}^3$$

### ➤ ÁREA SUPERFICIAL

$$As=B*L$$

Donde,

As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$As=3*5=15 \text{ m}^2$$

### ➤ ÁREA TRANSVERSAL

$$At=B*P$$

Donde,

At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$At=1.1*3=3.3 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

### ➤ CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 4-8 horas.

$$Q=\frac{V}{Tr}$$

Donde,

Q: Caudal, L/s.

V: Volumen, m<sup>3</sup>.

Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{16.5}{4} * 1000 / 3600 = 1.15 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{16.5}{8} * 1000 / 3600 = 0.57 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los valores calculados por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	4	8	0.57	1.15

**Tabla 2.264. Resumen de Capacidad de los Lodos Activados.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima de los lodos activados, es de 1.15 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.57 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.260 Capacidad limitante de lodos activados**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención, se puede concluir que la estructura no podrá operar de una manera adecuada ya que los caudales proyectados por la consultoría son menores al rango calculado, basado en la Resolución 330 del 2017.

- **SEDIMENTADOR DE ALTA TASA**

Los sedimentadores primarios se utilizan como tratamiento posterior de los lodos activados en donde su principal función es de remover los sólidos suspendidos y DBO del efluente. A continuación, se describe los cálculos que se utilizaron para determinar la capacidad limitante.

Profundo	P	0.98 m
Longitud de las placas	lp	0.5 m
Ancho total	B	1.00 m
Largo total	L	3.00 m

- **VOLUMEN**

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=0.5*1.0*0.98=1.5m^3$$

- **ÁREA SUPERFICIAL**

$$As=B*L$$

Donde,  
As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$As=3*1.0=3 m^2$$

- **ÁREA TRANSVERSAL**

$$At=B*P$$

Donde,  
At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$At=0.98*1=0.98m^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

- **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 2 a 3.5 horas.

$$Q=\frac{V}{Tr}$$

Donde,  
Q: Caudal, L/s.  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{1.5}{3.5} * 1000 / 3600 = 0.12 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{1.5}{2} * 1000 / 3600 = 0.21 \text{ L/s}$$

### ➤ TASA DE DESBORDAMIENTO SUPERFICIAL

Se estableció la tasa de desbordamiento limitante con base a los parámetros propuestos por la resolución 330 del 2017 con el fin de determinar los respectivos caudales que puede tratar el sedimentador secundario, los valores utilizados fueron 16 y 28 m³/m²/d

$$Q = A * T$$

Donde,

Q1: caudal, L/s.

T: Tasa de desbordamiento, m³/m²/d.

La capacidad limitante mínima y máxima, con el parámetro de referencia, tasa de desbordamiento superficial, se determina de la siguiente manera

$$Q = (3 * 16) * 1000 / 86400 = 0.56 \text{ L/s}$$

$$Q = (3 * 28) * 1000 / 86400 = 0.97 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los diferentes parámetros de referencia evaluados por la consultoría para definir cuál de ellos determina la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

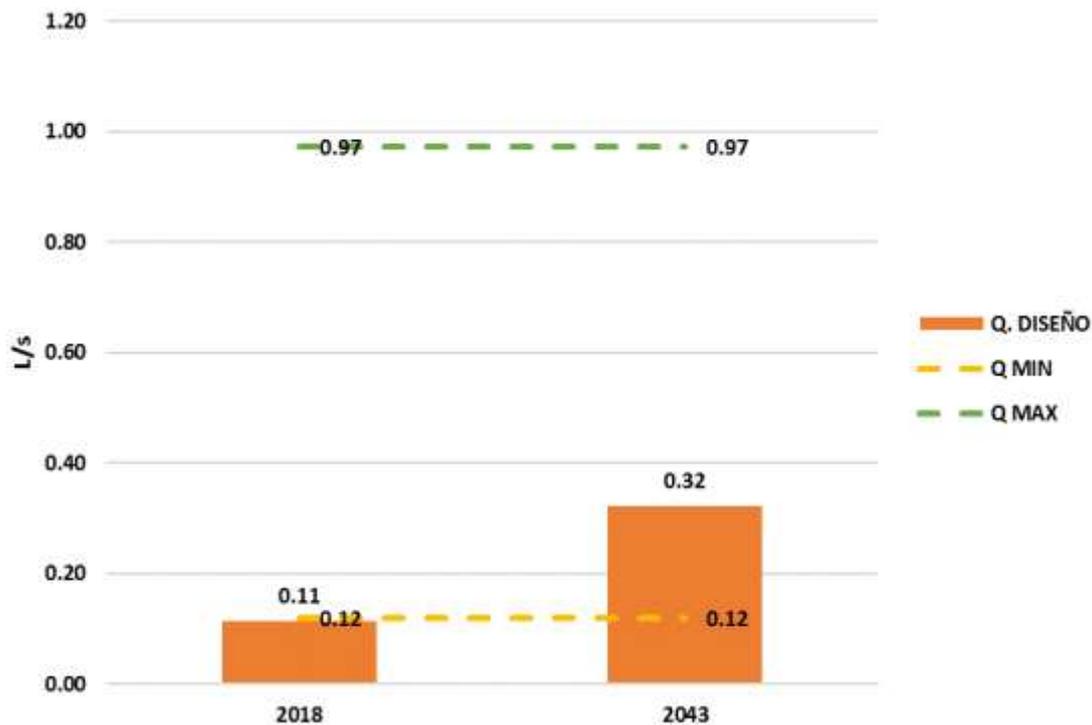
PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	2	3.5	0.12	0.21
Tasa de desbordamiento superficial (m³/m²/d)	16	28	0.56	0.97

**Tabla 2.265. Resumen de Capacidad del Sedimentador.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del sedimentador secundario, lo determina la tasa de desbordamiento superficial ya que según las dimensiones de la estructura esta es capaz de tratar 0.97 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima la establece el tiempo de retención ya que el caudal más pequeño que puede tratar es de 0.12 L/s.

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención, la tasa de desbordamiento determinados por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.261 Capacidad limitante del sedimentador**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento óptimo de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para el año 2043 el caudal diseñado está dentro de los rangos del parámetro de referencia, mientras que para el año 2018 la estructura no podrá funcionar de una forma óptima ya que el caudal establecido es menor al límite inferior.

#### • TANQUE DE DESINFECCIÓN

Para este caso la consultoría evalúa la capacidad hidráulica partiendo de los parámetros establecidos en la tabla C.8.2.C del RAS 2000, en donde se establece que la dosis óptima de aplicación de cloro es de 2mg/l, de igual manera se define el rango máximo y mínimo para los valores de  $Ct=k$ , para una temperatura de 10°C es de 58 hasta 100, en donde en condiciones ideales el efluente debe mantener un Ph de 6.0 a 7.5

Ancho	W	1.4	m
Longitud	L	1.00	m
Profundidad útil	H	0.67	m
Dosis del cloro	d	2.00	mg/l
Temperatura	t	10.00	°C
pH Min Adoptado	pH	6.5-7.5	pH

#### ➤ CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN

Basado en los parámetros establecidos por el RAS 2000, y teniendo en cuenta los parámetros anteriormente mencionados se procede a calcular el tiempo de retención y la capacidad limitante determinada por dicho parámetro basado en las dimensiones del tanque de cloración que se encuentra en la PTAR

➤ **VOLUMEN**

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=1.4*1 *0.67=0.94 \text{ m}^3$$

➤ **TIEMPO DE RETENCIÓN**

$$Tr=58/2=29$$

$$Tr=100/2=50$$

➤ **CAPACIDAD LIMITANTE**

$$Q=\frac{V}{Tr}$$

Donde,  
Q: Caudal, L/s.  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q=\frac{0.94}{50}=0.02 \text{ L/s}$$

$$Q=\frac{0.94}{29}=0.03 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los valores calculados, por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

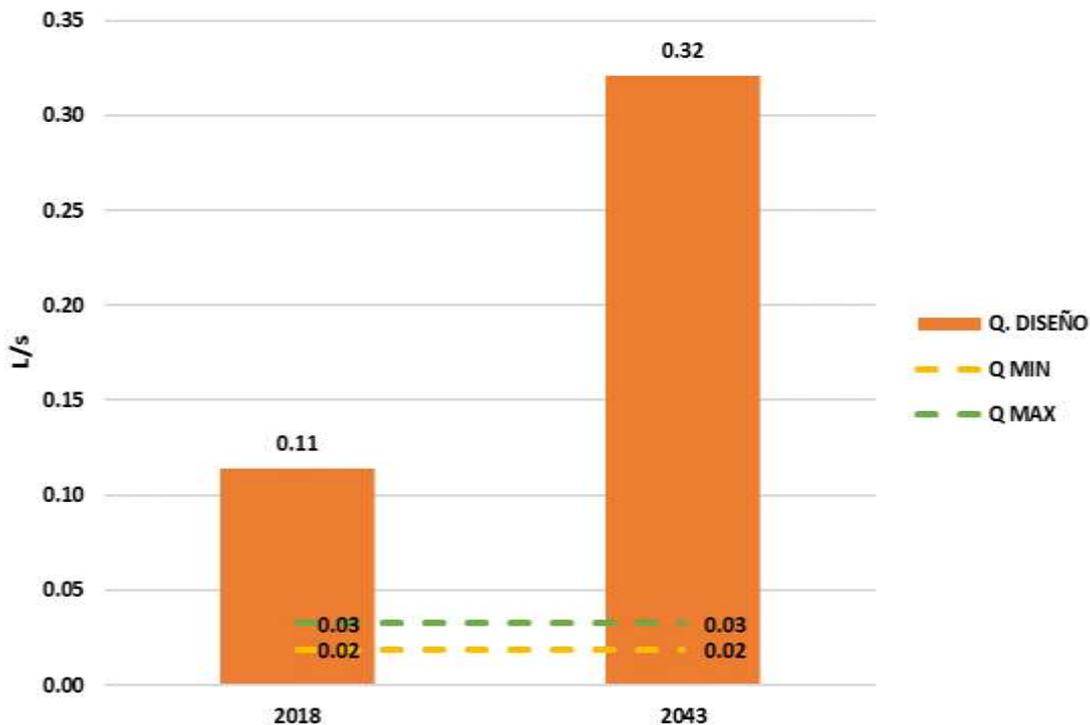
PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	29	50	0.02	0.03

**Tabla 2.266. Resumen de Capacidad de los Tanque de Desinfección.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S.,

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del tanque de desinfección, es de 0.03 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.02 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.262 Capacidad limitante del tanque de desinfección**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para los dos periodos evaluados es mayor a los rangos óptimos del funcionamiento de la estructura por lo cual es necesario establecer una optimización de la estructura ya que esta no es capaz de operar de una forma eficiente con las características actuales.

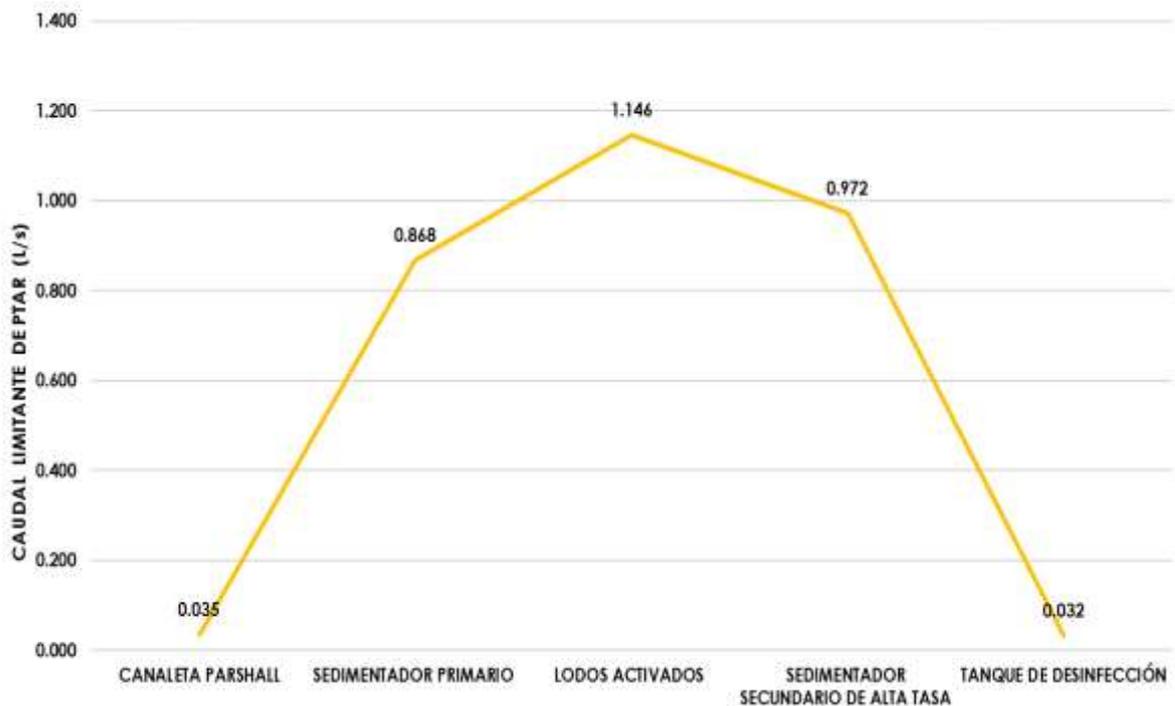
#### • CAPACIDAD LIMITANTE

Al determinar los caudales máximos de la PTAR se procede a establecer cuál es la capacidad máxima que puede manejar la planta sin que los demás procesos presentes falencias en sus funcionamientos.

PROCESOS	CAUDAL MAX (L/s)
<b>CANALETA PARSHALL</b>	0.035
SEDIMENTADOR PRIMARIO	0.868
LODOS ACTIVADOS	1.146
SEDIMENTADOR SECUNDARIO DE ALTA TASA	0.972
<b>TANQUE DE DESINFECCIÓN</b>	<b>0.032</b>

**Tabla 2.267. Resumen de Capacidad Limitante**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura hace la comparación de los caudales máximos que puede tatar cada estructura



**Figura 2.263 Resumen de Capacidad Limitante**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Finalmente se puede concluir que la capacidad limitante de PTAR las Auras la establece la canaleta parshall y el tanque de desinfección ya que esta puede tratar como máximo un caudal de 0.035 y 0.032 L/s (respectivamente), lo cual determina que desde la entrada del sistema se presenta una restricción considerable en cuanto al caudal máximo que puede tratar el sistema para que este sea eficiente en cuanto a su funcionamiento.

#### 2.6.1.6 SECTOR RURAL NAZARETH

El sector rural Nazareth cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

ID	Coordenadas ESTE (m)	Coordenadas NORTE (m)
PTAR	992,474.39	953,066.81

**Tabla 2.268 Localización PTAR, Nazareth**  
Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente imagen, se presenta gráficamente la localización de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del sector:



**Figura 2.264 Localización PTAR Nazareth**

Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta el registro fotográfico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Sector Rural Nazareth



**Figura 2.265 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nazareth**

Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

La planta de tratamiento de aguas residuales, consta de las siguientes unidades de tratamiento:

UNIDAD	FIGURA
Canal de Entrada	
Sedimentador Primario	
Sedimentador Secundario	
Sedimentador Terciario	

UNIDAD	FIGURA
Desinfección	

**Tabla 2.269 Unidades de Tratamiento, PTAR Nazareth**  
Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

### **SEDIMENTADOR PRIMARIO**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño del sedimentador primario de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características de las cámaras de sedimentación:

Longitud	L	4.45	m
Ancho	B	1	m
Profundo	P	1.45	m
Área transversal	At	6.5	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	4.5	m <sup>2</sup>

#### • **CARGA SUPERFICIAL**

Para determinar la carga superficial de cada cámara durante el proceso de sedimentación se utilizó la siguiente ecuación:

$$q = \frac{Q_c}{A_s}$$

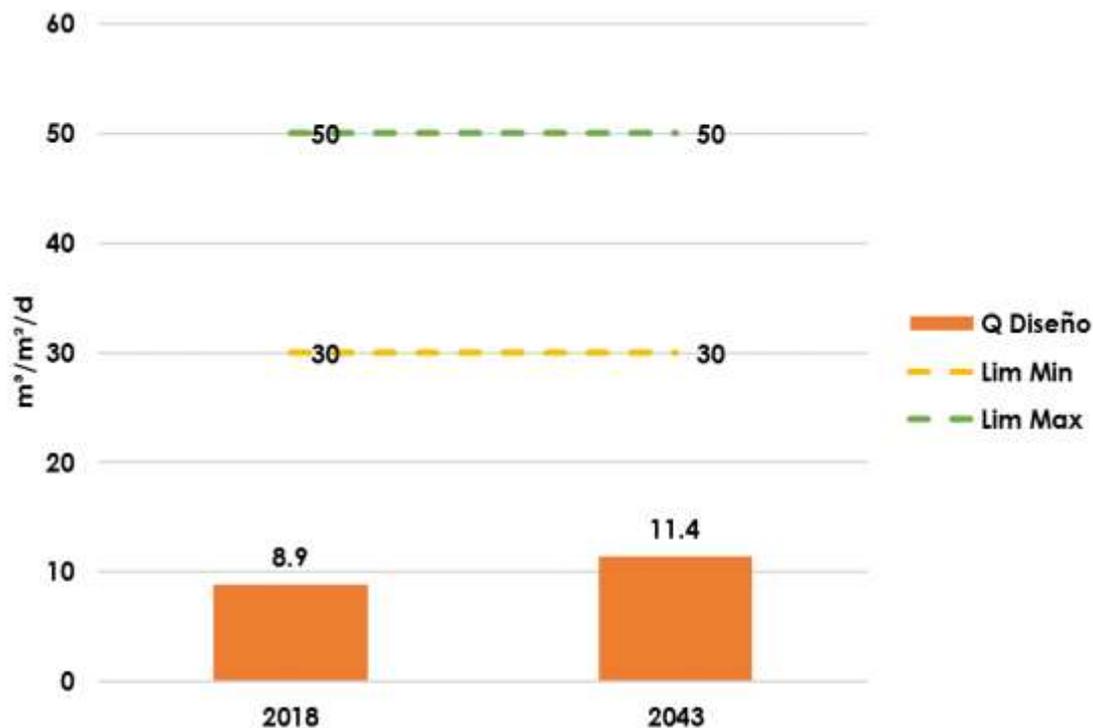
Para el año 2018 ( $Q = 0.46$  L/s), se establece que el caudal que maneja la cámara es de  $Q_c = 0.5$  L/s —  $39.42$  m<sup>3</sup>/d. Entonces la carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{39.4}{4.5} = 8.9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

En cambio, para el año 2043 ( $Q = 0.59$  L/s) se tiene que el caudal que maneja cada cámara es de  $Q_c = 0.59$  L/s —  $50.93$  m<sup>3</sup>/d. La carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{50.9}{4.5} = 11.4 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

La siguiente figura, se realiza la comparación de la carga superficial establecida en la Resolución 330 del 2017 para el sedimentador versus la calculada para cada año.



**Figura 2.266 Carga Superficial**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al comparar los valores calculados para los dos años con respecto a la cámara se puede inferir que NO cumple con los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, artículo 189, el cual establece que la carga superficial debe estar entre el rango de 30-50 m³/m²/d ya que en los dos casos se supera el valor máximo establecido.

- **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{P}{v_o}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención

P: Profundidad

v<sub>o</sub>: Velocidad flujo

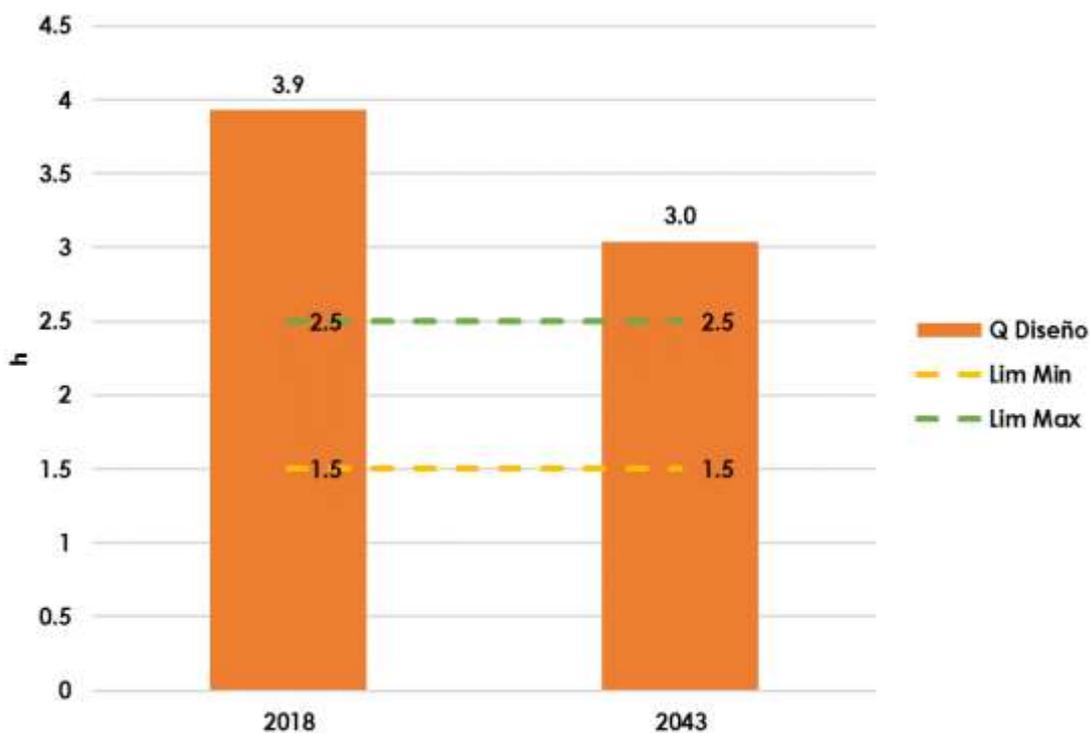
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.46 L/s) es:

$$tr = \frac{1.45}{0.006} \div 60 = 3.9 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.59L/s) es de:

$$tr = \frac{1.45}{0.008} \div 60 = 3.0 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de las estructuras de sedimentación de los dos escenarios versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.267 Tiempo de Retención**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar el tiempo de retención con los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 189, el cual establece que el tiempo de retención debe ser de 1.5 hasta 2.5 horas para sedimentadores primarios. Con lo anterior, se puede concluir que ninguno de los dos periodos está cumpliendo con los requisitos mínimos establecidos por la norma legal vigente.

### **LODOS ACTIVADOS**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad de lodos activados de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características de la cámara de los lodos activados

Profundo	P	1.8	m
Ancho total	B	2.55	m
Largo total	L	4.95	m
Área transversal	At	4.6	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	13	m <sup>2</sup>
Volumen Total	Vol	23	m <sup>3</sup>

### • **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{Vol}{Q}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención  
Q: caudal de diseño (m³/s)  
Vol: Volumen

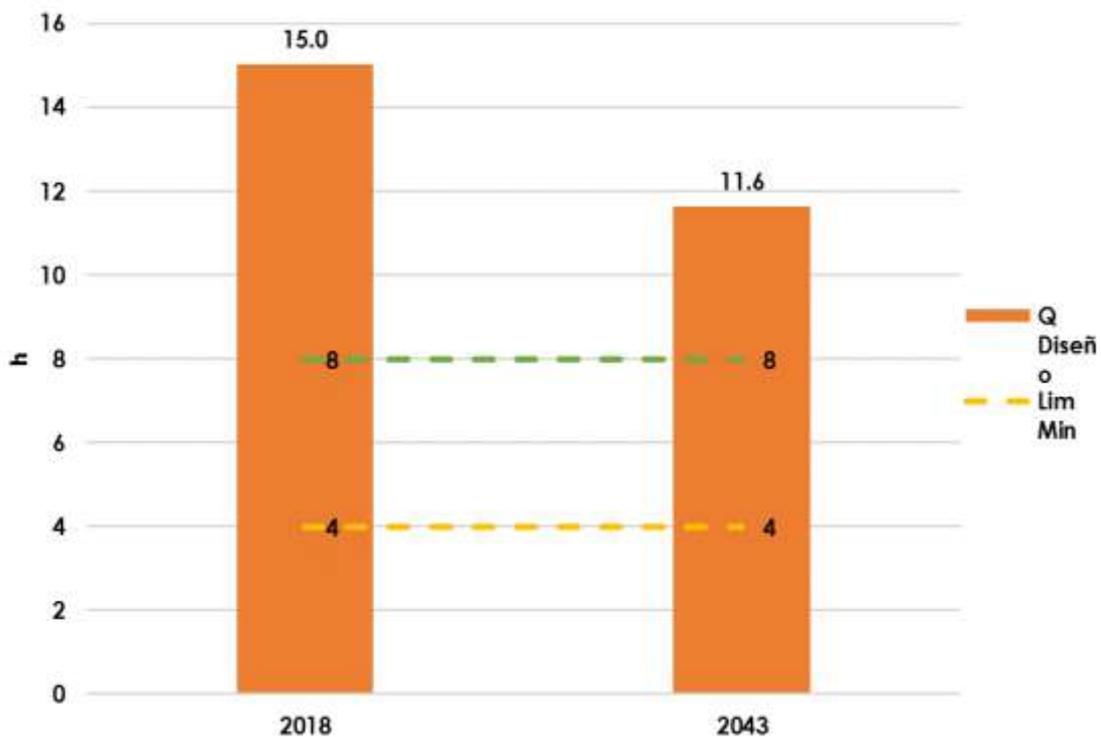
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.46L/s) es:

$$tr = \frac{25}{0.00046} \div 3600 = 15.02 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.59L/s) es de:

$$tr = \frac{25}{0.00059} \div 3600 = 11.6 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de la estructura para los dos años evaluados versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.268 Tiempo de Retención**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 193, el cual establece que el tiempo de retención de los lodos activados con un proceso convencional debe ser de 4 hasta 8 horas. Con lo anterior, se puede concluir que NO se está cumpliendo para los dos periodos con los parámetros de referencia.

### **SEDIMENTADOR SECUNDARIO DE ALTA TASA**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad de sedimentación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual, con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de la estructura. A continuación, se presentan las características de la cámara de sedimentación:

Longitud	L	7.8	m
Ancho	B	2	m
Profundo	P	1.02	m
Área transversal	At	8.0	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	15.6	m <sup>2</sup>

- **CARGA SUPERFICIAL**

Para determinar la carga superficial de cada cámara durante el proceso de sedimentación se utilizó la siguiente ecuación:

$$q = \frac{Q}{A_s}$$

Para el año 2018 (Q= 0.46 L/s - 39.4 m<sup>3</sup>/d). Entonces la carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{39.4}{1.6} = 2.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

En cambio, para el año 2043 (Q= 0.59L/s -50.9 m<sup>3</sup>/d). La carga superficial que maneja cada cámara es de:

$$q = \frac{50.9}{1.6} = 3.3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

La siguiente figura, se realiza la comparación de la carga superficial establecida en la Resolución 330 del 2017 para sedimentador vertical versus la calculada para cada año.



**Figura 2.269 Carga Superficial**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al comparar los valores calculados de los dos escenarios con respecto a cada cámara se puede inferir que en ninguno de los dos periodos está cumpliendo con los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, artículo 195, el cual establece que la carga superficial debe estar entre el rango de 16-28 m³/m²/d.

- **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por min (min) se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{P}{v_o}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención

P: Profundidad

v<sub>o</sub>: Velocidad flujo

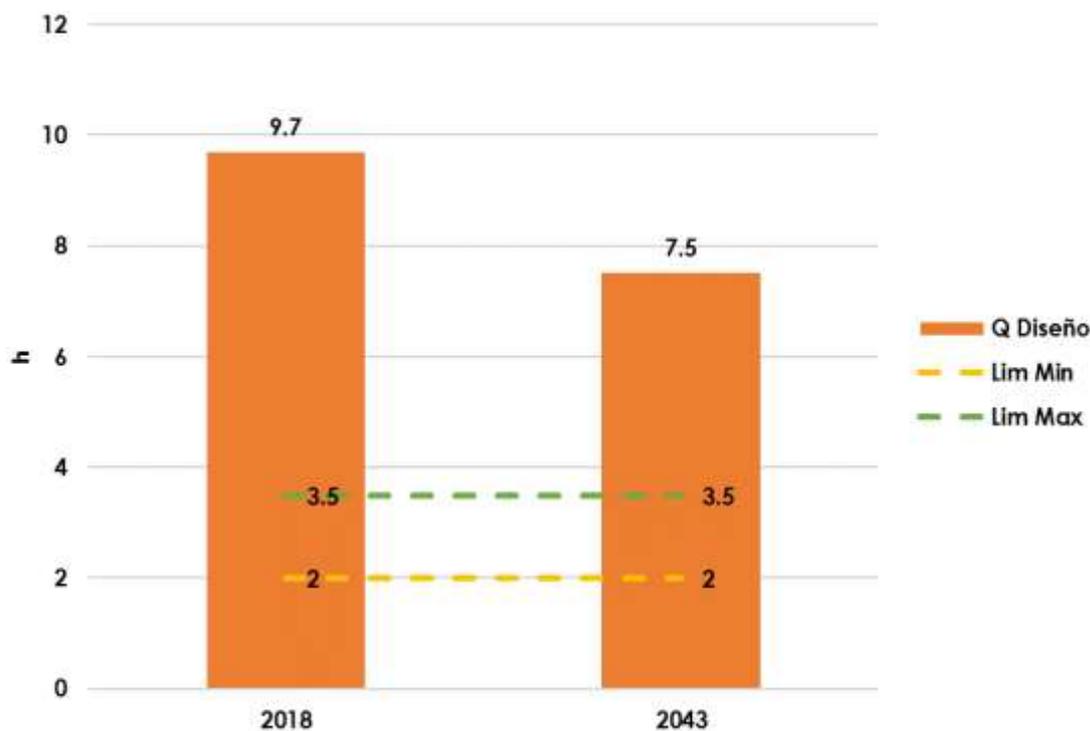
El tiempo de retención del primer escenario (Q=0.46 L/s) es:

$$tr = \frac{1.02}{0.002} \div 60 = 9.7. h$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación en el escenario 2 (Q= 0.59L/s) es de:

$$tr = \frac{1.02}{0.002} \div 60 = 7.5h$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de las estructuras de sedimentación de los dos escenarios versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.270** Tiempo de Retención

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar el tiempo de retención con los parámetros establecidos en la Resolución 330 2017, en el artículo 195, el cual establece que el tiempo de retención debe ser de 3.5 hasta 2 horas para sedimentadores secundarios. Con lo anterior, se puede concluir que ninguno de los dos periodos está cumpliendo con los parámetros de referencia.

La siguiente tabla muestra el resumen de los parámetros analizados para cada estructura basado en los rangos establecidos por la resolución 330 del 2017 y los valores calculados por la consultoría en donde se determina cuales cumplen y cuales con cumplen con cada requisito.

ESTRUCTURA	PARÁMETRO DE REFERENCIA	RANGO		2018	OBS	2043	OBS
		LÍM. MIN	LÍM. MÁX				
Sedimentador primario	Tiempo de retención (h)	1.5	2.5	3.9	NO Cumple	3.0	NO Cumple
	carga superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	30	50	8.9	NO Cumple	11.4	NO Cumple
Lodos activados	Tiempo de retención (h)	4	8	15.0	NO Cumple	11.6	NO Cumple
Sedimentador secundario	Tiempo de retención (h)	2	3.5	9.7	NO Cumple	7.5	NO Cumple
	carga superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	16.0	28	2.5	NO Cumple	3.3	NO Cumple

**Tabla 2.270** Resumen Evaluación Hidráulica PTAR Nazareth

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

## **CAPACIDAD HIDRAULICA PTAR NAZARETH**

Para establecer, calcular y determinar la capacidad hidráulica, lo primero que se hizo fue identificar las unidades de tratamiento que presenta la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la zona rural, las cuales son:

- Cámara de entrada
- Vertedero de excesos
- Sedimentador primario
- Lodos activados
- Sedimentador secundario
- Desinfección

### • **SEDIMENTADOR PRIMARIO**

Los sedimentadores primarios se utilizan como tratamiento previo para los lodos activados en donde su principal función es de remover los sólidos suspendidos y DBO en las aguas residuales, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques. A continuación, se describe los cálculos que se utilizaron para determinar la capacidad limitante.

Profundo	1.45	m
Ancho total	1.00	m
Largo total	4.45	m

#### ➤ **VOLUMEN**

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=4.45*1*1.45=6.45m^3$$

#### ➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$As=B*L$$

Donde,  
As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$As=1*4.5=4.5m^2$$

#### ➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$At=B*P$$

Donde,  
At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$At=1.45*1=1.45m^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 1.5 o 2.5 horas.

$$Q = \frac{V}{T_r}$$

Donde,

Q: Caudal, L/s.

V: Volumen, m³.

T<sub>r</sub>: Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{6.45}{2.5} * 1000 / 3600 = 0.72 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{6.45}{1.5} * 1000 / 3600 = 1.19 \text{ L/s}$$

➤ **TASA DE DESBORDAMIENTO SUPERFICIAL**

Se estableció una tasa para establecer el caudal limitante que puede manejar un sedimentador primario, según la resolución 330 del 2017 es de 30 hasta 50 m³/m²/d

$$Q = A * T$$

Donde,

T: Tasa de desbordamiento, m³/m²/d.

La capacidad limitante mínima y máxima, con el parámetro de referencia, tasa de desbordamiento superficial, se determina de la siguiente manera

$$Q = (4.45 * 30) * 1000 / 86400 = 1.55 \text{ L/s}$$

$$Q = (4.45 * 50) * 1000 / 86400 = 2.58 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los diferentes parámetros de referencia evaluados por la consultoría para definir cuál de ellos determina la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	1.5	2.5	0.72	1.19
Tasa de desbordamiento superficial (m³/m²/d)	30	50	1.55	2.58

**Tabla 2.271. Resumen de Capacidad del Sedimentador.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del sedimentador, la determina, la tasa de desbordamiento ya que según las dimensiones de la estructura esta es capaz de tratar 2.58 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima la establece el tiempo de retención ya que el caudal más pequeño que puede tratar es de 0.72L/s.

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención, la tasa de desbordamiento determinados por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.271 Capacidad limitante del sedimentador**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención y capacidad de carga superficial, se puede concluir que la estructura no podrá operar de una manera adecuada ya que los caudales proyectados por la consultoría son menores al rango calculado, basado en la Resolución 330 del 2017.

• **LODOS ACTIVADOS**

Es un proceso de tratamiento biológico en ambiente aerobio, donde las aguas residuales son aireadas en un tanque que contiene una alta concentración de microorganismos degradadores por medio de mezcladores mecánicos o aire difuso. Para este caso se evaluó la capacidad de los lodos activados con un proceso convencional, el cual presenta las siguientes características.

Profundo	P	1.59	m
Ancho total	B	2	m
Largo total	L	7.76	m

➤ **VOLUMEN**

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m³.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=1.59*2*7.76=24.68 \text{ m}^3$$

➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$A_s=B*L$$

Donde,

A<sub>s</sub>: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$A_s=2*7.76=15.52 \text{ m}^2$$

➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$A_t=B*P$$

Donde,

A<sub>t</sub>: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$A_t=1.59*2=3.18 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 4-8 horas.

$$Q=\frac{V}{T_r}$$

Donde,

Q: Caudal, L/s.

V: Volumen, m<sup>3</sup>.

T<sub>r</sub>: Tiempo de retención, s.

$$Q=\frac{24.68}{8} * 1000/3600= 0.86 \text{ L/s}$$

$$Q=\frac{24.68}{4} * 1000/ 3600=1.71 \text{ L/s}$$

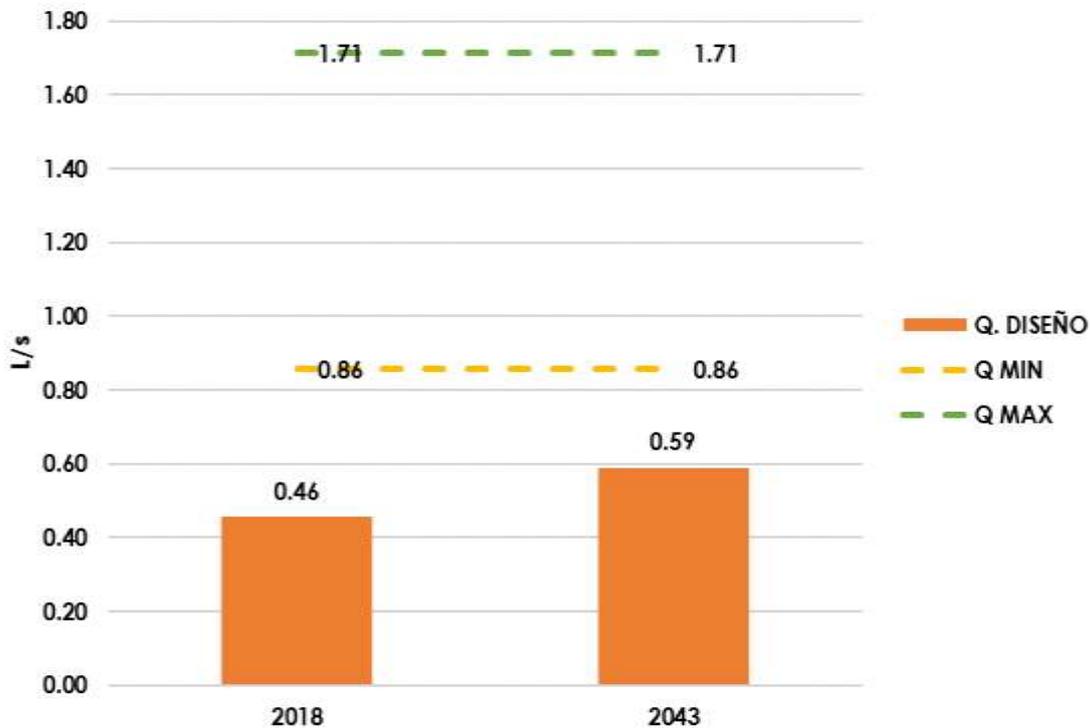
La siguiente tabla resume los valores calculados por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	4	8	0.86	1.71

**Tabla 2.272. Resumen de Capacidad de los Lodos Activados.**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima de los lodos activados, es de 1.71 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.86 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.272 Capacidad limitante de los lodos activados**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención, se puede concluir que la estructura no podrá operar de una manera adecuada ya que los caudales proyectados por la consultoría son menores al rango calculado, basado en la Resolución 330 del 2017.

#### • SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Los sedimentadores primarios se utilizan como tratamiento posterior de los lodos activados en donde su principal función es de remover los sólidos sólidos suspendidos y DBO del efluente. A continuación, se describe los cálculos que se utilizaron para determinar la capacidad limitante.

Profundo	P	1.02	m
Ancho total	B	2	m
Largo total	L	7.8	m

#### ➤ VOLUMEN

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=1.2*2*7.8=15.91\text{m}^3$$

➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$A_s=B*L$$

Donde,

$A_s$ : Área superficial,  $\text{m}^2$ .

$$A_s=2*7.8=15.6 \text{ m}^2$$

➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$A_t=B*P$$

Donde,

$A_t$ : Área transversal,  $\text{m}^2$ .

$$A_t=1.02*2=2.04 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 2 a 3.5 horas.

$$Q=\frac{V}{T_r}$$

Donde,

$Q$ : Caudal, L/s.

$V$ : Volumen,  $\text{m}^3$ .

$T_r$ : Tiempo de retención, s.

$$Q=\frac{15.9}{3.5}*1000/3600= 1.26 \text{ L/s}$$

$$Q=\frac{15.9}{2}*1000/3600= 2.21 \text{ L/s}$$

➤ **TASA DE DESBORDAMIENTO SUPERFICIAL**

Se estableció la tasa de desbordamiento limitante con base a los parámetros propuestos por la resolución 330 del 2017 con el fin de determinar los respectivos caudales que puede tratar el sedimentador secundario, los valores utilizados fueron 16 y 28  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$

$$Q=A_t*T$$

Donde,

$Q$ : caudal, L/s.

$T$ : Tasa de desbordamiento,  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ .

La capacidad limitante mínima y máxima, con el parámetro de referencia, tasa de desbordamiento superficial, se determina de la siguiente manera

$$Q=(15.6*16)*1000/86400=2.89 \text{ L/s}$$

$$Q=(15.6*28)*1000/86400=5.06 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los diferentes parámetros de referencia evaluados por la consultoría para definir cuál de ellos determina la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

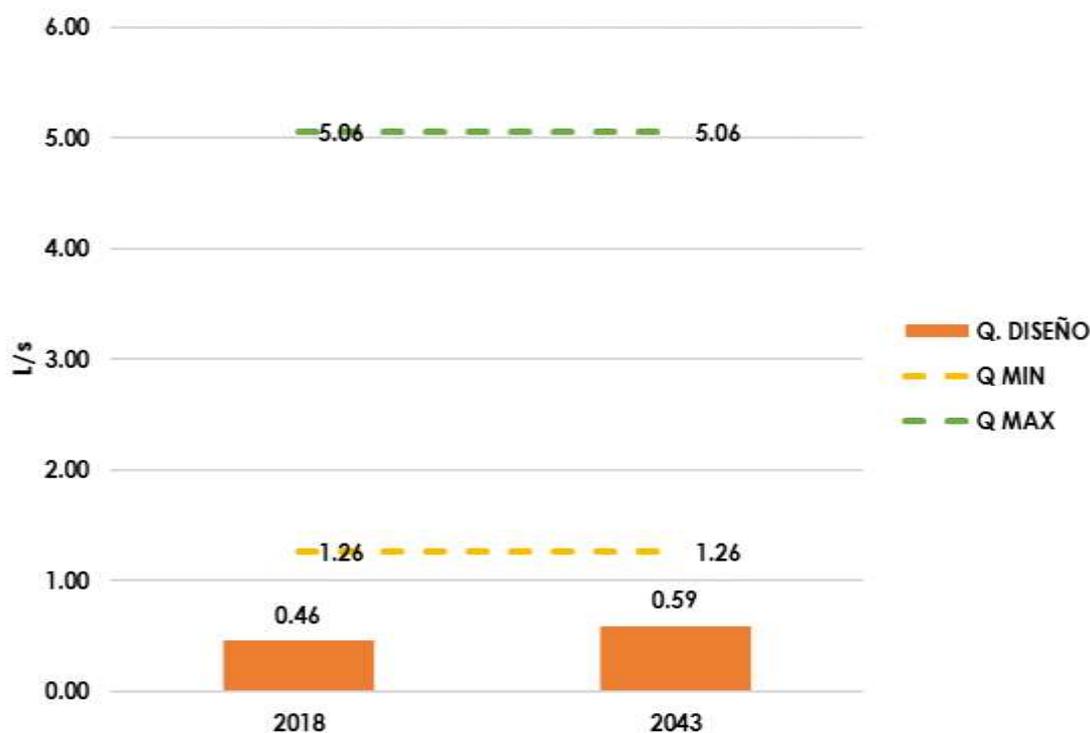
PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	2	3.5	1.26	2.21
Tasa de desbordamiento superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	16	28	2.89	5.06

**Tabla 2.273. Resumen de Capacidad del Sedimentador.**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del sedimentador secundario, lo determina la tasa de desbordamiento superficial ya que según las dimensiones de la estructura esta es capaz de tratar 5.06 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima la establece el tiempo de retención ya que el caudal más pequeño que puede tratar es de 1.26 L/s.

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención, la tasa de desbordamiento determinados por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.273 Capacidad limitante del sedimentador**

**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención y capacidad de carga superficial, se puede concluir que la estructura no podrá operar de una manera

adecuada ya que los caudales proyectados por la consultoría son menores al rango calculado, basado en la Resolución 330 del 2017.

• **TANQUE DE DESINFECCIÓN**

Para este caso la consultoría evalúa la capacidad hidráulica partiendo de los parámetros establecidos en la tabla C.8.2.C del RAS 2000, en donde se establece que la dosis óptima de aplicación de cloro es de 2mg/l, de igual manera se define el rango máximo y mínimo para los valores de Ct=k, para una temperatura de 10°C es de 58 hasta 100, en donde en condiciones ideales el efluente debe mantener un Ph de 6.0 a 7.5

Ancho	W	3.8	m
Longitud	L	1.25	m
Profundidad útil	H	0.50	m
Dosis del cloro	d	2.00	mg/l
Temperatura	t	10.00	°C
pH Min Adoptado	pH	6.5-7.5	pH

➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por el RAS 2000, y teniendo en cuenta los parámetros anteriormente mencionados se procede a calcular el tiempo de retención y la capacidad limitante determinada por dicho parámetro basado en las dimensiones del tanque de cloración que se encuentra en la PTAR

➤ **VOLUMEN**

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m³.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=3.8*1.25 *0.5=2.38 \text{ m}^3$$

➤ **TIEMPO DE RETENCIÓN**

$$Tr=58/2=29$$

$$Tr=100/2=50$$

➤ **CAPACIDAD LIMITANTE**

$$Q=\frac{V}{Tr}$$

Donde,  
Q: Caudal, L/s.  
V: Volumen, m³.  
Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q=\frac{2.38}{50} = 0.05 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{2.38}{29} = 0.08 \text{ L/s}$$

La siguiente tabla resume los valores calculados, por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

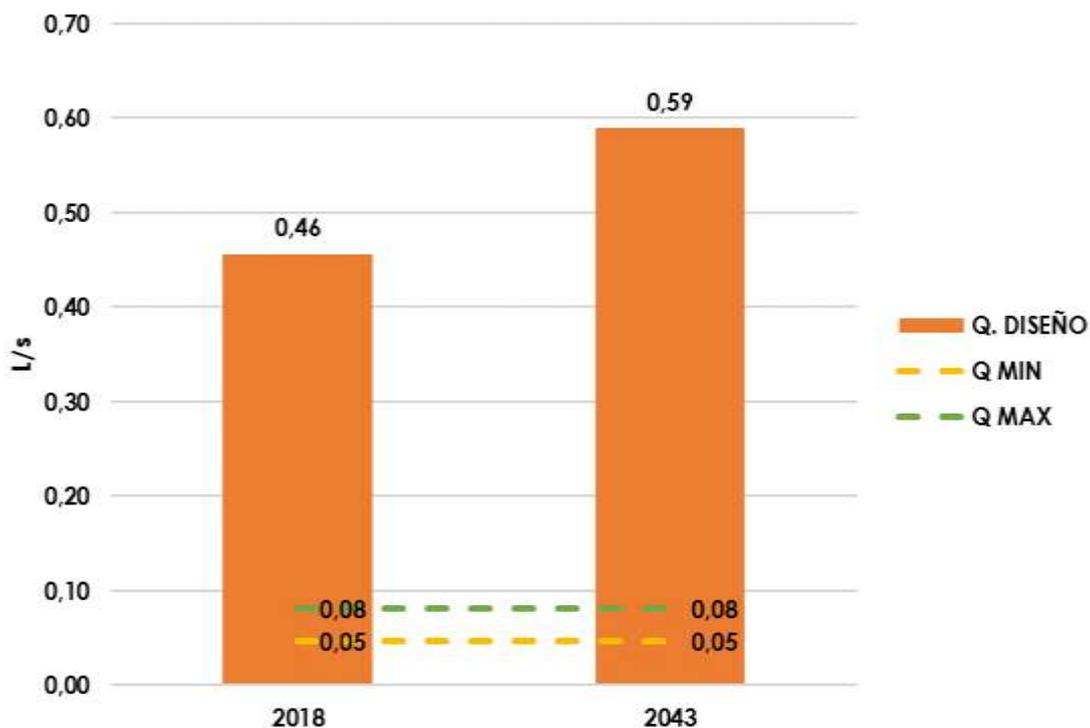
PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	29	50	0.05	0.08

**Tabla 2.274. Resumen de Capacidad de los Tanque de Desinfección.**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S.,

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima del tanque de desinfección, es de 0.08 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.05 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.274 Capacidad limitante del tanque de desinfección**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para los dos periodos evaluados es mayor a los rangos óptimos del funcionamiento de la estructura por lo cual es necesario establecer una optimización de la estructura ya que esta no es capaz de operar de una forma eficiente con las características actuales.

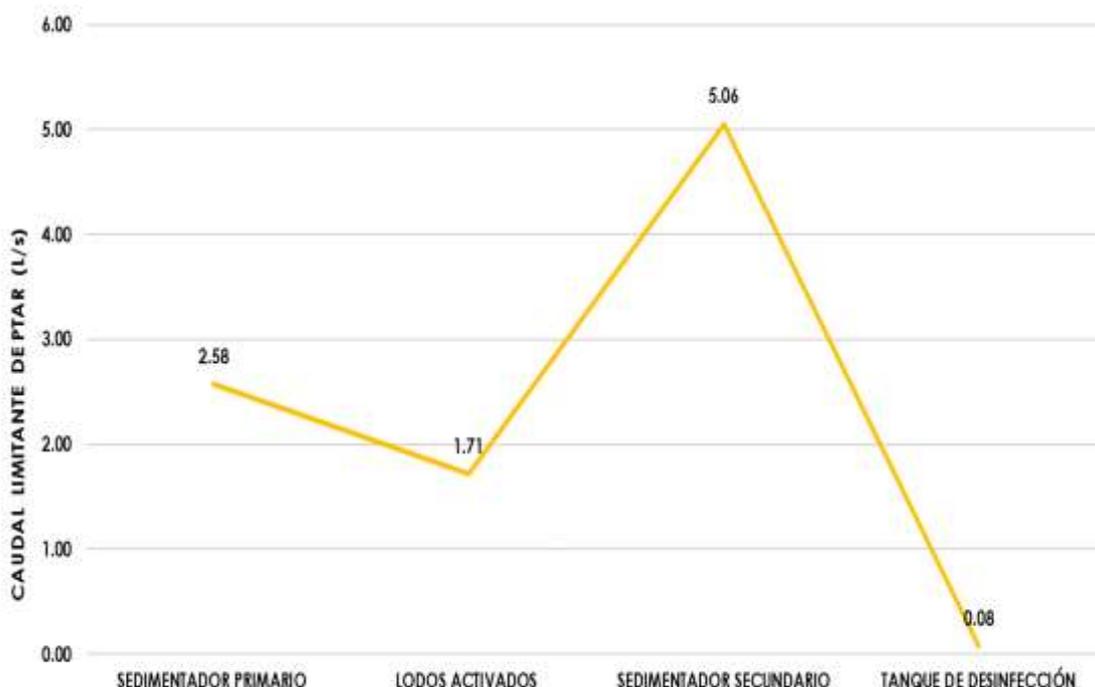
• **CAPACIDAD LIMITANTE**

Al determinar los caudales máximos de la PTAR se procede a establecer cuál es la capacidad máxima que puede manejar la planta sin que los demás procesos presentes falencias en sus funcionamientos.

PROCESOS	CAUDAL MAX (L/s)
SEDIMENTADOR PRIMARIO	2.58
LODOS ACTIVADOS	1.71
SEDIMENTADOR SECUNDARIO	5.06
<b>TANQUE DE DESINFECCIÓN</b>	<b>0.08</b>

**Tabla 2.275. Resumen de Capacidad Limitante**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura hace la comparación de los caudales máximos que puede tratar cada estructura



**Figura 2.275 Resumen de Capacidad Limitante**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Finalmente se puede concluir que la capacidad limitante de PTAR Nazareth lo establece el tanque de desinfección y los lodos activados ya que estas pueden tratar como máximo un caudal de 0.08 y 1.71 L/s ( respectivamente), lo cual determina que desde la entrada del sistema se presenta una restricción considerable en cuanto al caudal máximo que puede tratar el sistema para que este sea eficiente en cuanto a su funcionamiento.

**2.6.1.7 SECTOR RURAL BETANIA**

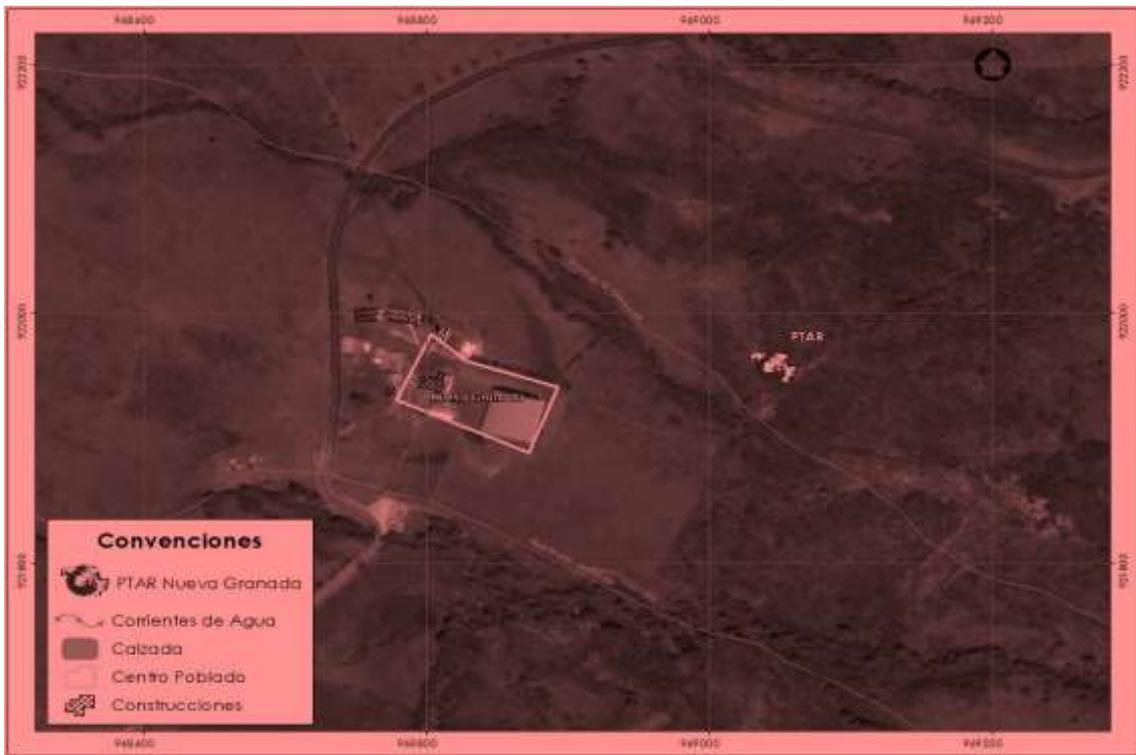
El sistema de Tratamiento del sector rural Betania considera un Pozo Séptico, el cual se encuentra ubicada en las coordenadas:

ID	Coordenada ESTE (m)	Coordenada NORTE (m)
Pozo Séptico	992,475.84	958,257.56

**Tabla 2.276 Localización PTAR, Betania**

**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

En la siguiente imagen, se presenta gráficamente la localización del Pozo Séptico del sector:



**Figura 2.276 Localización Pozo Séptico Betania**

**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta el registro fotográfico del Pozo Séptico del Sector rural Betania



**Figura 2.277 Pozo Séptico, Betania**

**Fuente:** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

## POZO SÉPTICO 1

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad del pozo séptico de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características del pozo séptico

Profundo	P	2.1	m
Ancho total	B	2.1	m
Largo total	L	2.4	m
Área transversal	At	4.41	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	5.04	m <sup>2</sup>
Volumen Total	Vol	10.58	m <sup>3</sup>

### • TIEMPO DE RETENCIÓN

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{Vol}{Q}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención  
Q: caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)  
Vol: Volumen

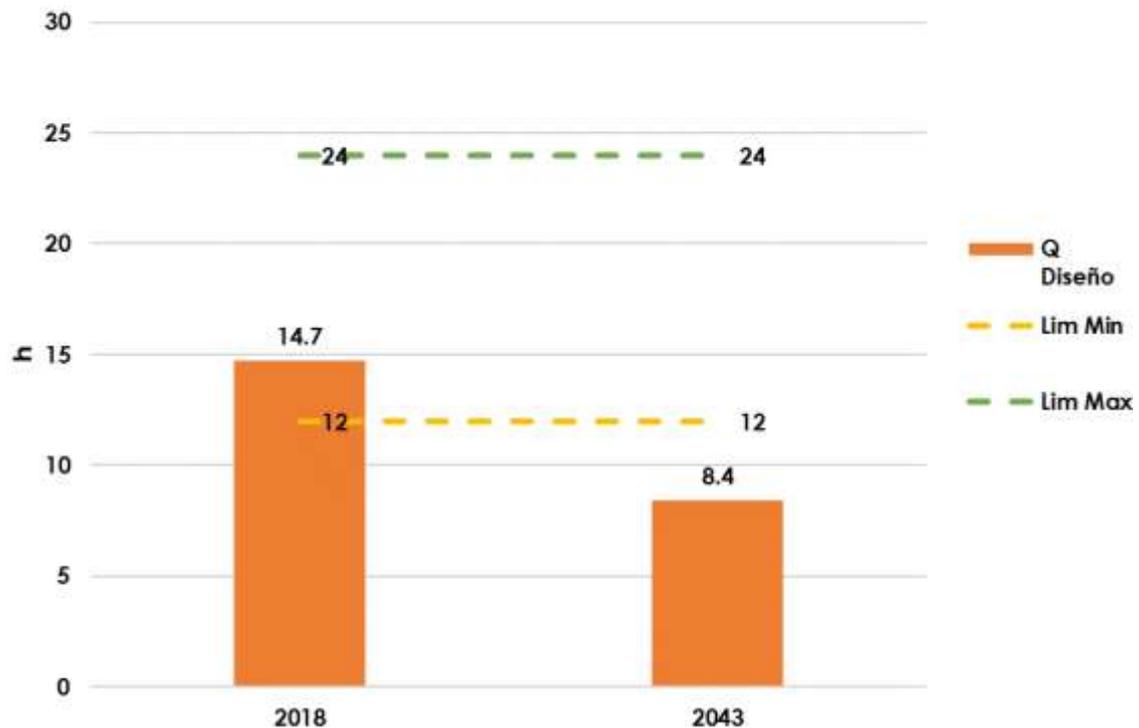
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.2L/s) es:

$$tr = \frac{10.58}{0.0002} \div 3600 = 14.7 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.35L/s) es de:

$$tr = \frac{10.58}{0.00035} \div 3600 = 8.4 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de la estructura para los dos años evaluados versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.278 Tiempo de Retención**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 173, el cual establece que el tiempo de retención del pozo séptico, debe ser de 12 hasta 24 horas. Con lo anterior, se puede concluir que para el periodo del 2018 esta estructura cumple con la norma mientras que para el año proyectado la unidad de tratamiento NO está cumpliendo con el parámetro de referencia.

## **POZO SÉPTICO 2**

Se evaluaron las condiciones y requisitos del diseño de la unidad del pozo séptico de la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el fin de determinar y estimar el funcionamiento de las estructuras. A continuación, se presentan las características del pozo séptico

Profundo	P	2.1	m
Ancho total	B	1.8	m
Largo total	L	3.35	m
Área transversal	At	3.8	m <sup>2</sup>
Área Superficial	As	6.0	m <sup>2</sup>
Volumen Total	Vol	12.7	m <sup>3</sup>

### • **TIEMPO DE RETENCIÓN**

El cálculo de retención hidráulica por horas se determinó con la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{Vol}{Q}$$

Donde

Tr: Tiempo de retención

Q: caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

Vol: Volumen

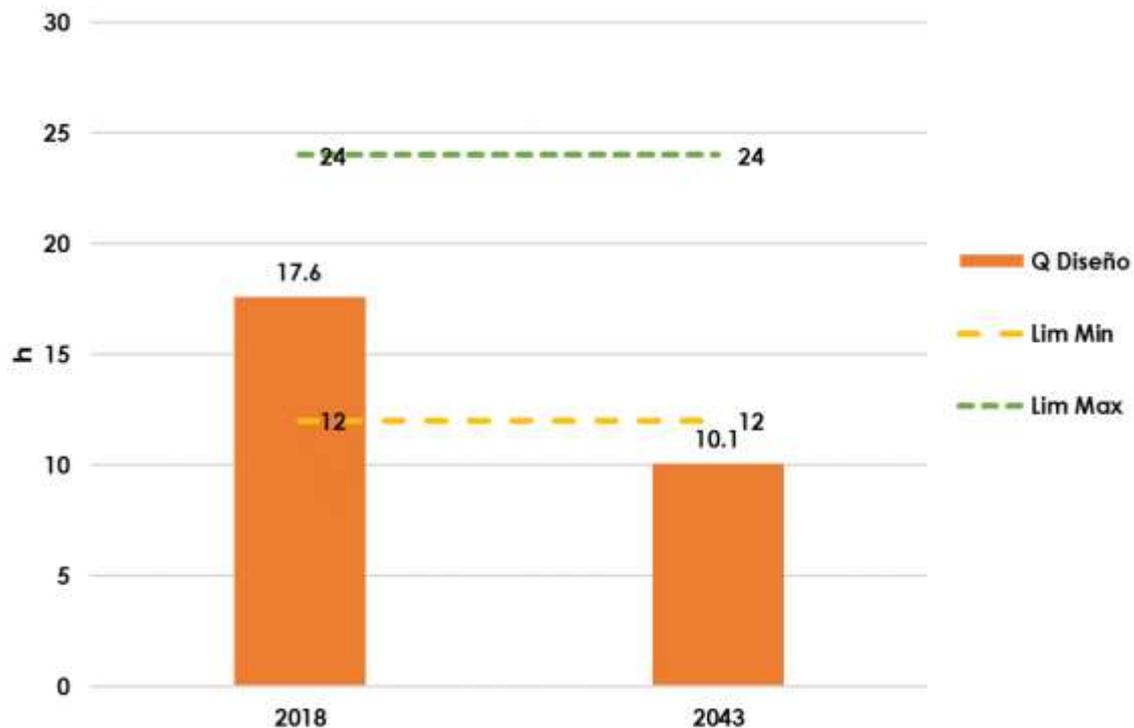
El tiempo de retención para con el caudal de diseño para el año 2018 (Q=0.2L/s) es:

$$tr = \frac{12.7}{0.0002} \div 3600 = 17.58 \text{ h}$$

El tiempo de retención calculado para el sistema de sedimentación para el año 2043 (Q= 0.25L/s) es de:

$$tr = \frac{12.7}{0.0003} \div 3600 = 10.05 \text{ h}$$

La siguiente figura muestra la comparación de los valores calculados por el consorcio, en cuanto a la evaluación Hidráulica de la estructura para los dos años evaluados versus la normatividad vigente (Resolución 330 del 2017)



**Figura 2.279 Tiempo de Retención**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al evaluar los parámetros establecidos en la Resolución 330 del 2017, en el artículo 173, el cual establece que el tiempo de retención del pozo séptico, debe ser de 12 hasta 24 horas. Con lo anterior, se puede concluir que para el periodo del 2018 esta estructura cumple con la norma mientras que para el año proyectado la unidad de tratamiento NO está cumpliendo con el parámetro de referencia.

La siguiente tabla muestra el resumen de los parámetros analizados para cada estructura basado en los rangos establecidos por la resolución 330 del 2017 y los valores calculados por la consultoría en donde se determina cuales cumplen y cuales con cumplen con cada requisito.

ESTRUCTURA	PARAMETRO DE REFERENCIA	RANGO		2018	OBS	2043	OBS
		LÍM. MIN	LÍM. MÁX				
Pozo séptico 1	Tiempo de retención (h)	12	24	14.7	Cumple	8.4	NO Cumple
Pozo séptico 2	Tiempo de retención (h)	12	24	17.6	Cumple	10.1	NO Cumple

**Tabla 2.277 Resumen Evaluación Hidráulica PTAR Santo Domingo**

Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

### **CAPACIDAD HIDRÁULICA PTAR BETANIA**

Para establecer, calcular y determinar la capacidad hidráulica, lo primero que se hizo fue identificar las unidades de tratamiento que presenta la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la zona rural, las cuales son:

- Pozo séptico primario
- Pozo séptico secundario

#### **• POZO SÉPTICO PRIMARIO**

Es un proceso de tratamiento biológico anaerobio y facultativo, donde este es capaz de separar y procesar los residuos provenientes del sistema de alcantarillado. Dicha estructura es procesa los sólidos suspendidos y los sólidos sedimentables formando una capa de lodo, en donde se combina el proceso de sedimentación y digestión. Para este caso se evaluó la capacidad del tanque séptico con un proceso convencional, el cual presenta las siguientes características.

Profundo	P	2.1	m
Ancho total	B	2.1	m
Largo total	L	2.4	m

#### ➤ **VOLUMEN**

$$V=B*L*P$$

Donde,

V: Volumen, m<sup>3</sup>.

W: ancho, m.

L: Largo, m.

P: Profundo, m.

$$V=2.1*2.1*2.4=10.58 \text{ m}^3$$

#### ➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$As=B*L$$

Donde,

As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$As=2.1*2.4=5.04 \text{ m}^2$$

#### ➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$At=B*P$$

Donde,

At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$At=2.1*2.1=4.41 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 12-24 horas.

$$Q = \frac{V}{Tr}$$

Donde,

Q: Caudal, L/s.

V: Volumen, m³.

Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q = \frac{10.58}{12} * 1000 / 3600 = 0.12 \text{ L/s}$$

$$Q = \frac{10.58}{24} * 1000 / 3600 = 0.25 \text{ L/s}$$

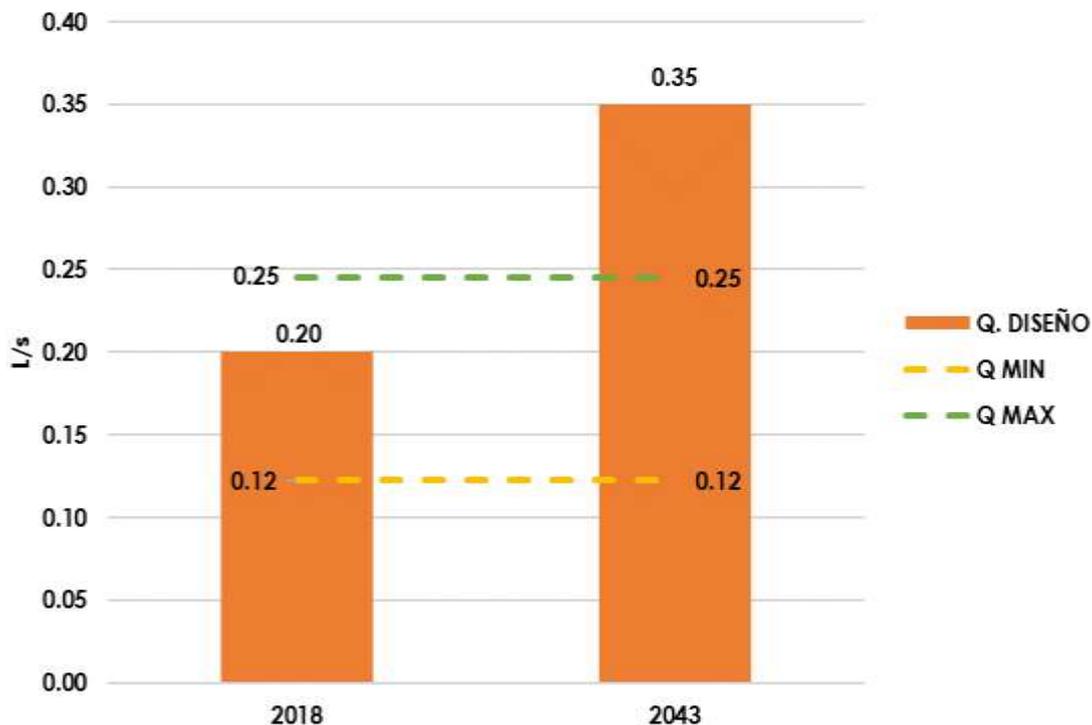
La siguiente tabla resume los valores calculados por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	12	24	0.12	0.25

**Tabla 2.278. Resumen de Capacidad de Pozo Séptico.**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima de los lodos activados, es de 0.25 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.12 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.280 Capacidad limitante del pozo séptico**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento óptimo de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para el año 2018 el caudal diseñado está dentro de los rangos del parámetro de referencia, mientras que para el año 2043 la estructura no podrá funcionar de una forma óptima ya que esta no será capaz de soportar el caudal proyectado

#### • POZO SÉPTICO SECUNDARIO

Es un proceso de tratamiento biológico anaerobio y facultativo, donde este es capaz de separar y procesar los residuos provenientes del sistema de alcantarillado. Dicha estructura es procesa los sólidos suspendidos y los sólidos sedimentables formando una capa de lodo, en donde se combina el proceso de sedimentación y digestión. Para este caso se evaluó la capacidad del tanque séptico con un proceso convencional, el cual presenta las siguientes características.

Profundo	P	2.1	m
Ancho total	B	1.8	m
Largo total	L	3.35	m

#### ➤ VOLUMEN

$$V=B*L*P$$

Donde,  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
W: ancho, m.  
L: Largo, m.  
P: Profundo, m.

$$V=2.1*1.8*3.35=12.66 \text{ m}^3$$

➤ **ÁREA SUPERFICIAL**

$$A_s=B*L$$

Donde,  
As: Área superficial, m<sup>2</sup>.

$$A_s=1.8*3.35=6.03 \text{ m}^2$$

➤ **ÁREA TRANSVERSAL**

$$A_t=B*P$$

Donde,  
At: Área transversal, m<sup>2</sup>.

$$A_t=2.1*1.8=3.78 \text{ m}^2$$

Se establecen los caudales a partir de los rangos de tiempo de retención y tasa de desbordamiento recomendados por la Resolución 330 del 2017

➤ **CAUDAL POR TIEMPO DE RETENCIÓN**

Basado en los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 2017, se determinaron los caudales limitantes con respecto al tiempo de retención recomendado, el cual debe estar dentro del rango de 12-24 horas.

$$Q=\frac{V}{T_r}$$

Donde,  
Q: Caudal, L/s.  
V: Volumen, m<sup>3</sup>.  
Tr: Tiempo de retención, s.

$$Q=\frac{12.66}{12}*1000/3600= 0.15 \text{ L/s}$$

$$Q=\frac{12.66}{24}*1000/ 3600=0.29 \text{ L/s}$$

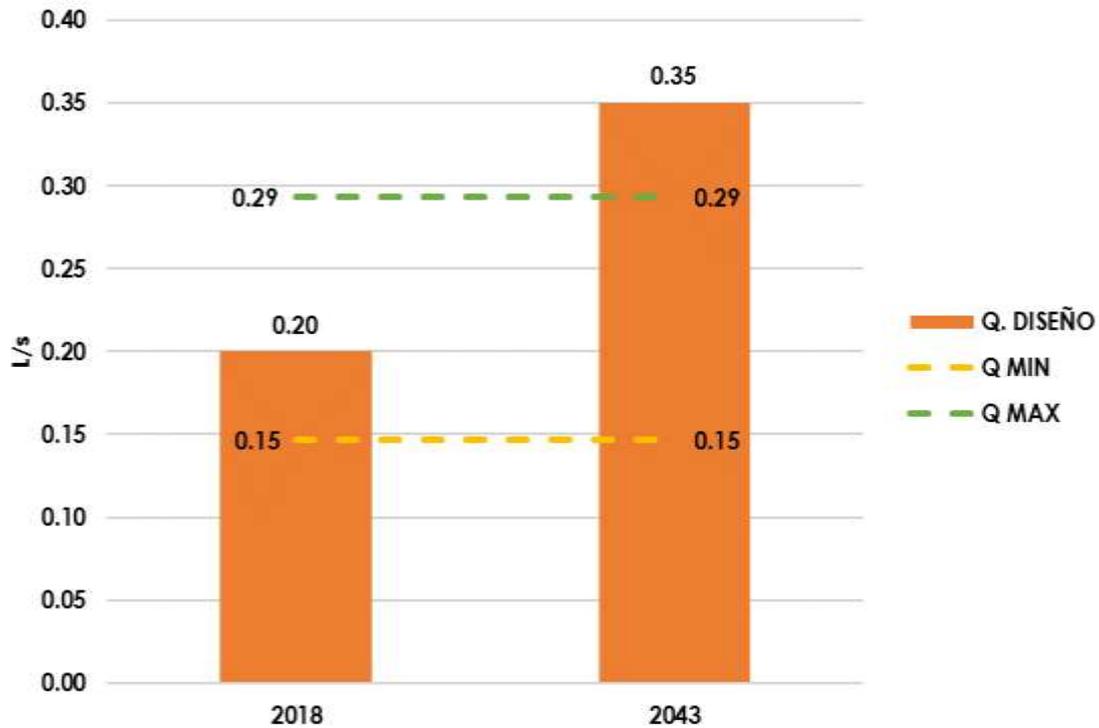
La siguiente tabla resume los valores calculados por el parámetro de referencia evaluado por la consultoría para definir cuál es la capacidad limitante máxima y la capacidad limitante mínima de la estructura

PARÁMETRO REFERENCIA	VALOR DE REFERENCIA		CAPACIDAD LIMITANTE (L/s)	
			MIN	MAX
Tiempo de Retención (h)	12	24	0.15	0.29

**Tabla 2.279. Resumen de Capacidad de Pozo Séptico.**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018.

Con base a lo anterior se puede establecer que la capacidad limitante máxima de los lodos activados, es de 0.29 L/s, mientras que la capacidad limitante mínima que puede tratar la estructura es de 0.15 L/s

La siguiente figura muestra la comparación de los caudales limitantes máximos y mínimos de según el tiempo de retención determinado por la resolución 330 del 2017 y los caudales de diseño de los años 2018 y 2043.



**Figura 2.281 Capacidad limitante del pozo séptico**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Al revisar los caudales limitantes de cada parámetro para el funcionamiento óptimo de la estructura se puede concluir de forma general que el caudal proyectado para el año 2018 el caudal diseñado está dentro de los rangos del parámetro de referencia, mientras que para el año 2043 la estructura no podrá funcionar de una forma óptima ya que esta no será capaz de soportar el caudal proyectado

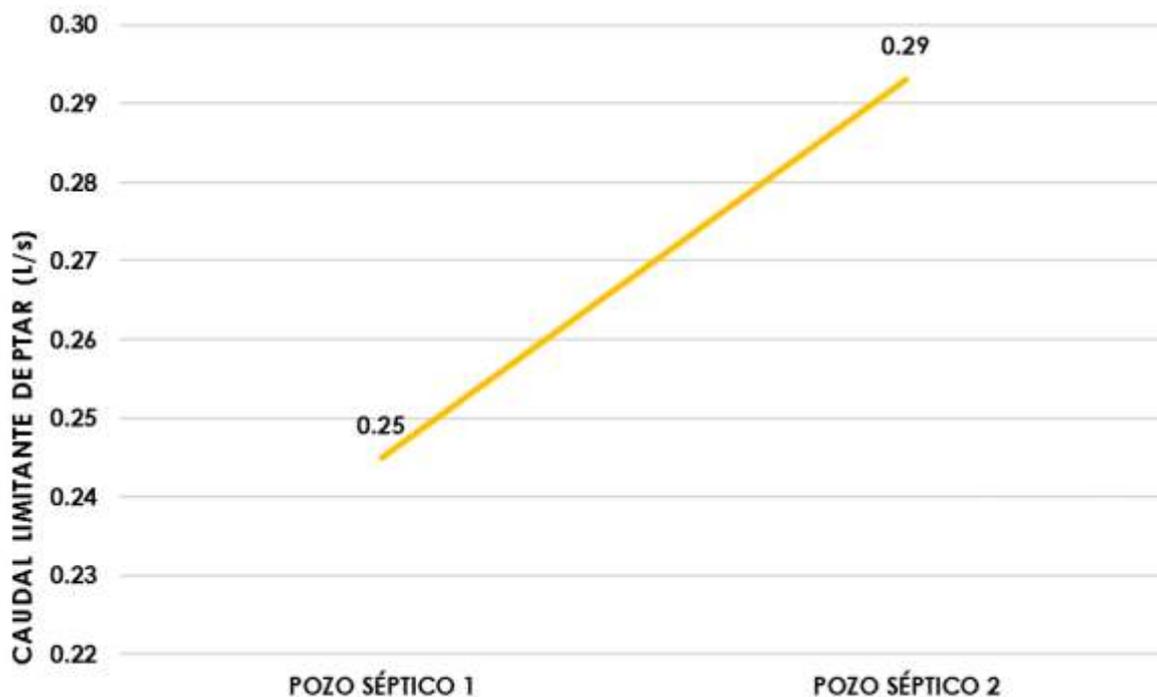
• **CAPACIDAD LIMITANTE**

Al determinar los caudales máximos de la PTAR se procede a establecer cuál es la capacidad máxima que puede manejar la planta sin que los demás procesos presentes falencias en sus funcionamientos.

PROCESOS	CAUDAL MAX (L/s)
POZO SÉPTICO 1	0.25
POZO SÉPTICO 2	0.29

**Tabla 2.280. Resumen de Capacidad Limitante**  
**Fuente.** INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

La siguiente figura hace la comparación de los caudales máximos que puede tatar cada estructura



**Figura 2.282 Resumen de Capacidad Limitante**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

Finalmente se puede concluir que la capacidad limitante de PTAR Betania, lo establece el pozo séptico 1 ya que esta puede tratar como máximo un caudal de 0.25 L/s, lo cual determina una restricción en el funcionamiento del sistema en cuanto al caudal máximo que puede tratar para que este sea eficiente en su funcionamiento.

#### 2.6.1.8 SECTOR RURAL PASQUILLA CENTRO

El sector rural Pasquilla Centro no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, para dicho fin, se utiliza un pozo séptico, el cual se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas:

ID	Coordenada ESTE (m)	Coordenada NORTE (m)
PTAR	991,454.01	983,363.80

**Tabla 2.281 Localización Pozo Séptico, Pasquilla Centro**  
Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

A continuación, se presenta el registro fotográfico del Pozo Séptico del Sector Rural Pasquilla Centro:



**Figura 2.283 Pozo Séptico Pasquilla Centro**

Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

### 2.6.1.9 SECTOR RURAL MOCHUELO ALTO

El Sector Rural de Mochuelo Alto no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, los vertimientos se realizan directamente sobre la Quebrada Aguas Claras

### 2.6.2 EVALUACIÓN INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN ESCENARIO FUTURO

La evaluación hidráulica al año 2043 se realiza teniendo en cuenta los caudales y al población proyectados para el año 2043. La evaluación para cada uno de los sectores rurales puede localizarse en el anexo 1.3. Evaluación Hidráulica Proyectada, como se menciona a continuación.

SECTOR RURAL	DOCUMENTO
Nueva Granada	CND-BOG-SUM-EVA-DIA-NVG-2043-V00
La Unión	CND-BOG-SUM-EVA-DIA-UNI-2043-V00
Santo Domingo	CND-BOG-SUM-EVA-DIA-STD-2043-V00
San Juan de Sumapaz	CND-BOG-SUM-EVA-DIA-SJN-2043-V00
Las Auras	CND-BOG-SUM-EVA-DIA-AUR-2043-V00
Nazareth	CND-BOG-SUM-EVA-DIA-NAZ-2043-V00
Betania	CND-BOG-SUM-EVA-DIA-BET-2043-V00
Pasquilla	CND-BOG-SUM-EVA-DIA-PAS-2043-V00
Mochuelo Alto	CND-BOG-SUM-EVA-DIA-MOC-2043-V00

**Tabla 2.282 Relación de Anexos Evaluación Hidráulica 2043**

Fuente: INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL- INALCON S.A.S., 2018

Es importante que para la proyección de población al año 2043 se tuvo en cuenta zonas de expansión para cada uno de los sectores rurales, y las cuales se presenta continuación:

#### 2.6.2.1 SECTOR RURAL NUEVA GRANADA

Teniendo en cuenta la información recolectada mediante bases de datos encontradas en páginas web, la consultoría en interacción con la Alcandía del Sumapaz, hallo en la página principal de la Secretaría Distrital de Planeación, la Unidad de Planeamiento Rural (URP), la cual establece la reglamentación de las piezas rurales de Bogotá.

Los planos en formato PDF proyectados de las zonas Rural Norte, Cerros Orientales, Cuenca Media y Alta del Rio Tunjuelo, cuenca del Rio Blanco y Cuenca del Rio Sumapaz, fueron procesados por la consultoría para obtener la zona de expansión de el sector rural Nueva Granada, presentada en la siguiente imagen:

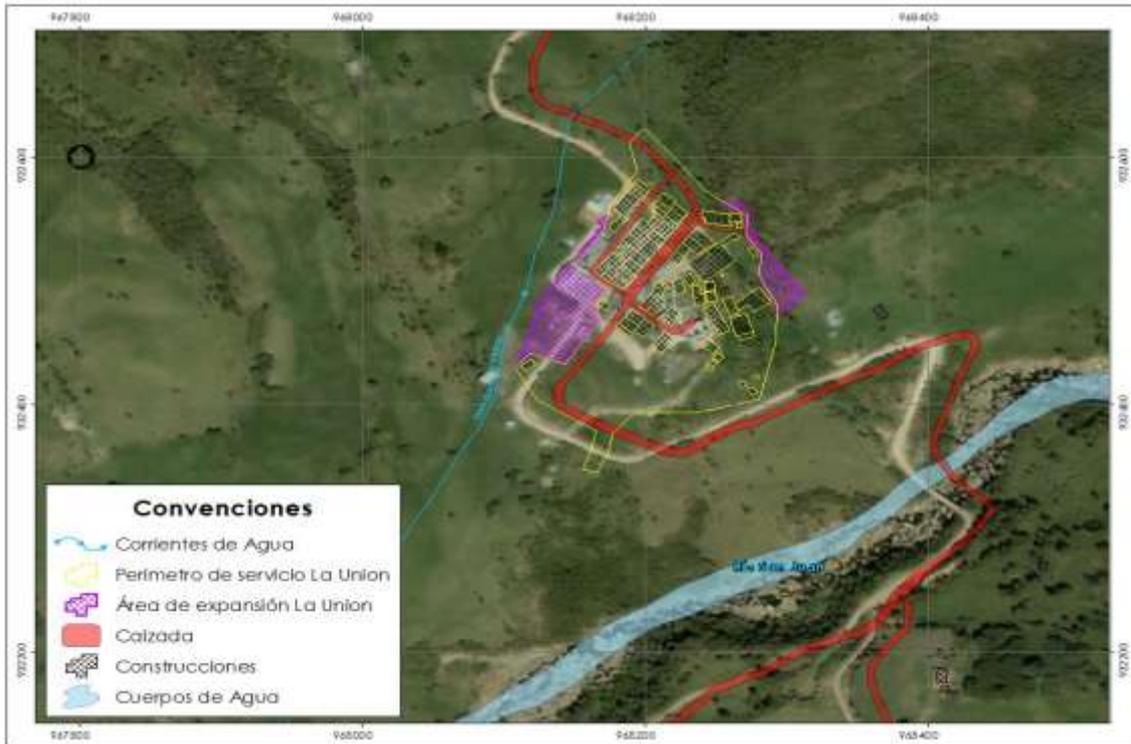


**Figura 2.284 Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Nueva Granada**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

### 2.6.2.2 SECTOR RURAL LA UNIÓN

Teniendo en cuenta la información recolectada mediante bases de datos encontradas en páginas web, la consultoría en interacción con la Alcandía del Sumapaz, hallo en la página principal de la Secretaría Distrital de Planeación, la Unidad de Planeamiento Rural (URP), la cual establece la reglamentación de las piezas rurales de Bogotá.

Los planos en formato PDF proyectados de las zonas Rural Norte, Cerros Orientales, Cuenca Media y Alta del Río Tunjuelo, cuenca del Río Blanco y Cuenca del Río Sumapaz, fueron procesados por la consultoría para obtener la zona de expansión del sector rural la Unión, presentada en la siguiente imagen:



**Figura 2.285 Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad La Unión**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

### 2.6.2.3 SECTOR RURAL SANTO DOMINGO

Teniendo en cuenta la información recolectada mediante bases de datos encontradas en páginas web, la consultoría en interacción con la Alcandía del Sumapaz, hallo en la página principal de la Secretaria Distrital de Planeación, la Unidad de Planeamiento Rural (URP), la cual establece la reglamentación de las piezas rurales de Bogotá.

Los planos en formato PDF proyectados de las zonas Rural Norte, Cerros Orientales, Cuenca Media y Alta del Rio Tunjuelo, cuenca del Rio Blanco y Cuenca del Rio Sumapaz, fueron procesados por la consultoría para obtener la zona de expansión del sector rural Santo Domingo, presentada en la siguiente imagen:



**Figura 2.286 Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Santo Domingo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

#### 2.6.2.4 SECTOR RURAL LAS AURAS

Teniendo en cuenta la información recolectada mediante bases de datos encontradas en páginas web, la consultoría en interacción con la Alcandía del Sumapaz, hallo en la página principal de la Secretaria Distrital de Planeación, la Unidad de Planeamiento Rural (URP), la cual establece la reglamentación de las piezas rurales de Bogotá.

Los planos en formato PDF proyectados de las zonas Rural Norte, Cerros Orientales, Cuenca Media y Alta del Rio Tunjuelo, cuenca del Rio Blanco y Cuenca del Rio Sumapaz, fueron procesados por la consultoría para obtener la zona de expansión del sector rural Las Auras, presentada en la siguiente imagen:



**Figura 2.287 Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Las Auras**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

#### 2.6.2.5 SECTOR RURAL NAZARETH

Teniendo en cuenta la información recolectada mediante bases de datos encontradas en páginas web, la consultoría en interacción con la Alcandía del Sumapaz, hallo en la página principal de la Secretaria Distrital de Planeación, la Unidad de Planeamiento Rural (URP), la cual establece la reglamentación de las piezas rurales de Bogotá.

Los planos en formato PDF proyectados de las zonas Rural Norte, Cerros Orientales, Cuenca Media y Alta del Rio Tunjuelo, cuenca del Rio Blanco y Cuenca del Rio Sumapaz, fueron procesados por la consultoría para obtener la zona de expansión de el sector rural Nazareth, presentada en la siguiente imagen:



**Figura 2.288 Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Nazareth**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

#### 2.6.2.6 SECTOR RURAL BETANIA

Teniendo en cuenta la información recolectada mediante bases de datos encontradas en páginas web, la consultoría en interacción con la Alcandía del Sumapaz, hallo en la página principal de la Secretaria Distrital de Planeación, la Unidad de Planeamiento Rural (URP), la cual establece la reglamentación de las piezas rurales de Bogotá.

Los planos en formato PDF proyectados de las zonas Rural Norte, Cerros Orientales, Cuenca Media y Alta del Rio Tunjuelo, cuenca del Rio Blanco y Cuenca del Rio Sumapaz, fueron procesados por la consultoría para obtener la zona de expansión del sector rural Betania, presentada en la siguiente imagen:

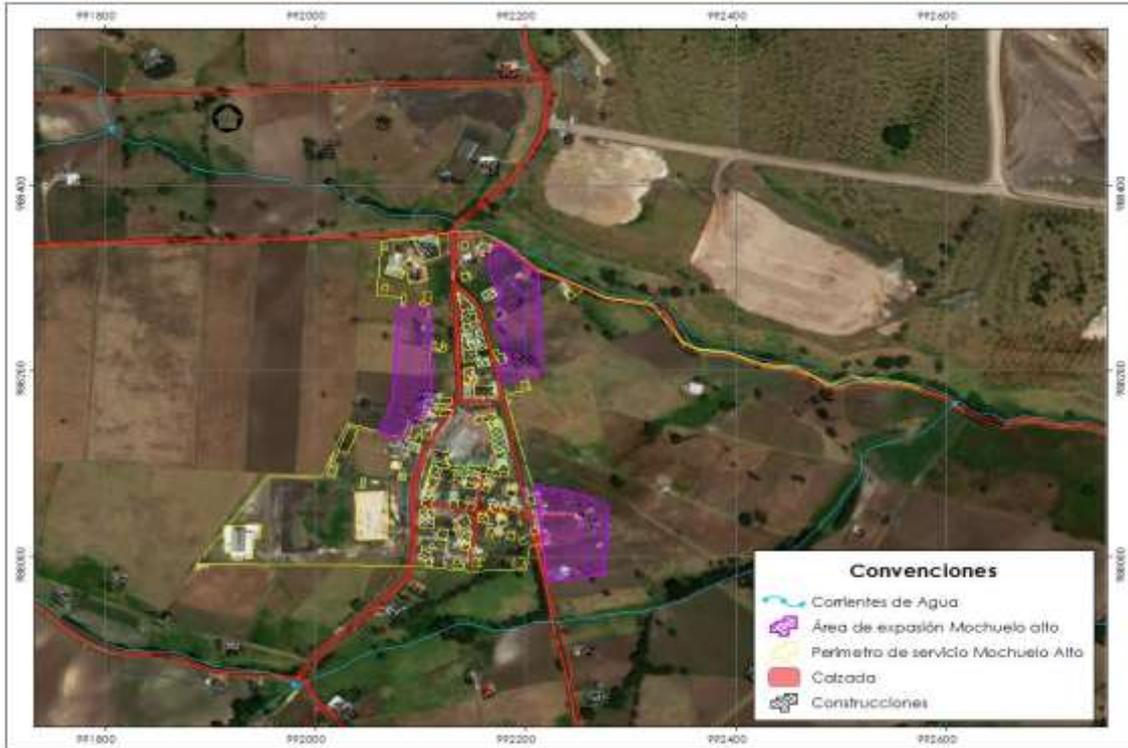


**Figura 2.289 Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Betania**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

### 2.6.2.7 SECTOR RURAL MOCHUELO ALTO

Teniendo en cuenta la información recolectada mediante bases de datos encontradas en páginas web, la consultoría en interacción con la Alcandía del Sumapaz, hallo en la página principal de la Secretaria Distrital de Planeación, la Unidad de Planeamiento Rural (URP), la cual establece la reglamentación de las piezas rurales de Bogotá.

Los planos en formato PDF proyectados de las zonas Rural Norte, Cerros Orientales, Cuenca Media y Alta del Rio Tunjuelo, cuenca del Rio Blanco y Cuenca del Rio Sumapaz, fueron procesados por la consultoría para obtener la zona de expansión del sector rural Mochuelo Alto, presentada en la siguiente imagen:

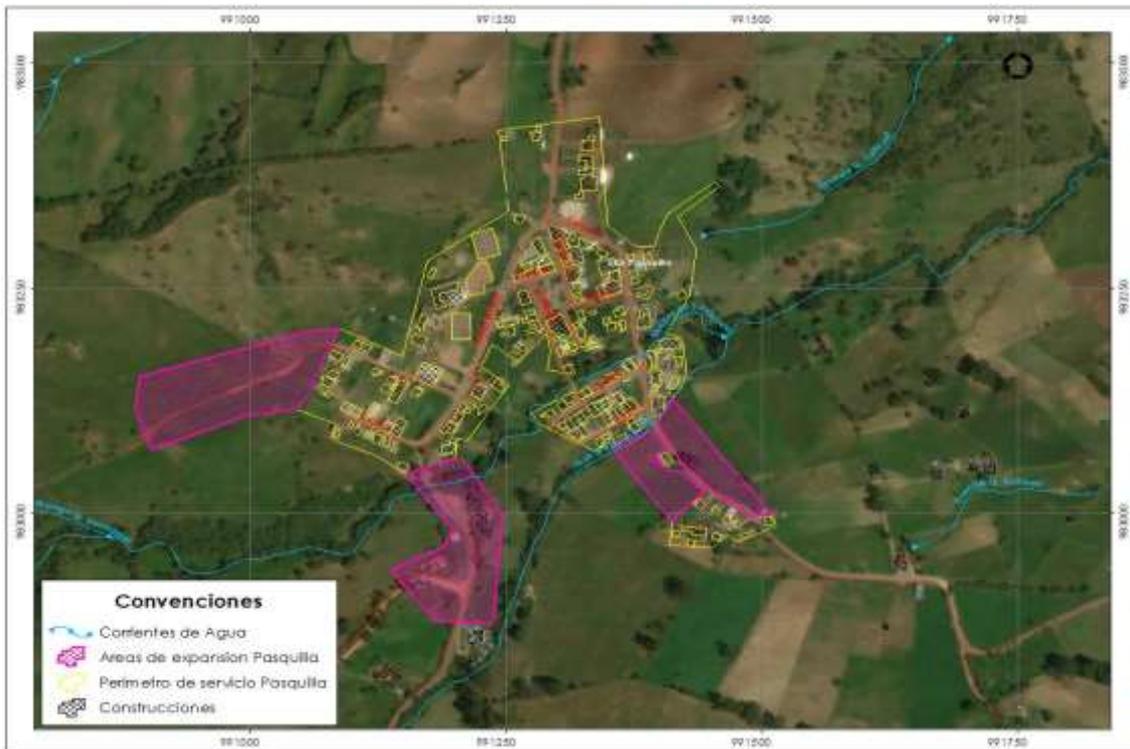


**Figura 2.290 Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Mochuelo**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

### 2.6.2.8 SECTOR RURAL PASQUILLA

Teniendo en cuenta la información recolectada mediante bases de datos encontradas en páginas web, la consultoría en interacción con la Alcandía del Sumapaz, hallo en la página principal de la Secretaria Distrital de Planeación, la Unidad de Planeamiento Rural (URP), la cual establece la reglamentación de las piezas rurales de Bogotá.

Los planos en formato PDF proyectados de las zonas Rural Norte, Cerros Orientales, Cuenca Media y Alta del Rio Tunjuelo, cuenca del Rio Blanco y Cuenca del Rio Sumapaz, fueron procesados por la consultoría para obtener la zona de expansión del sector rural Pasquilla, presentada en la siguiente imagen:



**Figura 2.291 Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad Pasquilla**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

### 2.6.2.9 SECTOR RURAL SAN JUAN

Teniendo en cuenta la información recolectada mediante bases de datos encontradas en páginas web, la consultoría en interacción con la Alcandía del Sumapaz, hallo en la página principal de la Secretaría Distrital de Planeación, la Unidad de Planeamiento Rural (URP), la cual establece la reglamentación de las piezas rurales de Bogotá.

Los planos en formato PDF proyectados de las zonas Rural Norte, Cerros Orientales, Cuenca Media y Alta del Rio Tunjuelo, cuenca del Rio Blanco y Cuenca del Rio Sumapaz, fueron procesados por la consultoría para obtener la zona de expansión de el sector rural San Juan, presentada en la siguiente imagen:



**Figura 2.292 Sistema de drenaje de aguas residuales, Localidad San Juan**  
Fuente. INGENIERÍA Y CONSULTORÍA NACIONAL INALCON S.A.S., 2018

## 2.7 CONCLUSIONES

- De acuerdo a las evaluaciones hidráulicas realizadas tanto para el año 2018 como para el año 2043, tanto para redes como para estructuras; el sistema cuenta con capacidad para el tratamiento y transporte de aguas residuales; sin embargo en algunos sectores rurales como Pasquilla y Mochuelo, deben implementarse otro tipo de tratamientos, ya que con el existente no es suficiente para la carga orgánica a tratar.
- El sistema de redes de alcantarillado del Sector Rural Nueva Granada, cuenta con un total de 344.80 metros; en diámetros que varían entre 8 y 12 pulgadas, en materiales como el gres y el PVC.
- El sistema de redes de alcantarillado del Sector Rural La Unión, cuenta con un total de 806.10 metros; en diámetros que varían entre 8 y 16 pulgadas, en materiales como el gres y el PVC.
- El sistema de redes de alcantarillado del Sector Rural Santo Domingo, cuenta con un total de 436.90 metros; en diámetros que varían entre 8 y 12 pulgadas, en materiales como el gres y el PVC.
- El sistema de redes de alcantarillado del Sector Rural Nueva Granada, cuenta con un total de 554.60 metros; en diámetros que varían entre 8 y 10 pulgadas, en materiales como el gres y el Novafort
- El sistema de redes de alcantarillado del Sector Rural Las Auras, cuenta con un total de 243.30 metros; en diámetro 8 pulgadas, en materiales como el Novafort y el PVC.
- El sistema de redes de alcantarillado del Sector Rural Nazareth, cuenta con un total de 1,204.20 metros; en diámetros que varían entre 8 y 10 pulgadas, en materiales como el Gres, Novafort y Concreto
- El sistema de redes de alcantarillado del Sector Rural Betania, cuenta con un total de 535.00 metros; en diámetros que varían entre 8 y 10 pulgadas, en materiales como el Gres, Novafort, Concreto y PVC.
- El sistema de redes de alcantarillado del Sector Rural Pasquilla, cuenta con un total de 1,705.10 metros; en diámetros que varían entre 6 y 16 pulgadas, en materiales como el Gres y el Concreto
- El sistema de redes de alcantarillado del Sector Rural Mochuelo Alto, cuenta con un total de 1,276.00 metros; en diámetros que varían entre 8 y 10 pulgadas, en materiales como el gres y el Concreto.

## 2.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chaves, N. (2011). *Bosquejo de un Proceso de Modernización Campesina en San Juan de Sumapaz*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Bogotá: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- Claro Colombia S.A. (2017). Obtenido de <http://www.claro.com.co/personas/>
- DANE. (2017). *Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas*. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/index.php/acerca-del-dane/informacion-institucional/generalidades>
- Escuela Universitaria Técnica Agrícola. (2001). *El Golpe de Ariete*. Ciudad Real.
- Hábitat, S. D. (2017). Obtenido de <https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/organizacion>
- IDEAM. (2007). *IDEAM*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021172/Protocoloparaelmonitoreoyseguimientodelagua.pdf>
- IDIGER. (2017). *Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático*. Obtenido de <http://www.idiger.gov.co/mision-y-vision>
- IDU. (2017). *Instituto de Desarrollo Urbano*. Obtenido de [https://www.idu.gov.co/la\\_entidad/quienes-somos](https://www.idu.gov.co/la_entidad/quienes-somos)
- Planeación, S. D. (2017). Obtenido de <http://www.sdp.gov.co/PortalSDP/entidad/QuienesSomos/Historia>
- SDA. (2017). *Secretaría Distrital de Ambiente*. Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/vision>
- SISBEN. (2017). *Sistema de Selección de Beneficiarios para Programas Sociales*. Obtenido de <https://institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0160/docs/SISBEN.pdf>
- Telefonica Movistar Colombia. (2017). Obtenido de <https://www.bnamericas.com/company-profile/es/colombia-telecomunicaciones-sa-esp-movistar-colombia>
- Vanti. (2017). *Gas Natural Fenosa*. Obtenido de <http://www.gasnaturalfenosa.com.co/co/conocenos/1297102367837/actividades.html>

## **ANEXO 1.1 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN**

**(MEDIO MAGNÉTICO)**

**El archivo digital se localiza en el CD que se entrega en el inicio del documento**

## **ANEXO 1.2 EVALUACIÓN HIDRÁULICA ACTUAL**

**(MEDIO MAGNÉTICO)**

**El archivo digital se localiza en el CD que se entrega en el inicio del documento**

## **ANEXO 1.3 EVALUACIÓN HIDRÁULICA PROYECTADA**

**(MEDIO MAGNÉTICO)**

**El archivo digital se localiza en el CD que se entrega en el inicio del documento**

## **ANEXO 1.4 EVALUACIÓN PTAR**

**(MEDIO MAGNÉTICO)**

**El archivo digital se localiza en el CD que se entrega en el inicio del documento**

## **ANEXO 1.5 PLANOS**

**(MEDIO FÍSICO Y MAGNÉTICO)**

**El archivo digital se localiza en el CD que se entrega en el inicio del documento**