



CONTRATO DE CONSULTORIA: N° 53 -3-10020-24

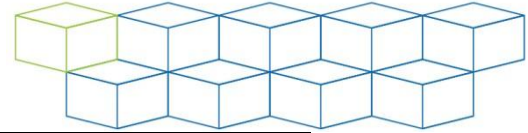
OBJETO: Consultoría Integral Para La Elaboración De Los Estudios Y Diseños Para La Complementación De Las Redes De Alcantarillado Pluvial Y Redes De Alcantarillado Sanitario Para Separación De Las Aguas, Planta De Tratamiento De Aguas Residuales (PTAR), Descoles, Estructuras De Vertimiento Y Disposición Final, Así Como Las Líneas De Aducción Desde Puntos De Captación De Agua Cruda, Reservorios Para Almacenamiento De Agua Cruda, Planta De Tratamiento De Agua Potable (PTAP), Tanques De Almacenamiento De Agua Potable Y Líneas De Conducción Hasta Puntos De Conexión, Para La Escuela De Suboficiales Y Nivel Ejecutivo “Gonzalo Jiménez De Quesada”

***CONTRATANTE: Escuela de Suboficiales y Nivel Ejecutivo
Gonzalo Jiménez De Quesada -Policía Nacional***

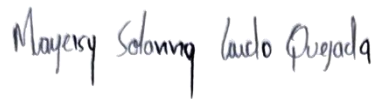
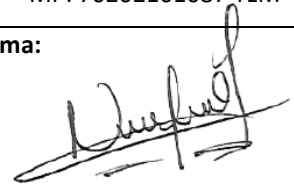
INFORME SISTEMA DE RED DE AGUA RESIDUAL

Marzo 2025

	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 1 de 117	



CONTROL DE REVISIONES		
Numero	Fecha	Modificaciones
00	2 de diciembre de 2024	Edición inicial
01	16 de diciembre de 2024	Versión 01
02	05 de marzo de 2025	Versión 02
03	11 de marzo 2025	Versión 3: Observaciones interventoría oficio CIE 027
04	21 de marzo 2025	Versión 4: Observaciones interventoría oficio GS-2025-002776

Elaborado por: PIXADES SAS	Revisado por: PIXADES SAS	Aprobado por: Consortio interventoría ESJIM
Residente de Consultoría Víctor Hugo Gutiérrez Gil MP: 25238-204058	Director de consultoría Mayeisy leudo Q. MP: 05202-211749	Residente de Interventoría Anggy Nicols Acosta V. MP: 70202101087 TLM
Firma: 	Firma: 	Firma: 



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 2 de 117	

TABLA DE CONTENIDO



1. INTRODUCCIÓN	10
2. ANTECEDENTES.....	11
3. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	12
4. PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	13
4.1 DATOS DE POBLACIÓN	13
4.1.1 Dinámica Poblacional.....	14
4.1.2 Periodo de diseño	16
4.1.3 Dotación neta.....	16
4.1.4 Dotación bruta	17
4.1.11 Determinación de Caudales para agua residual	17
5. SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	20
5.1 Diagnóstico de las redes de Alcantarillado Residual y Pluvial.....	21
5.1.1. Diagnostico Tramo 1 Red Alcantarillado	26
5.1.2 Diagnostico Tramo 2 Red Alcantarillado	28
5.1.3 Diagnostico Tramo 3 Red Alcantarillado	31
5.1.4 Diagnostico Tramo 4 Red Alcantarillado	33
5.1.5 Diagnóstico Tramo 5 Red Alcantarillado	37
5.1.6 Diagnóstico Tramo de descarga de la PTAR	42



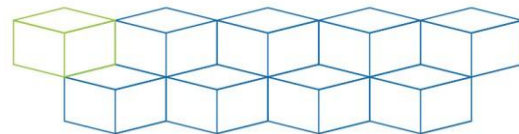
	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 3 de 117	

5.2 PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO.....	45
5.2.1 Caudal de aguas residuales.....	46
5.2.2 Trazado de las redes a rediseñar.....	46
5.2.3 Optimización del Tramo 2	48
5.2.4 Optimización del Tramo 3	51
5.2.5 Optimización del Tramo 4	54
5.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL	61
5.3.1 Sistema de Tratamiento de Agua Residual Existente	61
5.3.2 Alternativas para Optimización del Sistema de Tratamiento de Agua Residual	66
6. METODOLOGÍA DE ALTERNATIVAS.....	67
6.1 Criterios de Valoración de Alternativas.....	68
6.2 Evaluación de Costos de Inversión y Funcionalidad	70
6.3 Evaluación de Complejidad Operativa y Mantenimiento.....	70
6.4 Evaluación de Vulnerabilidad y Contingencia	71
6.5 Evaluación de Impactos Ambientales y Sociales	71
7. IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	71
7.1 Tratamiento Primario:	71
7.2 Tratamiento Secundario:.....	71



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 4 de 117	

7.3 Tratamiento Terciario	72
7.4 Sistema de Tratamiento y Manejo de Lodos:.....	72
8. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PRESELECCIONADAS:	72
8.1 Alternativa 1:.....	73
8.2 Alternativa 2	74
8.3 Alternativa 3	75
9. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA	76
9.1 Selección de la Alternativa más Conveniente a Implementar en la PTAR.....	78
9.2 Descripción de las Alternativas para el Material de Construcción del Sistema de Tratamiento de Agua Residual.....	79
9.2.1 Sistema en Poliéster Reforzado de Fibra de Vidrio – PRFV	80
9.2.2 Sistema en Concreto Reforzado	82
9.3 Selección de Alternativas para el Material de Construcción de Tratamiento de Agua Residual Doméstica	83
10. SISTEMA DE TRAMIENTO PROYECTADO	84
10.1 Componentes del Sistema.....	85
10.1.1 Pretratamiento.....	85
10.1.2 Tanque de homogenización:	85
10.1.3 Tratamiento Biológico	86



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 5 de 117	

10.1.4 Desinfección.....	86
10.1.5 Sistema de Filtración de Arena	86
10.1.6 Cabezal de Descarga	86
10.1.7 Espesador de Lodos	86
10.1.8 Deshidratador de Lodo	87
11. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	90
11.1 Sistema Lodos Activados / Desinfección	107
11.2 Espesador de Lodos	114
11.3 Deshidratador de Lodos	122
11.4 Perfil Hidráulico Pretratamiento	0
11.5 Perfil Hidráulico Tanque de Balance	1
11.6 Perfil Hidráulico Reactor Biológico/ Sedimentación Secundario	2
11.7 Perfil Hidráulico Interconexión Sedimentador/Cámara Cloración	3
11.8 Sistema Lodos Activados / Desinfección	3
12. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	5



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 6 de 117	

12.1 ESTUDIOS

COMPLEMENTARIOS

7 LISTA

DE TABLAS



Tabla 1. Determinación de la tasa de crecimiento	15
Tabla 2. Determinación de la proyección de la población	16
Tabla 3. Caudales de Diseño para el tratamiento de aguas residuales	18
Tabla 4. Factores pico de tratamiento de aguas residuales	19
Tabla 5. Determinación de los caudales de diseño para el sistema de tratamiento de agua residual	19
Tabla 6. Diseño tramo 2 red alcantarillado residual	46
Tabla 7. Diseño tramo 2 red alcantarillado Pluvial	47
Tabla 8. Diseño tramo 3 red alcantarillado Residual	50
Tabla 9. Diseño tramo 4A Red Alcantarillado Residual	52
Tabla 10. Diseño tramo 4 Red Alcantarillado Residual	54
Tabla 11. Diseño tramo 4B Red Alcantarillado Residual	55
Tabla 12. Parámetros de calidad de agua residual con y sin tratamiento	59
Tabla 13. Resultados de laboratorio agua residual	60
Tabla 14. Parámetros de evaluación de alternativas	64
Tabla 15. Preselección de los esquemas de tratamiento.	67
Tabla 16. Alternativa 1	67
Tabla 17. Alternativa 2	68



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 7 de 117	

Tabla

18.Alternativa

3



.....	69	Tabla 19. Valoración alternativa de los componentes del sistema de tratamiento	71
Tabla 20.Comparativo de parámetros permiso de vertimientos y sistema diseñado	72		
Tabla 21.Ventajas y desventajas PTAP en PRFV	73		
Tabla 22.Ventajas y desventajas PTAR en concreto reforzado	74		
Tabla 23. Valoración alternativa del material para la construcción del sistema de tratamiento	75		
Tabla 24. Información cabezal de descarga al embalse Muña	4		



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 8 de 117	



LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación de la escuela de suboficiales "Gonzalo Jiménez de Quesada" (ESJIM	14
Ilustración 2. Levantamiento topográfico en etapa de diagnóstico	21
Ilustración 3. Mapa de zonificación	22
Ilustración 4. Planta Tramo 1	25
Ilustración 5. Perfil 1 Tramo 1 (P1 a PTAR)	26
Ilustración 6. Perfil 2- Tramo 1 (P15-P25)	26
Ilustración 7. Registro fotográfico descarga existente efluente PTAR y aguas lluvias	27
Ilustración 8A. Planta tramo 2	28
Ilustración 9 Perfil 3 – Tramo 2(P41-PTAR)	28
Ilustración 10. Perfil 4 – Tramo 2(P44-PTAR)	29
Ilustración 11. Tramo 3	29
Ilustración 12. Perfil 5 –Tramo 3(P145-P30)	30
Ilustración 13. Tramo 4 y 4A	31
Ilustración 14. Tramo 4A – (P101-B2) Residual Y (P07-B2) Pluvial	32
Ilustración 15. Perfil 6– (P07-B2)	33
Ilustración 16. Registro fotográfico descarga red Pluvial a Caño Natural (P07-B2)	33
Ilustración 17. Perfil 8 - Tramo 4 (P101-P153)	34



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 9 de 117	

Ilustración 18. Perfil 10 - Tramo 4 (P111-P153) 35
Ilustración 19. Tramo 5 - (P53-P111), (P07-B2), (PZ1-B1), (P112-P121), (B3-PZ23)..... 36



Ilustración 20. Perfil 7 - Tramo 5 (P153-P111)	37
Ilustración 21. Perfil 12- Tramo 5 (P112-P121)	38
Ilustración 22. Registro fotográfico Tramo 5 (P112-P121)	38
Ilustración 23. Perfil 11- Tramo 5 (PZ1-B2)	39
Ilustración 24. Perfil 12 - Tramo 5 (B3-PZ23)	39
Ilustración 25. Ubicación general descarga de aguas residuales ESJIM	40
Ilustración 26. Registro fotográfico de la descarga actual de las aguas residuales hasta el embalse El Muña	41
Ilustración 27. Distribución de tramos de la red de alcantarillado	44
Ilustración 28. Red a optimizar tramo 2	45
Ilustración 29. Perfil optimización perfil residual tramo 2	47
Ilustración 30. Perfil optimización perfil pluvial tramo 2	48
Ilustración 31. Red a optimizar tramo 3	49
Ilustración 32. Perfil optimización Alcantarillado Residual Tramo 3	51
Ilustración 33. Diseño tramo 4 red alcantarillado residual y pluvial.	52
Ilustración 34. Perfil optimización Alcantarillado Residual Tramo 4A	53



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 10 de 117	

Ilustración 35. Perfil optimización Alcantarillado Residual Tramo 4 55



Ilustración 36. Perfil optimización Alcantarillado Residual Tramo 4B 56

Ilustración 37. Perfil descarga efluente PTAR hasta Cabezal 57

Ilustración 38. Diagrama de flujo Alternativa 1. 68

Ilustración 39. Diagrama de flujo Alternativa 2 69

Ilustración 40. Diagrama de flujo Alternativa 3 70

Ilustración 41. Diagrama de flujo 80

Ilustración 42. Diagrama de tratamiento del agua residual 90

Ilustración 43. Perfil Hidráulico Pretratamiento0

Ilustración 44. Perfil Hidráulico Tanque de balance.1

Ilustración 45. Perfil Hidráulico Reactor Biológico/ Sedimentador secundario2

Ilustración 46. Perfil hidráulico Interconexión sedimentador/ Cámara Cloración3

Ilustración 47. Implantación del sistema de tratamiento de agua residual.5

1. INTRODUCCIÓN

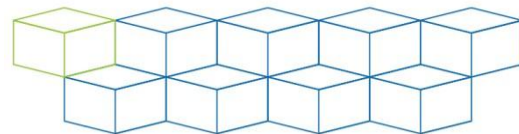
Con base en las estrategias definidas por el mando Institucional, acordes y en cumplimiento de la Política Integral de Seguridad Humana por la Paz y la Defensa de la vida en los territorios del País, definida por el Gobierno Nacional, de la Escuela de Suboficiales y Nivel Ejecutivo Gonzalo Jiménez de Quesada realizo el contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24 con objeto: “Consultoría Integral Para La Elaboración De Los Estudios Y Diseños Para La Complementación De Las Redes De Alcantarillado Pluvial Y Redes De Alcantarillado Sanitario Para Separación De Las Aguas, Planta De Tratamiento De Aguas Residuales (PTAR),



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 11 de 117	

Descoles, Estructuras De Vertimiento Y Disposición Final, Así Como Las Líneas De Aducción Desde Puntos De Captación De Agua Cruda, Reservorios Para Almacenamiento De Agua Cruda, Planta De Tratamiento De

Agua Potable (PTAP), Tanques De Almacenamiento De Agua Potable Y Líneas De Conducción Hasta Puntos De Conexión, Para La Escuela De Suboficiales Y Nivel Ejecutivo "Gonzalo Jiménez De Quesada". por medio del cual se pretende realizar los estudios técnicos para la elaboración de un plan de saneamiento y manejo del vertimiento de las aguas residuales domesticas producidas en la Escuela, acorde con la normatividad ambiental aplicables, en cumplimiento al AUTO 286 de fecha 27 de mayo de 2009, expedido por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, Oficina Provincial Soacha, "Por el cual se registra un vertimiento, se hace un requerimiento y se adoptan otras disposiciones.



En atención a que la Policía Nacional tiene como meta mejorar las condiciones de infraestructura de las unidades policiales a nivel país, con el fin de garantizar un entorno laboral digno y acorde con los requerimientos que se desea del servicio de policía, la cual constituye una importante política general que permite a la Institución cumplir con su misión, considerando los constantes cambios normativos y las necesidades que plantea el reto de servir al ciudadano de forma cada vez más exigente en todo el territorio nacional; así como también, velar por la protección de los recursos naturales, conlleva a implementar estrategias, mecanismos y prácticas que redunden en la reducción al máximo la contaminación que la edificación genera sobre las corrientes hídricas, donde se vierten las aguas residuales de la Escuela de Suboficiales y Nivel Ejecutivo "Gonzalo Jiménez de Quesada", con el propósito de alinearse a la política del orden nacional establecidas en la normatividad aplicable exigida por la corporación ambiental reguladora.

2. ANTECEDENTES

El sistema actual de tratamiento de aguas residuales de la Escuela de Suboficiales y Nivel Ejecutivo "Gonzalo Jiménez de Quesada" (ESJIM), conformado por una canaleta Parshall y una laguna de oxidación, fue diseñado en el año 1994. Desde entonces, la población atendida por la institución ha aumentado significativamente, lo que ha generado una sobrecarga en la capacidad del sistema, impidiendo el cumplimiento de los parámetros de vertimiento establecidos en la Resolución N° 0631 de 2015. En consecuencia, el sistema no garantiza la eliminación de los componentes físicos y químicos mínimos exigidos por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) para el vertimiento de aguas residuales al embalse El Muña. Además de su insuficiencia técnica, el sistema existente presenta un alto grado de obsolescencia, favoreciendo la proliferación de vectores de enfermedades infectocontagiosas.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	<i>Contrato de consultoría:</i> <i>N° 53-3-10020-24</i>	
		<i>Informe sistema de red de agua Residual -V3</i> <i>Página 12 de 117</i>	

En el año 2015, se adelantó una consultoría para la elaboración de estudios y diseños técnicos orientados a la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Sin embargo, dichos estudios requieren ser actualizados y ajustados conforme a los lineamientos establecidos en las Resoluciones 0330 de 2017 y 0799 de 2021, mediante las cuales se adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, derogando las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009, vigentes al momento de la consultoría anterior.



Por lo anterior, se hace necesario adelantar la actualización, ajuste y/o rediseño de los estudios técnicos para la construcción de la PTAR, con el fin de garantizar a la comunidad educativa instalaciones adecuadas, que ofrezcan condiciones óptimas de salubridad y bienestar, reduciendo el riesgo de enfermedades ocasionadas por vectores como mosquitos y roedores, así como por la emisión de olores ofensivos provenientes de la laguna de oxidación.

Adicionalmente, es indispensable asegurar que el agua destinada al consumo humano cumpla con los estándares de calidad exigidos, logrando un equilibrio en sus componentes físico-químicos que evite riesgos para la salud de los usuarios. Esto contribuirá a minimizar la aparición de enfermedades de origen hídrico, incluyendo patologías de tipo bacteriano, parasitario y, eventualmente, cancerígeno, asociadas al consumo de agua no tratada adecuadamente antes de su distribución en la red interna de la institución.

Fuente: Información incluida en los estudios previos para la contratación de esta consultoría.

3. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La Escuela de Suboficiales y Nivel Ejecutivo "Gonzalo Jiménez de Quesada" (ESJIM) se localiza en el kilómetro 20 de la vía Sibaté, vereda San Benito, municipio de Sibaté, departamento de Cundinamarca. La *Ilustración 1* muestra la ubicación georreferenciada del predio, obtenida mediante imágenes satelitales de Google Maps.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 13 de 117	

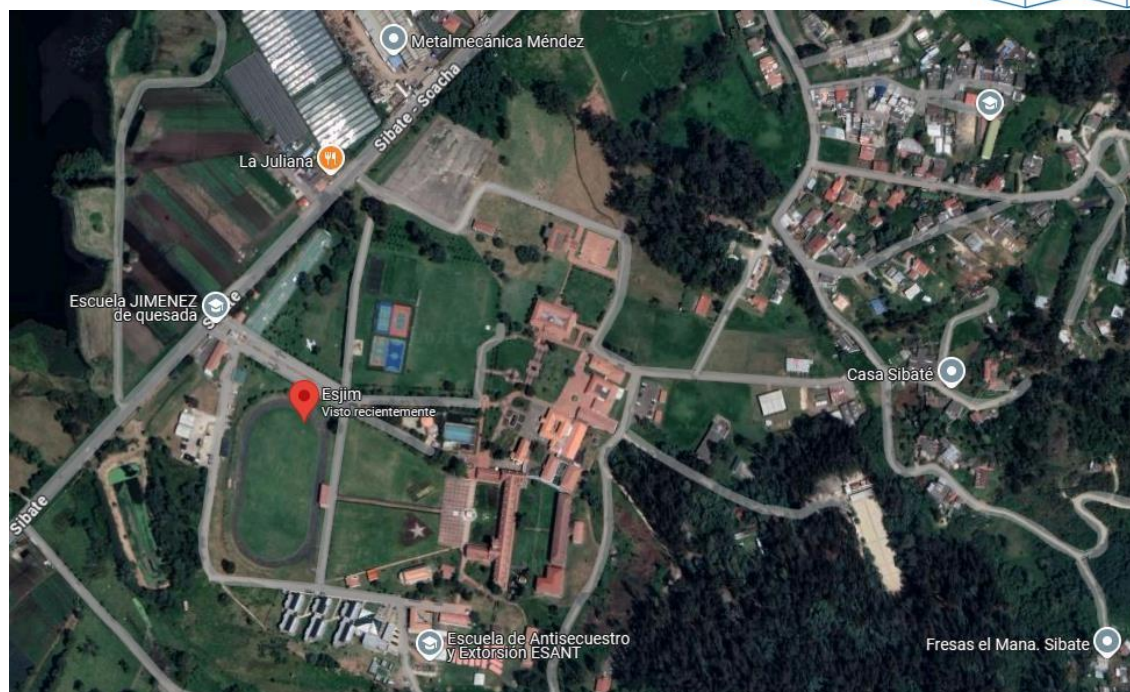


Ilustración 1. Ubicación de la escuela de suboficiales "Gonzalo Jiménez de Quesada" (ESJIM)

4. PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

A continuación, se presentan los parámetros actuales y proyectados para la Escuela de suboficiales "Gonzalo Jiménez de Quesada" (ESJIM), los cuales serán utilizados como base para las modelaciones y cálculos en las etapas de diagnóstico y diseño de la red de alcantarillado.

4.1 DATOS DE POBLACIÓN

Para la determinación de los datos poblacionales de la Escuela de Suboficiales "Gonzalo Jiménez de Quesada" (ESJIM), se consideraron como fuentes primarias los estudios técnicos previos disponibles y los



registros obtenidos durante el trabajo de campo. Esta información, que incluye tanto valores históricos como proyecciones, constituye la base para los cálculos hidráulicos y el dimensionamiento de los componentes del sistema. Los datos de este análisis se presentan a continuación:



- 2016: 2031 personas
- 2020: 2362 personas
- 2024: 4100 personas

4.1.1 Dinámica Poblacional

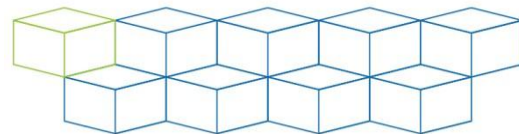
En los últimos años, la Escuela de Suboficiales y Nivel Ejecutivo "Gonzalo Jiménez de Quesada" (ESJIM) de la Policía Nacional ha registrado un crecimiento poblacional significativo, acompañado de un alto flujo de población flotante. Para cuantificar esta dinámica demográfica, se determinó la tasa de crecimiento mediante el análisis de datos intercensales, aplicando los métodos de proyección poblacional establecidos en el RAS 2000 (Título B.2.2.4, Tabla B.2.1). Esta metodología, que incluye evaluación comparativa de los enfoques aritmético, geométrico y exponencial, cumple con los estándares técnicos de la Resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Tabla 1. Determinación de la tasa de crecimiento

CENSOS		TASAS DE CRECIMIENTO		
AÑO	POBLACIÓN	FUENTE	r	k
2016	2.031	ESJIM	3,85	0,0377
2020	2.362	ESJIM	14,78	0,1379
2021				
2024	4.100	ESJIM		
TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO			9,31	0,0878

Dadas las proyecciones demográficas que anticipan un crecimiento superior a la capacidad operativa de la infraestructura existente, se adoptaron parámetros de diseño conservadores —coeficiente de dotación (r) de 1.2 y tasa de crecimiento (k) de 0.0227—, considerando las limitaciones físicas de las estructuras actuales de la Escuela. Con base en estos valores, se realizó la proyección poblacional a un horizonte de 25 años, la cual servirá como insumo para el dimensionamiento de los sistemas de recolección y tratamiento.

Tabla 2. Determinación de la proyección de la población



	AÑO	PROYECCIÓN ARITMÉTICA	PROYECCIÓN GEOMÉTRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN POR WAPPAUS	PROYECCIÓN VIVIENDAS	POBLACIÓN FLOTANTE	POBLACION TOTAL
		(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(Unidades)	(hab.)	(hab.)
			1,20	0,0227			0,0180	
0	2.025	4.100	4.100	4.100	4.100	1.085	400	4.500
1	2.026	4.617	4.199	4.291	2.542	1.111	407	4.606
2	2.027	4.876	4.249	4.389	2.600	1.125	415	4.664
3	2.028	5.135	4.300	4.490	2.660	1.138	422	4.722
4	2.029	5.393	4.352	4.593	2.721	1.152	430	4.782
5	2.030	5.652	4.404	4.699	2.784	1.166	437	4.842
6	2.031	5.910	4.457	4.807	2.849	1.179	445	4.902
7	2.032	6.169	4.511	4.917	2.915	1.194	453	4.964
8	2.033	6.428	4.565	5.030	2.983	1.208	461	5.026
9	2.034	6.686	4.619	5.146	3.053	1.222	470	5.089
10	2.035	6.945	4.675	5.264	3.126	1.237	478	5.153
11	2.036	7.204	4.731	5.385	3.200	1.252	487	5.218
12	2.037	7.462	4.788	5.509	3.276	1.267	495	5.283
13	2.038	7.721	4.845	5.635	3.355	1.282	504	5.350
14	2.039	7.979	4.903	5.765	3.436	1.298	513	5.417
15	2.040	8.238	4.962	5.897	3.519	1.313	523	5.485
16	2.041	8.497	5.022	6.033	3.605	1.329	532	5.554
17	2.042	8.755	5.082	6.171	3.694	1.345	542	5.624
18	2.043	9.014	5.143	6.313	3.786	1.361	551	5.694
19	2.044	9.273	5.205	6.458	3.880	1.377	561	5.766
20	2.045	9.531	5.267	6.606	3.978	1.394	571	5.839



 Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
	Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 16 de 117	



21	2.046	9.790	5.330	6.758	4.079	1.411	582	5.912
22	2.047	10.048	5.394	6.913	4.183	1.428	592	5.987
23	2.048	10.307	5.459	7.072	4.291	1.445	603	6.062
24	2.049	10.566	5.525	7.235	4.403	1.462	614	6.138
25	2.050	10.824	5.591	7.401	4.519	1.480	625	6.216

Como población de diseño del proyecto se adopta la estimación obtenida mediante la metodología de proyección geométrica, la cual permite modelar el crecimiento poblacional bajo una tasa constante. Con base en esta metodología y en los parámetros definidos, se proyecta una población de 6.216 habitantes para el año 2050, cifra que servirá como referencia para el dimensionamiento de las soluciones de saneamiento previstas en el presente estudio.

4.1.2 Período de diseño

De acuerdo con lo establecido en la Resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en su Capítulo I – Aspectos Generales, el período de diseño para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo debe ser de 25 años, criterio que se adopta en el presente estudio para garantizar la viabilidad técnica y funcional de las soluciones proyectadas a largo plazo.

4.1.3 Dotación neta

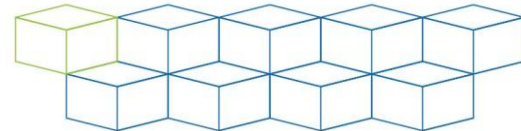
La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante, sin incluir las pérdidas asociadas al sistema de acueducto. Este valor puede determinarse a partir del consumo medio diario por habitante registrado durante un año. Según lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 1500, que define los requisitos mínimos para el diseño y operación de los sistemas de abastecimiento de agua potable, desagüe de aguas residuales y pluviales, ventilación y demás equipos asociados, se considera un consumo promedio de 50 litros por habitante por día (l/hab·día) para instituciones educativas. Dado el perfil operativo y funcional de la Escuela de Suboficiales y Nivel Ejecutivo “Gonzalo Jiménez de Quesada”, este valor se adopta como dotación neta de referencia para la determinación de los caudales de diseño del sistema.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 17 de 117	

4.1.4 Dotación bruta

Se determinan para estimación de la dotación con el porcentaje mayor permitido por la resolución 0330 de 2017 el cual es un 25%.



4.1.5 Determinación de Caudales para agua residual

Para el cálculo de los caudales utilizaremos la proyección de la población establecida anteriormente y la siguiente ecuación.

$$Q_D = \frac{C_R \times P \times D_{NETA}}{86400}$$

El coeficiente de retorno (CR) 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.

Según el ARTÍCULO 166 de la resolución 0799 de 2021 determina “Caudal de diseño. Los procesos y unidades de plantas de tratamiento de aguas residuales, excepto sistemas lagunares, para localidades con caudales de diseño iguales o menores a 30 lts/seg, se proyectarán con un caudal de tres (3) veces el caudal medio correspondiente al valor de Tiempo Seco según se define en el artículo 134, inciso tercero de la presente resolución. No se considera infiltración ni conexiones erradas. Para el dimensionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, para caudales superiores a 30 lts/seg y sistemas lagunares deberán tenerse en cuenta los caudales indicados en la siguiente tabla.

Tabla 3. Caudales de Diseño para el tratamiento de aguas residuales





Caudal	Descripción	Aplicación
Caudal medio de diseño	Caudal medio diario de capacidad de la PTAR	- Caudal medio de referencia - Caudal de diseño de unidades de tanques sépticos - Sistemas lagunares
Caudal máximo horario	Máximo volumen en una hora, identificado en los registros estudiados	- Dimensionamiento de sistemas de bombeo, procesos físicos (desarenadores, cribados, trampas de grasa y sedimentadores primarios y secundarios) - Desarrollo de estrategias operativas - Conductos de interconexión de unidades de proceso
Caudal máximo diario	Máximo volumen en un día, identificado en los registros estudiados	- Dimensionamiento de tanques de regulación - Dimensionamiento de sistemas de bombeo de lodos - Dimensionamiento de dosificación química

Para el diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales deberán utilizarse datos históricos de factores máximos del área de influencia del proyecto, de plantas de tratamiento de aguas residuales similares en tamaño y condiciones, o en su defecto, emplear los siguientes factores pico, por lo que tomamos como factor máximo diario el valor de 3 (ver

Tabla 4).

Tabla 4. Factores pico de tratamiento de aguas residuales





Rango de caudales medios (l/s)	Factor máximo horario	Factor máximo diario	Factor máximo mensual
0 – 10	4	3	1,7
Los valores de los factores máximos horario, diario y mensual para caudales entre 10 y 90 l/s se interpolarán linealmente			
90	2,9	2,1	1,5
Los valores de los factores máximos horario, diario y mensual para caudales entre 90 l/s y 700 l/s se interpolarán linealmente.			
Mayor a 700	2	1,5	1,2

Basados en las consideraciones anteriores procedemos a determinar los caudales para el diseño del sistema de tratamiento.

Tabla 5. Determinación de los caudales de diseño para el sistema de tratamiento de agua residual

AÑO	VIGENCIA	POBLACIÓN	DOTACIÓN NETA (DN)	CAUDAL RESIDUAL DOMESTICA DIARIO (Qmd)	Factor Mayoracion pico diario 1,5	Caudal de infiltracion (0,05L/s*ha)	Conexiones Erradas (0,1L/s*ha)	Caudal de Diseño
		(hab)	(L/hab-d)	(L/s)	1,5	(L/s)	(L/s)	(L/s)
0	2.025	4.500	50	2,21	3,32	1,92	0,01	5,25
1	2.026	4.606	50	2,27	3,40	1,92	0,01	5,32
2	2.027	4.664	50	2,29	3,44	1,92	0,01	5,37
3	2.028	4.722	50	2,32	3,48	1,92	0,01	5,41
4	2.029	4.782	50	2,35	3,53	1,92	0,01	5,45
5	2.030	4.842	50	2,38	3,57	1,92	0,01	5,50
6	2.031	4.902	50	2,41	3,62	1,92	0,01	5,54
7	2.032	4.964	50	2,44	3,66	1,92	0,01	5,59
8	2.033	5.026	50	2,47	3,71	1,92	0,01	5,63
9	2.034	5.089	50	2,50	3,75	1,92	0,01	5,68





AÑO	VIGENCIA	POBLACIÓN	DOTACIÓN NETA (DN)	CAUDAL RESIDUAL DOMESTICA DIARIO (Qmd)	Factor Mayoracion pico diario 1,5	Caudal de infiltracion (0,05L/s*ha)	Conexiones Erradas (0,1L/s*ha)	Caudal de Diseño
		(hab)	(L/hab-d)	(L/s)	1,5	(L/s)	(L/s)	(L/s)
10	2.035	5.153	50	2,53	3,80	1,92	0,01	5,73
11	2.036	5.218	50	2,57	3,85	1,92	0,01	5,78
12	2.037	5.283	50	2,60	3,90	1,92	0,01	5,82
	2.038	135.350	50	2,63	3,95	1,92	0,01	5,87
14	2.039	5.417	50	2,66	4,00	1,92	0,01	5,92
15	2.040	5.485	50	2,70	4,05	1,92	0,01	5,97
16	2.041	5.554	50	2,73	4,10	1,92	0,01	6,02
17	2.042	5.624	50	2,77	4,15	1,92	0,01	6,07
18	2.043	5.694	50	2,80	4,20	1,92	0,01	6,13
19	2.044	5.766	50	2,84	4,25	1,92	0,01	6,18
20	2.045	5.839	50	2,87	4,31	1,92	0,01	6,23
21	2.046	5.912	50	2,91	4,36	1,92	0,01	6,29
22	2.047	5.987	50	2,94	4,42	1,92	0,01	6,34
23	2.048	6.062	50	2,98	4,47	1,92	0,01	6,40
24	2.049	6.138	50	3,02	4,53	1,92	0,01	6,45
25	2.050	6.216	50	3,06	4,59	1,92	0,01	6,51

5. SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Para el desarrollo de la presente consultoría se llevó a cabo el diagnóstico técnico de la red existente de recolección de aguas residuales y pluviales en las instalaciones de la Escuela. A partir del análisis topográfico, hidráulico y funcional, se identificaron las condiciones operativas de cada tramo. A continuación, se presenta la descripción detallada de cada uno de los tramos evaluados y, posteriormente, se expone el diseño de aquellos tramos que requieren optimización o rediseño conforme a los criterios establecidos por la normatividad vigente.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 21 de 117	

5.1 Diagnóstico de las redes de Alcantarillado Residual y Pluvial



Para el diagnóstico de la red existente de recolección de aguas residuales y pluviales, se realizó un levantamiento topográfico detallado y recopilación de información en campo, mediante los cuales se obtuvo el inventario y caracterización de cada uno de los Manholes (MH) e infraestructuras asociadas a las redes. Este proceso permitió conformar un inventario técnico-georreferenciado y una caracterización integral de los elementos del sistema.

La información obtenida sirvió como base para determinar las condiciones físicas, operativas y funcionales actuales de la red, constituyéndose en un insumo para la evaluación hidráulica y estructural de los distintos tramos, y para identificar las necesidades de optimización y adecuación del sistema de alcantarillado.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 22 de 117	



Ilustración 2. Levantamiento topográfico en etapa de diagnóstico

A partir de la información recolectada en campo y del levantamiento topográfico realizado, se elaboró el plano de las redes existentes de recolección de aguas residuales y pluviales, en el cual se representa con precisión la ubicación, el trazado y las conexiones de las infraestructuras identificadas. Este insumo permitió tener una visión detallada del estado actual del sistema, así como su articulación con las condiciones del terreno y la infraestructura construida.

La red de drenaje pluvial de la Escuela cuenta con más de 1.790 metros lineales, de los cuales el 37,46 % (671,09 metros) corresponde a tramos construidos en el último año. Estas redes descargan en canales que conducen hacia caños naturales dentro del predio. Las zonas de descarga tienen condiciones topográficas y de permeabilidad favorables, lo que permite infiltración parcial y contribuye a la recarga hídrica local. Las descargas están debidamente referenciadas en los planos de diagnóstico y diseño entregados.

Dado que estas redes no presentan problemas de capacidad hidráulica, reboses ni anegamientos, y en aplicación del principio de optimización de recursos técnicos y financieros, se decidió mantener y aprovechar la infraestructura existente, evitando intervenciones innecesarias que podrían comprometer su desempeño. Adicionalmente, se conservará un 19,84 % de la red pluvial existente (equivalente a 355



metros), que se encuentra en buen estado técnico y cumple con los criterios hidráulicos de pendiente mínima y velocidad de autolimpieza, permitiendo así una operación eficiente del sistema.



En este contexto, no se contempla la implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) debido a las condiciones naturales del terreno y la estrategia de conservación ambiental del predio. Como se evidencia en el plano de zonificación, aproximadamente el 86 % del área de intervención corresponde a zonas verdes (411.763 m²), con cobertura vegetal y suelos permeables que favorecen significativamente la infiltración del agua lluvia, reduciendo la escorrentía superficial y mitigando el impacto hídrico.



Ilustración 3. Mapa de zonificación

Se plantea una estrategia que se alinea con los principios de infraestructura verde pasiva, basada en el aprovechamiento de las condiciones naturales del terreno como la permeabilidad del suelo, la cobertura vegetal y la topografía para gestionar el drenaje pluvial de forma eficiente y sostenible. Este enfoque reconoce que las zonas verdes existentes, que constituyen más del 86 % del área de intervención, cumplen

	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 24 de 117	

una función ecológica clave al facilitar la infiltración del agua lluvia, reducir los picos de escorrentía y evitar procesos erosivos.



Al evitar la impermeabilización de nuevas superficies y conservar los flujos naturales, se mantiene el equilibrio hidrológico del predio, favoreciendo la recarga de acuíferos y cuerpos hídricos superficiales mediante procesos de infiltración lenta y difusión en el subsuelo.

Desde el punto de vista técnico, la conservación y aprovechamiento de la red pluvial existente que opera con descargas controladas hacia canales y caños naturales dentro del predio constituye una decisión eficiente que garantiza la funcionalidad hidráulica sin requerir nuevas obras. Esta red cumple con los parámetros establecidos, por lo que su intervención no solo sería innecesaria, sino que podría generar afectaciones al equilibrio funcional e hidrológico actual del sistema.

Esta estrategia de intervención mínima y focalizada se alinea con principios de sostenibilidad, al reducir los requerimientos de mantenimiento intensivo, evitar alteraciones en la cobertura vegetal y minimizar impactos sobre la biodiversidad presente. De esta forma, se asegura que la infraestructura continúe operando de manera segura, eficiente y compatible con la dinámica hidrológica natural del entorno, sin introducir nuevas presiones al sistema ambiental ni comprometer su estabilidad a largo plazo.

En la Ilustración 3 se presenta el plano de redes pluviales y sanitarias existentes, el cual constituye un insumo técnico fundamental para el análisis diagnóstico y la formulación de las propuestas de rediseño desarrolladas en el presente estudio.





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 25 de 117

Pixades

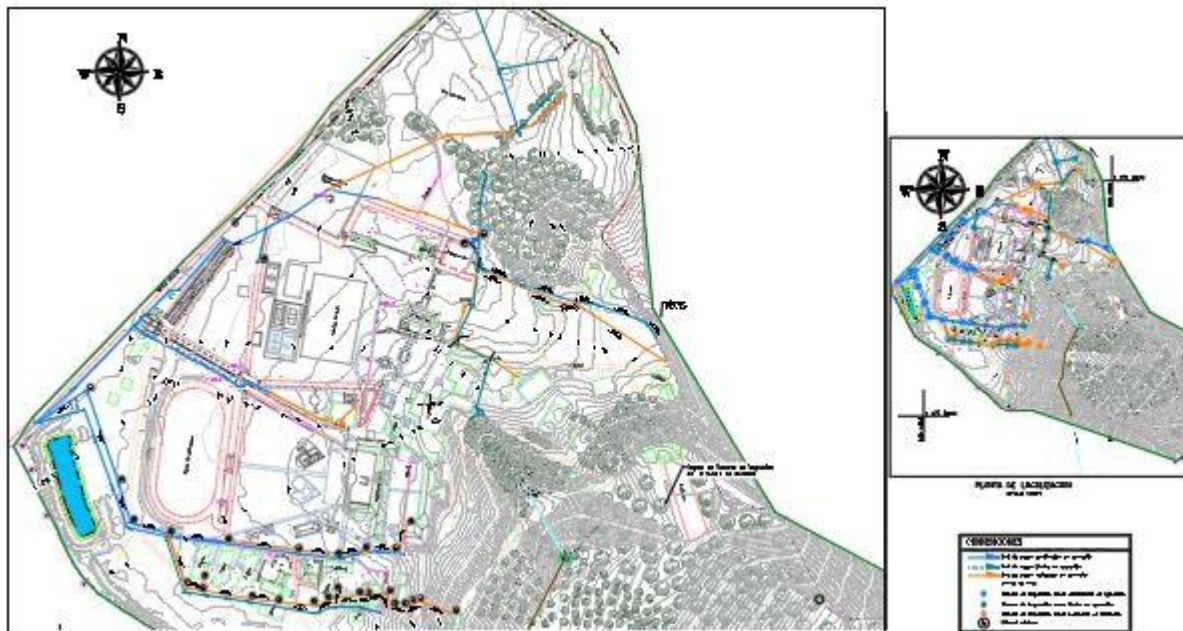


Ilustración 3. Levantamiento de redes existentes de recolección de aguas residuales y pluviales

Durante el levantamiento realizado se constató que las redes de aguas residuales y aguas lluvias se encuentran físicamente separadas. No obstante, se identificaron conexiones erradas en algunos puntos específicos, como Sanidad, casas fiscales, cocina BBQ y restaurante, los cuales actualmente descargan en la red de aguas lluvias. Esta condición contraviene el principio de separación absoluta de redes, establecido en la normativa vigente, y compromete el adecuado manejo de los vertimientos. En consecuencia, se hace necesario modificar estas conexiones, reorientándolas hacia la red sanitaria, con el fin de asegurar que la totalidad del caudal de aguas residuales sea conducido al sistema de tratamiento, garantizando así el cumplimiento técnico, ambiental y normativo del proyecto.

A continuación, se presenta la descripción técnica de cada uno de los tramos de las redes existentes, acompañada de sus respectivos perfiles longitudinales, los cuales permiten evaluar su comportamiento hidráulico y estructural en condiciones actuales.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



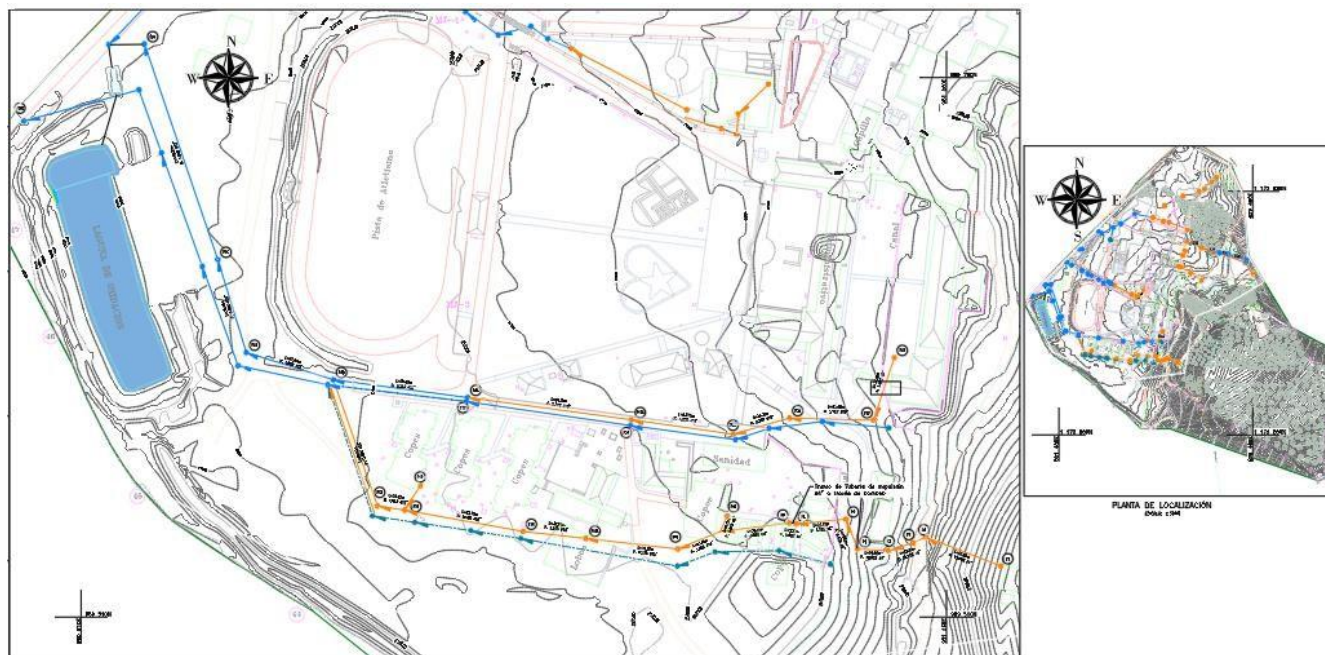
	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 26 de 117	

5.1.1. Diagnostico Tramo 1 Red Alcantarillado



El Tramo 1 del sistema de alcantarillado sanitario, construido con tuberías en PVC y Novafort en diámetros entre 6 y 12 pulgadas, fue evaluado conforme a los criterios establecidos en la Resolución 0330 de 2017. Aunque algunos subtramos presentan pendientes inferiores a las usualmente recomendadas, se verificó que el diseño cumple con el criterio hidráulico, el cual permite pendientes reducidas siempre que se garantice un flujo autolimpiante. Por tanto, se plantea mantener el trazado del tramo y sus actuales tramos. Se identificó una conexión indebida de aguas residuales provenientes de la cocina BBQ, las cuales están siendo vertidas a la red pluvial, en contravía del principio de separación absoluta de redes establecido por la normativa vigente. Sólo se requiere un redireccionamiento inmediato hacia la red sanitaria, intervención que se soluciona mediante la conexión al punto P16 del sistema residual, incluyendo esta conexión en el presupuesto como conexión domiciliaria.

La Ilustración 4 presenta la planta general del Tramo 1, en la que se muestra el trazado, la ubicación de las estructuras principales y la configuración de la red correspondiente a este sector del sistema de alcantarillado.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 27 de 117	

Ilustración 4. Planta Tramo 1



La Ilustración 4 presenta el Perfil 1 de aguas residuales correspondiente al Tramo 1, el cual abarca el recorrido desde el punto P1 hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). El diseño del sistema se mantiene sin modificaciones entre los puntos P1 y P40. A partir del punto P40 hasta la PTAR, el sistema combinado existente pasa a ser una red exclusiva para aguas residuales.

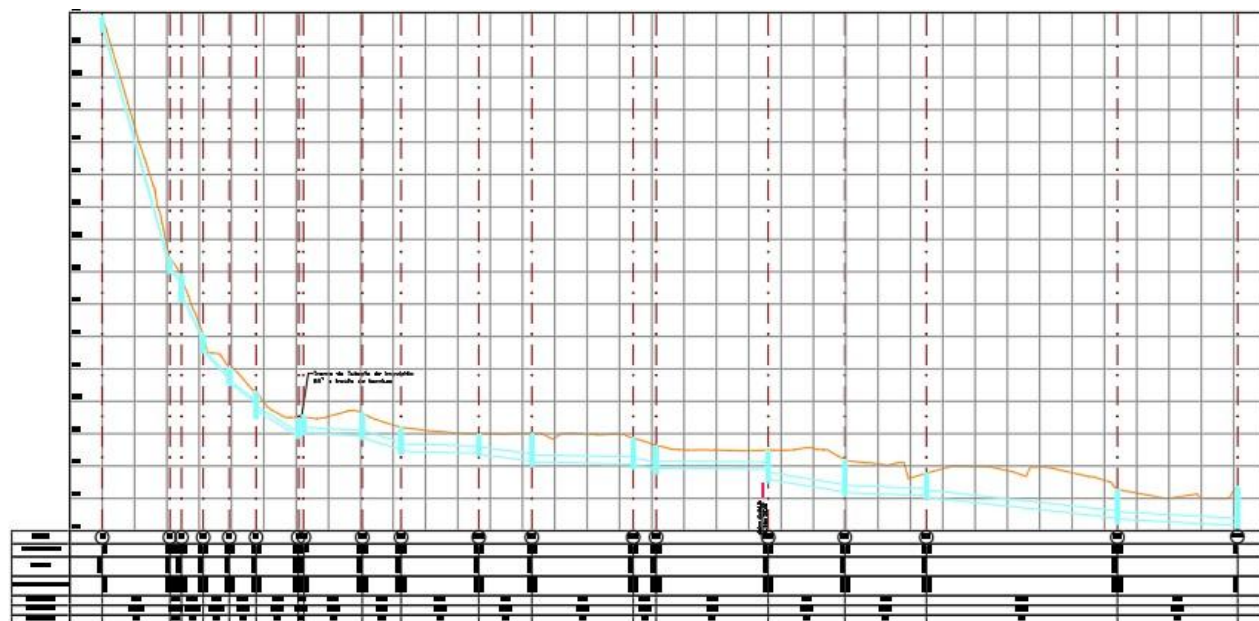


Ilustración 5. Perfil 1 Tramo 1 (P1 a PTAR)

La Ilustración 5 presenta el Perfil 2, correspondiente al tramo de la red pluvial comprendido entre los puntos P15 y P25, el cual se mantendrá en sus condiciones actuales, sin modificaciones en el diseño.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 28 de 117	

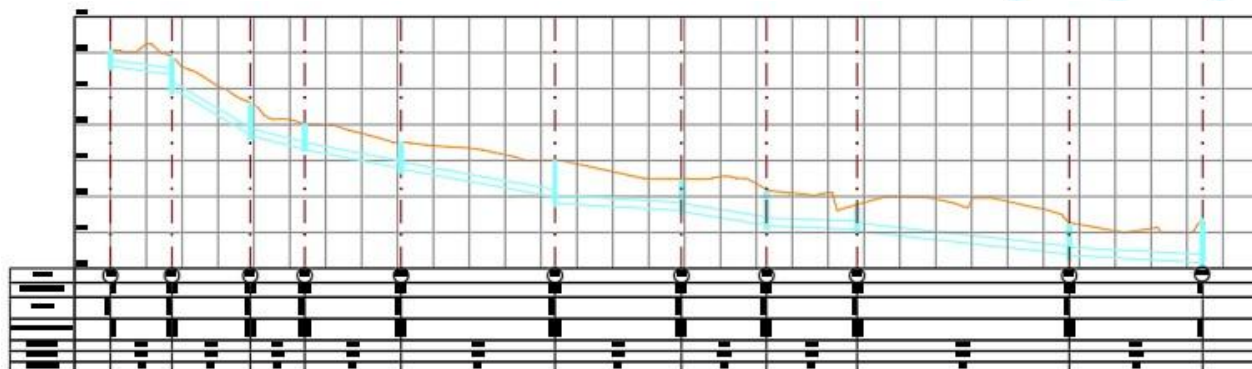


Ilustración 6. Perfil 2- Tramo 1 (P15-P25)

5.1.2 Diagnostico Tramo 2 Red Alcantarillado

El Tramo 2 de la red de aguas lluvias mantiene un trazado funcional; sin embargo, presenta pendientes mínimas en los subtramos P25–P23, P23–COMP, P26–P147, lo cual impide alcanzar la velocidad mínima de autolimpieza exigida por la normativa colombiana. Esta condición favorece la acumulación de sedimentos y reduce progresivamente el diámetro hidráulico efectivo de las tuberías, comprometiendo la capacidad de conducción del sistema. La red pluvial actualmente descarga en un caño natural existente que dirige las aguas al embalse El Muña, por medio de una tubería de 36 pulgadas. Se recomienda la modificación de pendientes y diámetros para optimizar el diseño hidráulico y garantizar el funcionamiento adecuado de la red.





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 29 de 117

Pixades

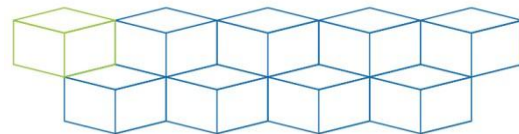


Ilustración 7. Registro fotográfico descarga existente efluente PTAR y aguas lluvias

Adicionalmente, se identificaron conexiones erradas de aguas residuales, provenientes de Sanidad y del restaurante, vertiendo actualmente a la red pluvial. Esta situación contraviene el principio de separación absoluta de redes, por lo que se requiere su reubicación a la red sanitaria en los puntos P42 y P36.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 30 de 117

Pixades

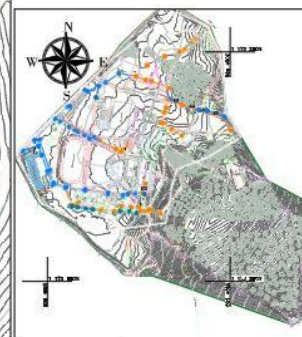
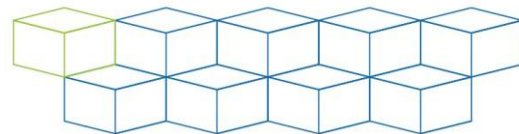


Ilustración 8A. Planta tramo 2

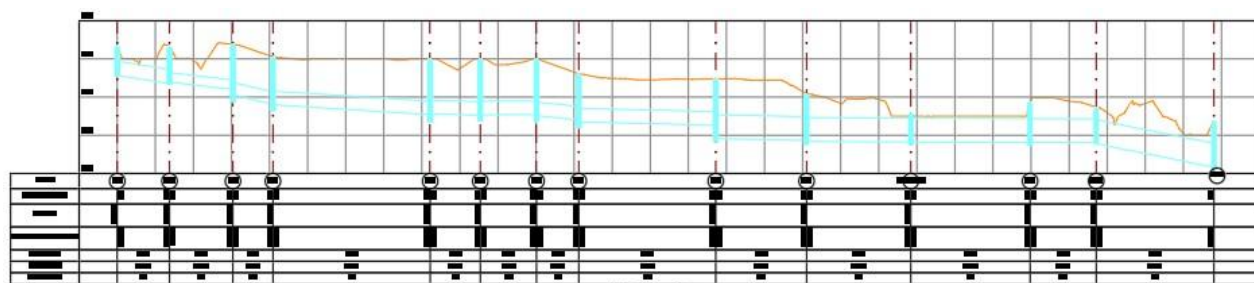


Ilustración 9 Perfil 3 – Tramo 2(P41-PTAR)



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 32 de 117

Pixades

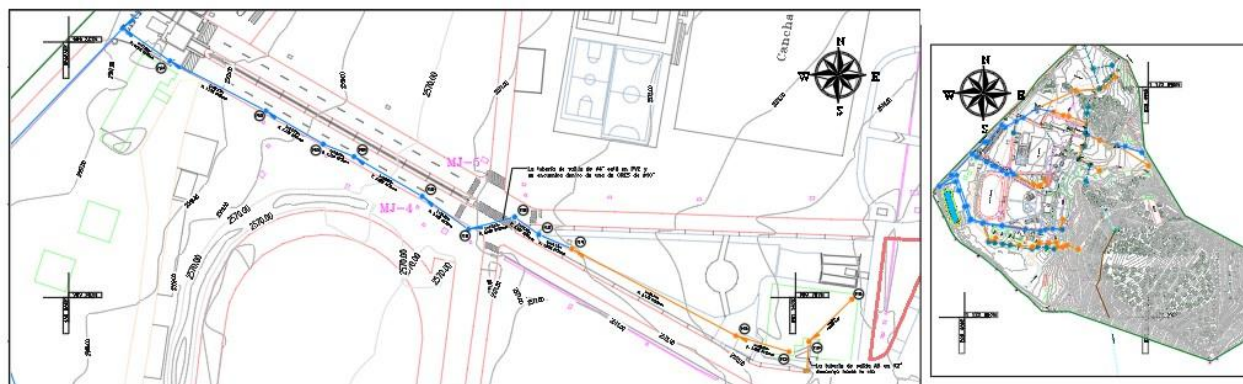
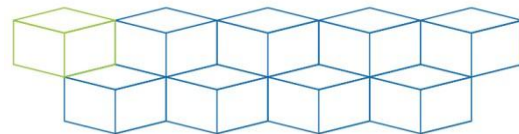


Ilustración 11. Tramo 3

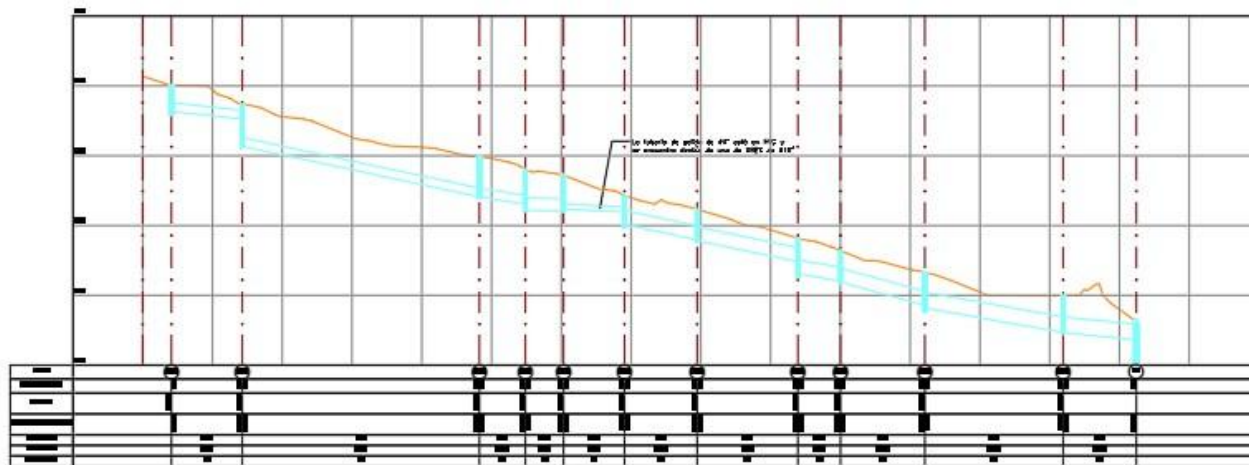


Ilustración 12. Perfil 5 –Tramo 3(P145-P30)



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 33 de 117	

5.1.4 Diagnostico Tramo 4 Red Alcantarillado



El tramo principal de la red de aguas residuales, que concentra la mayor longitud del sistema, recibe el caudal proveniente del Tramo 3 (P145–P30) y del Tramo 5, que incluye los subtramos P53–P108, P101– P108 y P112–P121, hasta su descarga en el sistema de tratamiento.

Durante la inspección, se evidenció que varios manholes no fueron localizados, lo que dificulta la trazabilidad, operación y mantenimiento del sistema. Adicionalmente, los tramos verificados presentan insuficiencia hidráulica, comprometiendo la capacidad de conducción ante el caudal actual y proyectado, con riesgo potencial de reboses y sobrecargas. Ante esta condición, se plantea un rediseño integral, con reposición del tramo desde P111 hasta P45, con el objetivo de garantizar el cumplimiento normativo y mejorar la funcionalidad operativa.

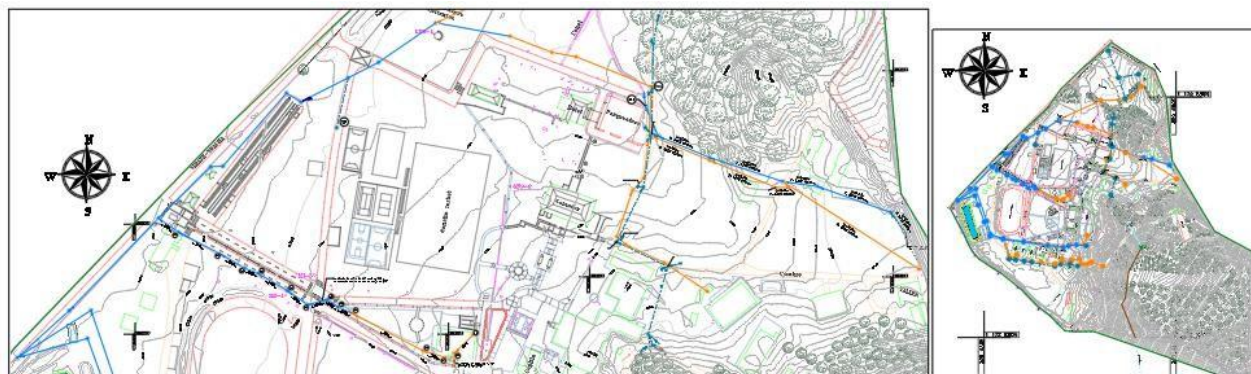


Ilustración 13. Tramo 4 y 4A

Se identificó un subtramo de la red pluvial, denominado P07-B2, que presenta una conexión errónea de aguas residuales provenientes de las casas fiscales. Este subtramo también capta escorrentías provenientes de un caño natural localizado dentro del área de la Escuela, y las descarga en un segundo caño natural receptor ubicado aguas abajo (B2). El diseño propone corregir dicha condición mediante la desconexión de las aguas residuales de la red pluvial y su redirección a la red de alcantarillado sanitario. Para ello, se plantea la reconexión del subtramo sanitario que inicia en el pozo P101, continúa por los puntos CP9 y CP10, y se incorpora finalmente a la red sanitaria existente a través del pozo P108. La Ilustración 12 muestra la configuración actual de las redes, en la que se evidencia la conexión inadecuada de aguas residuales a la red pluvial.





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 34 de 117

Pixades

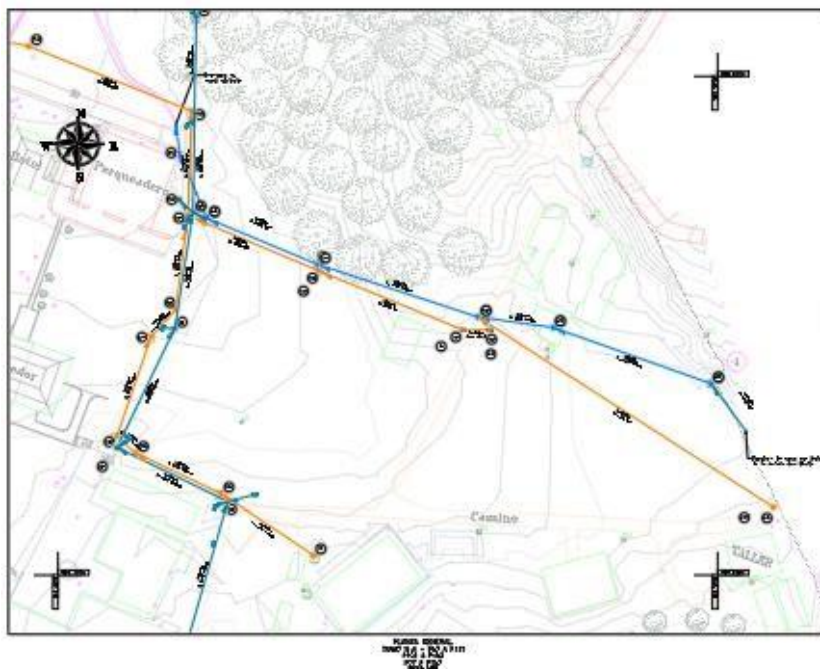
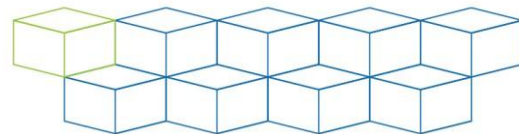


Ilustración 14. Tramo 4A – (P101-B2) Residual Y (P07-B2) Pluvial

En la Ilustración 14 se presentan el perfil 6, correspondiente a la red de alcantarillado pluvial identificada como P07-B2, la cual no será objeto de intervención en el presente diseño. Adicionalmente, se anexan fotografías que evidencian el punto de descarga de la red hacia un caño natural existente en el área.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 35 de 117

Pixades

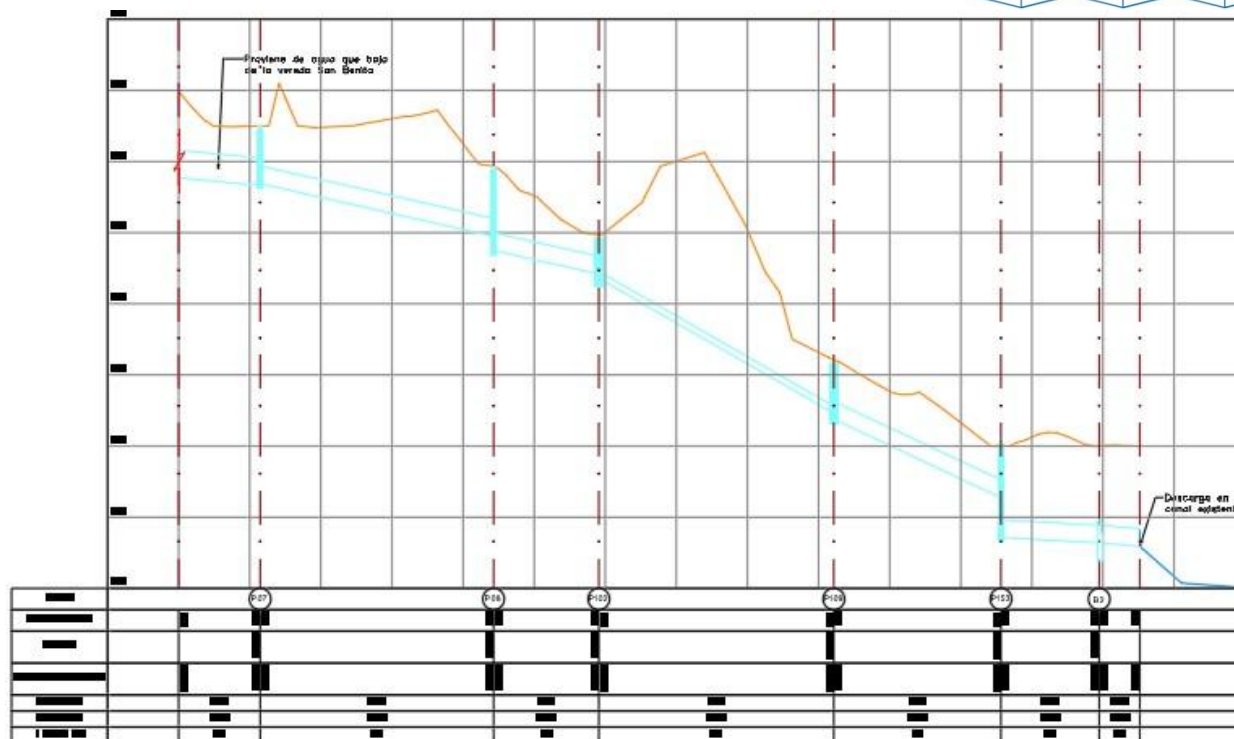
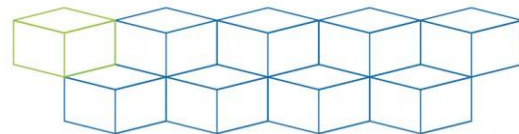


Ilustración 15. Perfil 6– (P07-B2)



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Ilustración 16. Registro fotográfico descarga red Pluvial a Caño Natural (P07-B2)



La Ilustración 15 muestra la red sanitaria, origen de la conexión errada a la red pluvial de las casas fiscales, situación que contraviene el principio de separación absoluta de redes.

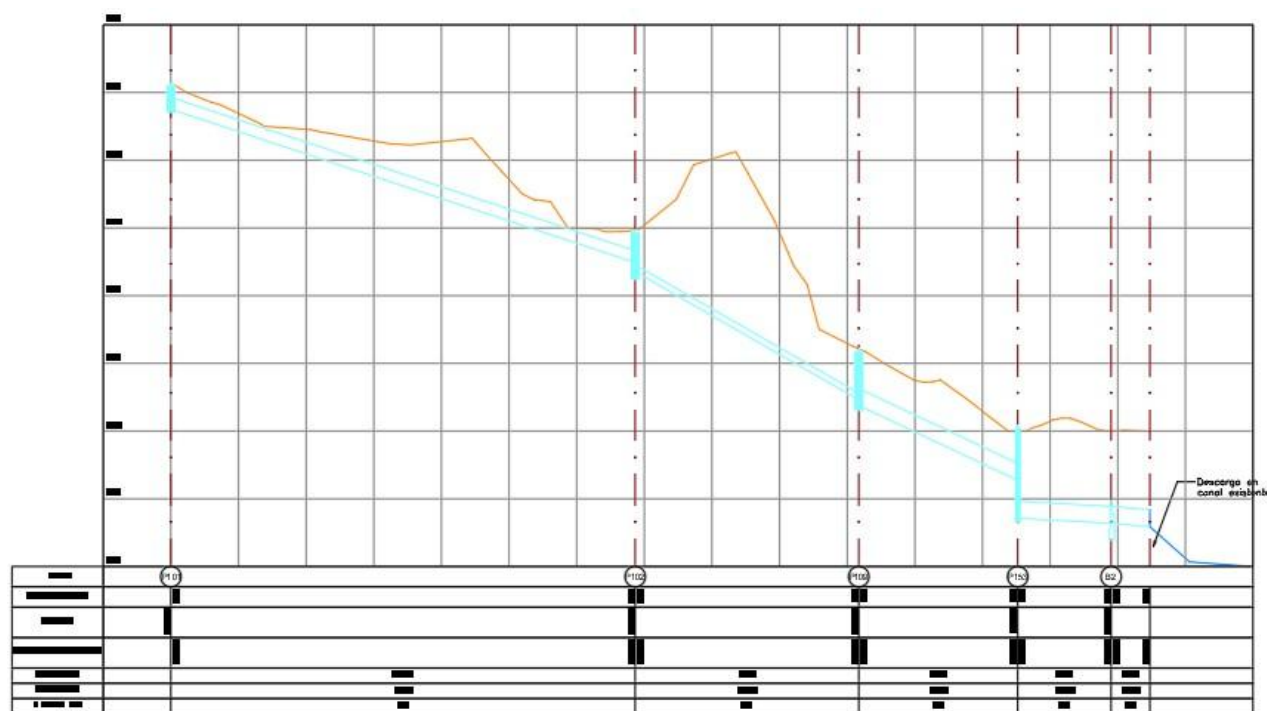


Ilustración 17. Perfil 8 - Tramo 4 (P101-P153)

El tramo principal de la red de aguas residuales inicia en el pozo P111 y se extiende hasta el pozo P120. A partir de este punto, se presenta una conducción combinada de aguas residuales y lluvias hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), lo cual contraviene el principio de separación absoluta de redes y representa una condición a ser evaluada para su posible intervención.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 37 de 117	

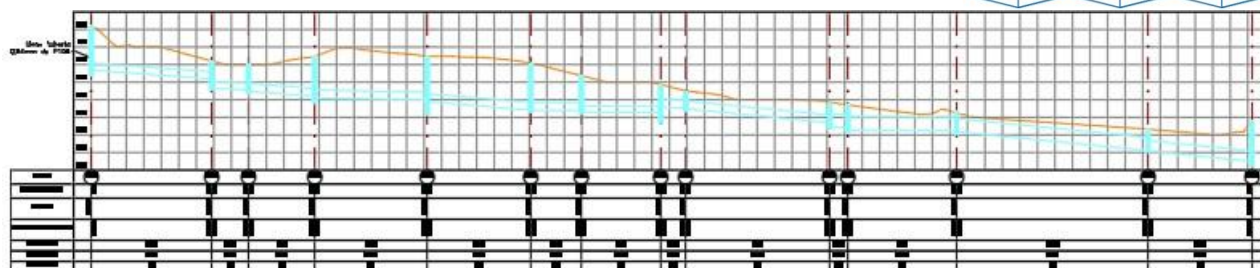


Ilustración 18. Perfil 10 - Tramo 4 (P111-P153)

5.1.5 Diagnóstico Tramo 5 Red Alcantarillado

Este tramo es un conjunto de subtramos que fueron construidos durante el período de ejecución de la presente consultoría, motivo por el cual no se contempla ninguna modificación en su diseño ni configuración actual. No obstante, se llevó a cabo una revisión técnica de los subtramos ejecutados con el fin de verificar su conformidad hidráulica y funcional, de acuerdo con los lineamientos establecidos.





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 38 de 117

Pixades

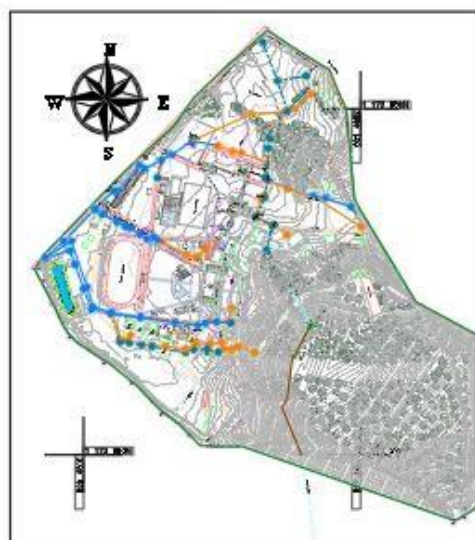
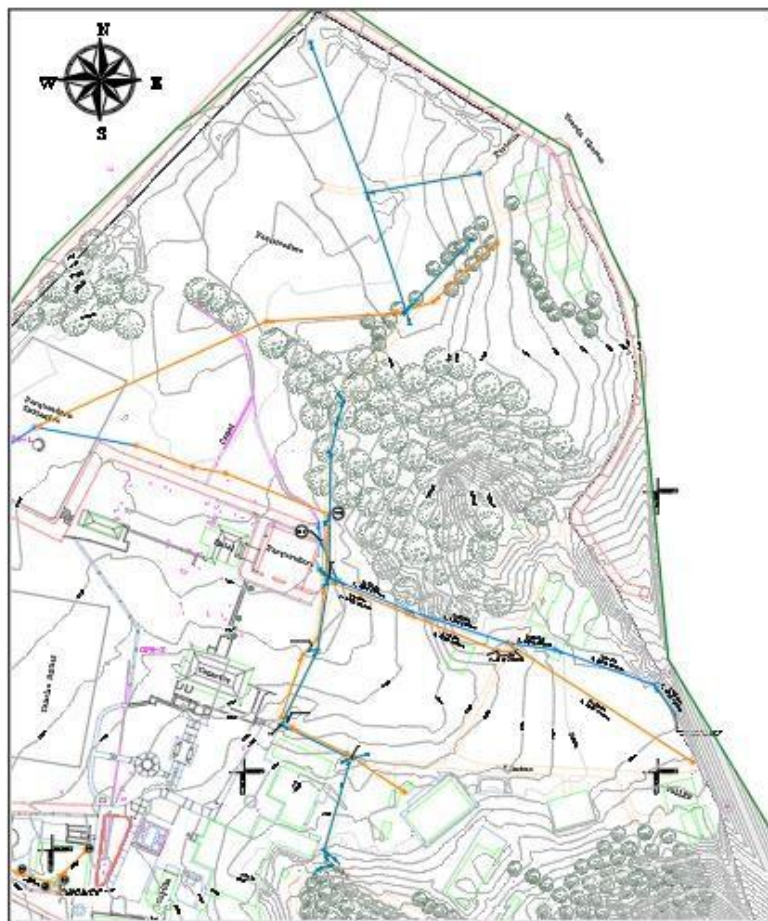
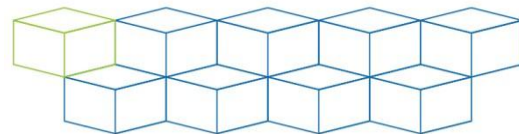


Ilustración 19. Tramo 5 – (P53-P111), (P07-B2), (PZ1-B1), (P112-P121), (B3-PZ23)

El tramo de red sanitaria comprendido entre las cámaras P53- P111 presenta condiciones hidráulicas variables, con algunos tramos que cumplen con pendientes adecuadas para el arrastre de sólidos, mientras que otros muestran pendientes mínimas críticas e incluso negativas, lo que compromete la eficiencia del flujo y genera riesgo de sedimentación, taponamientos y posibles retornos.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 39 de 117

Pixades

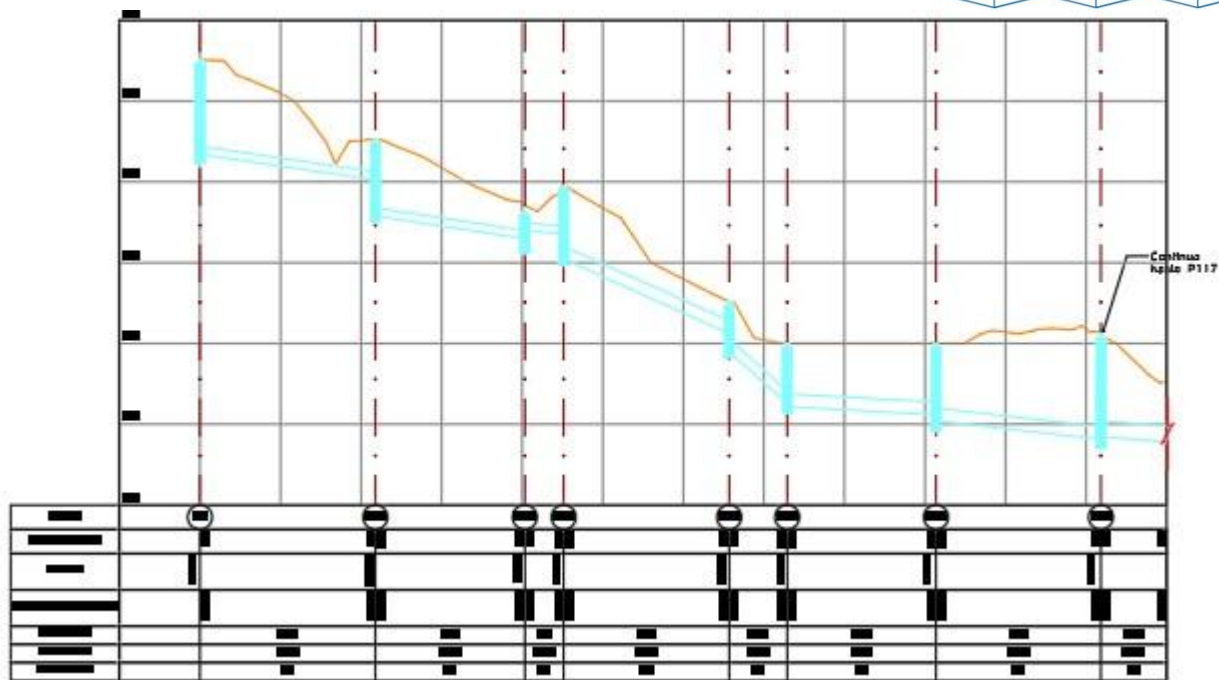
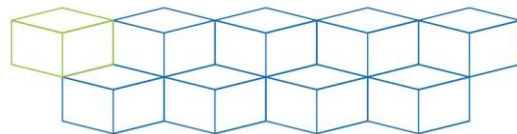


Ilustración 20. Perfil 7 - Tramo 5 (P153-P111)

El segmento comprendido entre P112 y P121 corresponde a la red de alcantarillado sanitario, donde el punto P121 funciona como conexión directa con el tramo principal del sistema. Durante la inspección, se identificó una tubería expuesta que atraviesa un canal, sin protección estructural ni confinamiento adecuado, lo que representa una condición de vulnerabilidad para la infraestructura.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



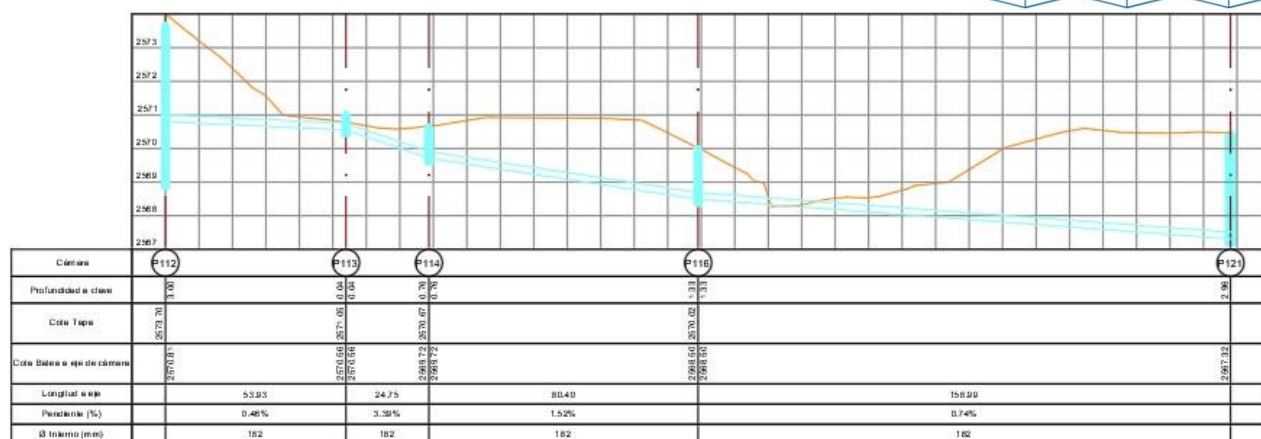


Ilustración 21. Perfil 12- Tramo 5 (P112-P121)

Como parte del soporte de esta evaluación, se anexan fotografías tomadas durante la visita de campo, en las que se evidencian las condiciones observadas en el tramo evaluado.



Ilustración 22. Registro fotográfico Tramo 5 (P112-P121)

El tramo presenta, en general, pendientes hidráulicas adecuadas que cumplen con los criterios de la Resolución 0330 de 2017 – RAS. Sin embargo, se identifican dos subtramos con pendientes negativas, lo que representa un riesgo para la funcionalidad del sistema, al favorecer la acumulación de sedimentos y la obstrucción del flujo. Aunque se trata de una obra reciente sin requerimientos de intervención inmediata,





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 41 de 117

Pixades

se recomienda realizar seguimiento en fase operativa para verificar su desempeño y corregir oportunamente cualquier afectación funcional.

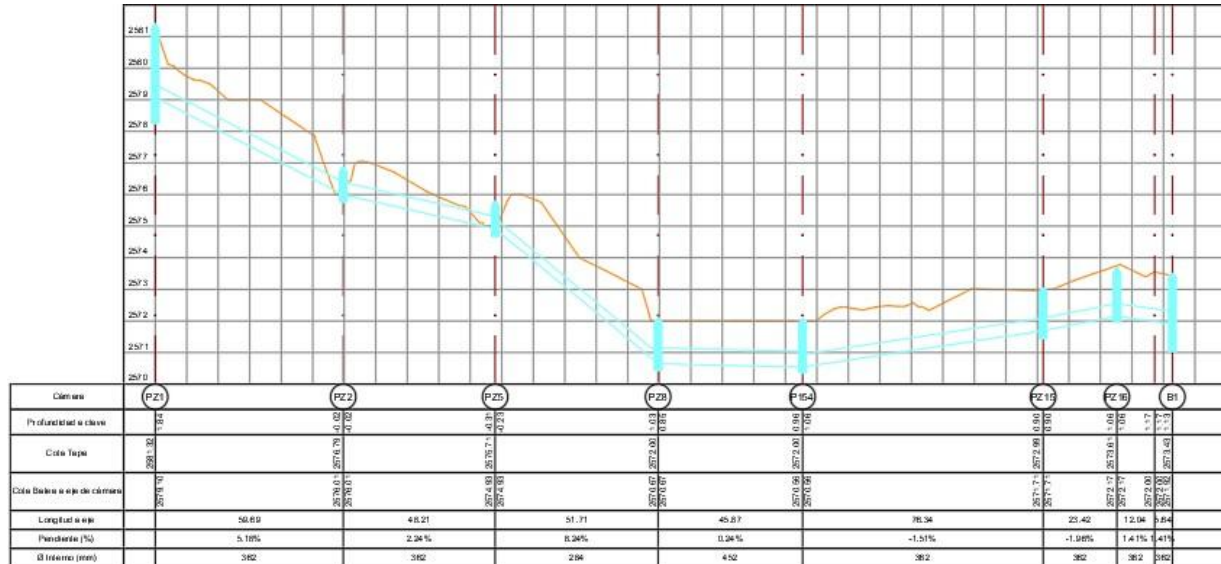
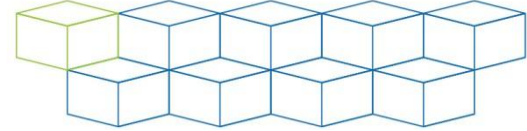


Ilustración 23. Perfil 11- Tramo 5 (PZ1-B2)

El tramo comprendido entre B3-PZ23 presenta una pendiente hidráulica mínima inferior a lo requerido para garantizar velocidades de autolimpieza en redes pluviales. Esta condición genera riesgo de sedimentación, estancamiento y pérdida de capacidad hidráulica. Se recomienda su verificación en campo y seguimiento en operación, ya que el tramo podría no evacuar adecuadamente en eventos de lluvia intensa.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 42 de 117	

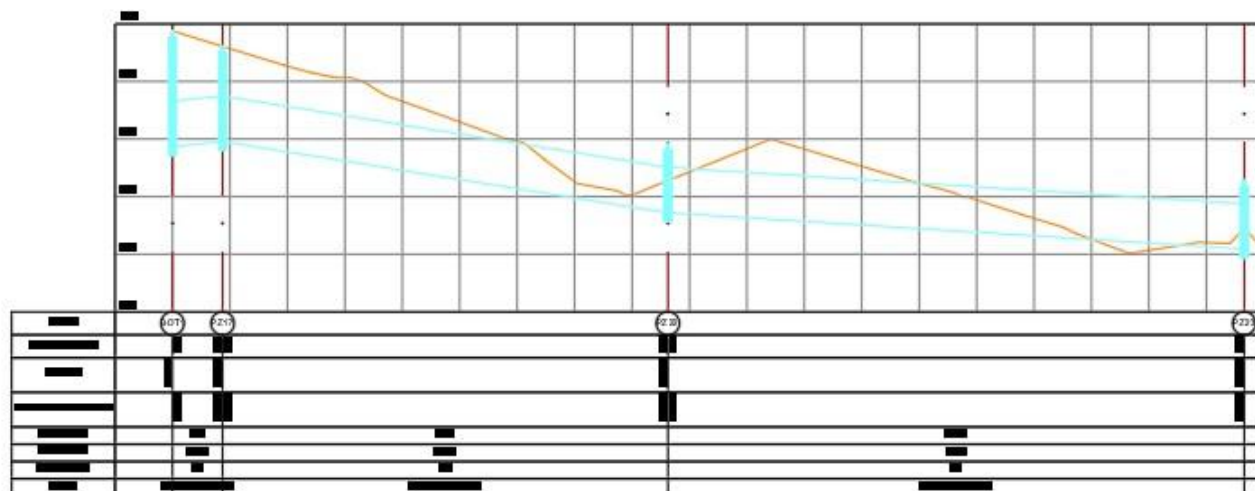


Ilustración 24. Perfil 12 - Tramo 5 (B3-PZ23)

5.1.6 Diagnóstico Tramo de descarga de la PTAR

Actualmente, la descarga de las aguas residuales generadas en la Escuela de Suboficiales y Nivel Ejecutivo “Gonzalo Jiménez de Quesada” (ESJIM) se realiza a través de un canal natural de aproximadamente 120 metros de longitud, el cual se extiende desde el perímetro del lote de la institución hasta su punto de vertimiento final en el embalse El Muña. Esta condición se puede observar en la ilustración que se presenta a continuación.





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 43 de 117

Pixades

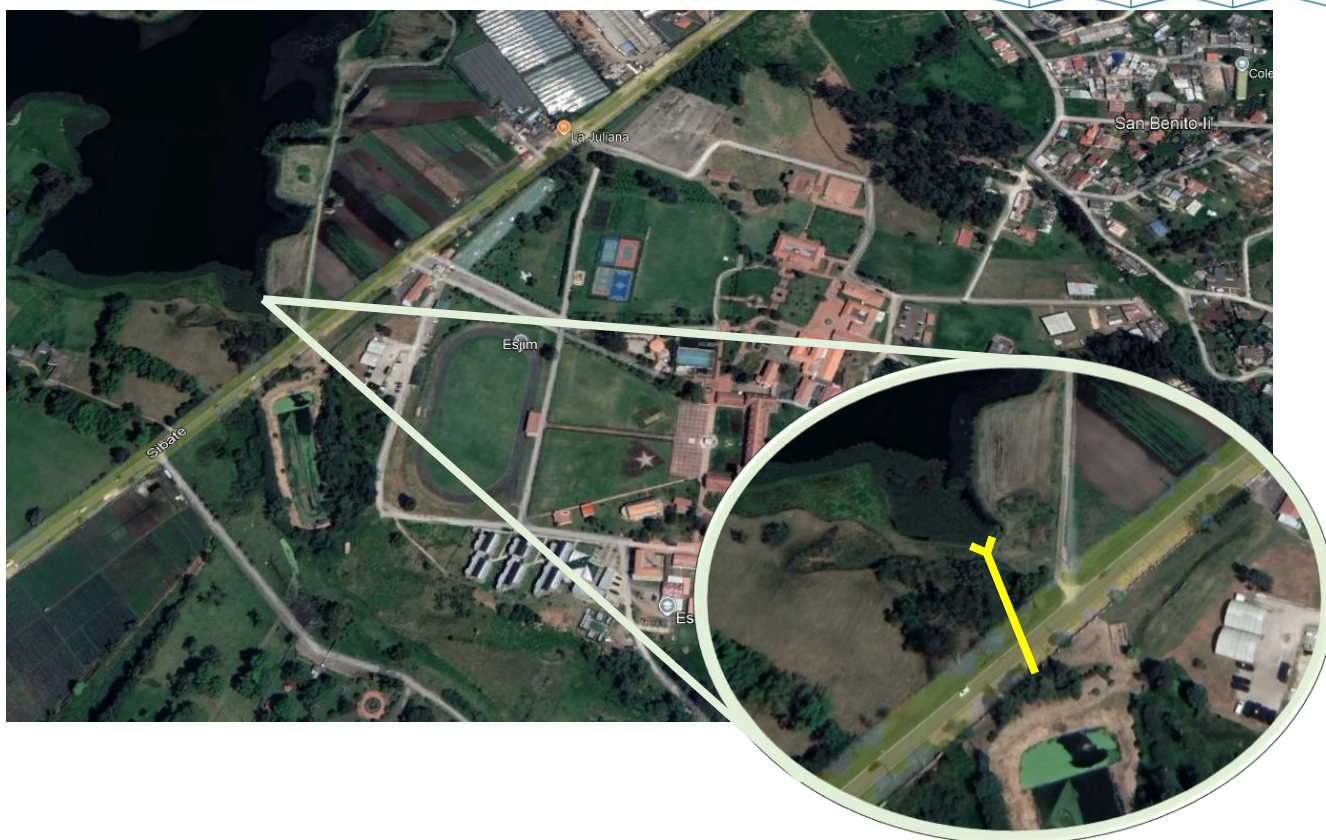


Ilustración 25. Ubicación general descarga de aguas residuales ESJIM

Para el cruce de la vía Sibaté –Soacha en el kilómetro 20, se dispone de una tubería de 36 pulgadas de diámetro, a través de la cual se conducen conjuntamente las aguas lluvias provenientes de la vía, las aguas lluvias generadas en la Escuela, así como el efluente de aguas residuales tratadas proveniente de la planta. Durante las inspecciones realizadas en la obra, se evidenció la presencia de otras tuberías que atraviesan la estructura, pertenecientes a servicios de la zona. Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo un proceso de

limpieza y retiro de sedimentos acumulados dentro de la tubería, con el fin de garantizar su adecuada capacidad hidráulica y prevenir obstrucciones o disminución en la eficiencia del sistema de conducción.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 44 de 117	



Ilustración 26. Registro fotográfico de la descarga actual de las aguas residuales hasta el embalse El Muña

El permiso de vertimientos otorgado mediante la Resolución DJUR No. 50207100819 del 12 de mayo de 2020 por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), establece en su numeral 4.3 y en el artículo 1, la aprobación de los diseños, planos y memorias técnicas para la construcción de un cabezal de descarga de aguas residuales domésticas tratadas sobre el sistema hídrico Embalse del Muña.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 45 de 117	



Este componente estructural se concibe como una solución técnica necesaria para disipar la energía hidráulica del vertimiento, garantizar una transición controlada hacia el cuerpo receptor y mantener condiciones de operación estables. Durante las visitas de campo se constató la inexistencia de una estructura que cumpla con la función de cabezal de descarga. Frente a esta situación, y con el propósito de avanzar hacia el cumplimiento integral del permiso de vertimientos otorgado, se presenta una propuesta actualizada de planos para la construcción de dicha estructura. Esta ha sido diseñada conforme a los lineamientos técnicos y normativos vigentes definidos por la autoridad ambiental competente.

La implementación del cabezal de descarga resulta técnicamente indispensable, ya que constituye la interfaz hidráulica y estructural entre el sistema de conducción de aguas residuales tratadas y el cuerpo receptor: el Embalse del Muña. Su función principal es garantizar un vertimiento uniforme, controlado y seguro, permitiendo además la confluencia adecuada de distintos flujos, tales como aguas lluvias, aguas residuales tratadas y escorrentía superficial.

Adicionalmente, esta infraestructura cumple un rol esencial en la mitigación de procesos de erosión localizada, reduce el riesgo de impactos negativos sobre el ecosistema acuático y contribuye de manera directa al cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos en la normativa nacional de vertimientos, en particular los señalados en el artículo 4 de la **Resolución 0631 de 2015**, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

5.2 PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Los parámetros hidráulicos mínimos que se deben tener en cuenta desde el diseño preliminar bajo la consideración de flujo uniforme y que la experiencia ha determinado que permite obtener redes con una adecuada auto limpieza y buen comportamiento hidráulico son:

- 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.
- La velocidad máxima es de 10 m/s para tuberías plásticas y de 5 m/s para otro tipo de materiales.
- Para evitar que se presente flujo crítico y cuasi crítico en los tramos se recomienda tener números de Froude por fuera del intervalo de 0.7 a 1.5 para la condición de flujo uniforme.
- Para los tramos en que la pendiente sea superior al 10%, la distribución hidrostática de presiones deja de ser válida. Por lo tanto, en el análisis de flujo gradualmente variado y de flujo no permanente debe incluirse el factor $\cos^2\theta$, donde θ es el ángulo de inclinación del tramo.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 46 de 117	

- 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 este.



- La profundidad mínima a la cota clave de las tuberías en zonas peatonales es de 0.75 y en vías vehiculares de 1.20m m. En caso de no ser posible cumplir con esta distancia deberá presentarse un diseño particular de protección a la red.
- Desde el punto de vista de costos, el diseño óptimo para obtener la red más económica de alcantarillado es aquel que mezcla varios materiales que cumplan con las restricciones hidráulicas.

5.2.1 Caudal de aguas residuales

Los caudales de aguas residuales se obtienen a partir de la base de datos de consumo de agua potable correspondiente al sector en estudio. Dicho consumo, registrado por tipo de usuario o por unidad de área (hectárea), se convierte en caudal de agua residual mediante la aplicación del coeficiente de retorno, siguiendo el algoritmo establecido para la estimación de caudales.

El caudal de diseño de la red de alcantarillado sanitario se fundamentó en la dotación determinada, conforme a lo establecido en el ítem 4.1.11 "Determinación de Caudales para Agua Residual". Esta información se encuentra reflejada en cada tramo dentro de la hoja de diseño. A continuación, se presentan los tramos que fueron proyectados para procesos de optimización.

5.2.2 Trazado de las redes a rediseñar

Con base en el diagnóstico técnico realizado sobre la red de recolección de aguas residuales, se definió la necesidad de rediseñar los tramos 2, 3 y 4 del sistema, mientras que los tramos 1 y 5 se conservarán sin intervención debido a su adecuado funcionamiento hidráulico y estructural.

Los tramos 2 y 4 propuestos en el diseño descargan en la cámara de inspección P45, la cual opera como punto de concentración del sistema sanitario. Para la fase 1, el bombeo de las aguas residuales se realizará desde el pozo existente identificado como P24. Se plantea la demolición de este pozo y su reconstrucción con una mayor profundidad, con el propósito de permitir la instalación del sistema de impulsión hacia un nuevo pozo proyectado (CP2) antes del pretratamiento. (ver plano Red_Ingreso_PTAR.DWG).



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3	
		Página 47 de 117	

La distribución de los tramos que conforman las redes de recolección de aguas residuales y pluviales proyectadas se presenta en la Ilustración 26. Aunque el trazado planimétrico se mantiene en varios segmentos, el rediseño introduce ajustes en las profundidades de instalación para dar cumplimiento a los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Asimismo, se anexa un archivo en formato PDF con la superposición del trazado existente y el rediseñado. Estas modificaciones garantizan el cumplimiento de las pendientes mínimas, los recubrimientos requeridos y las condiciones hidráulicas y estructurales necesarias para la operación eficiente, segura y sostenible del sistema.

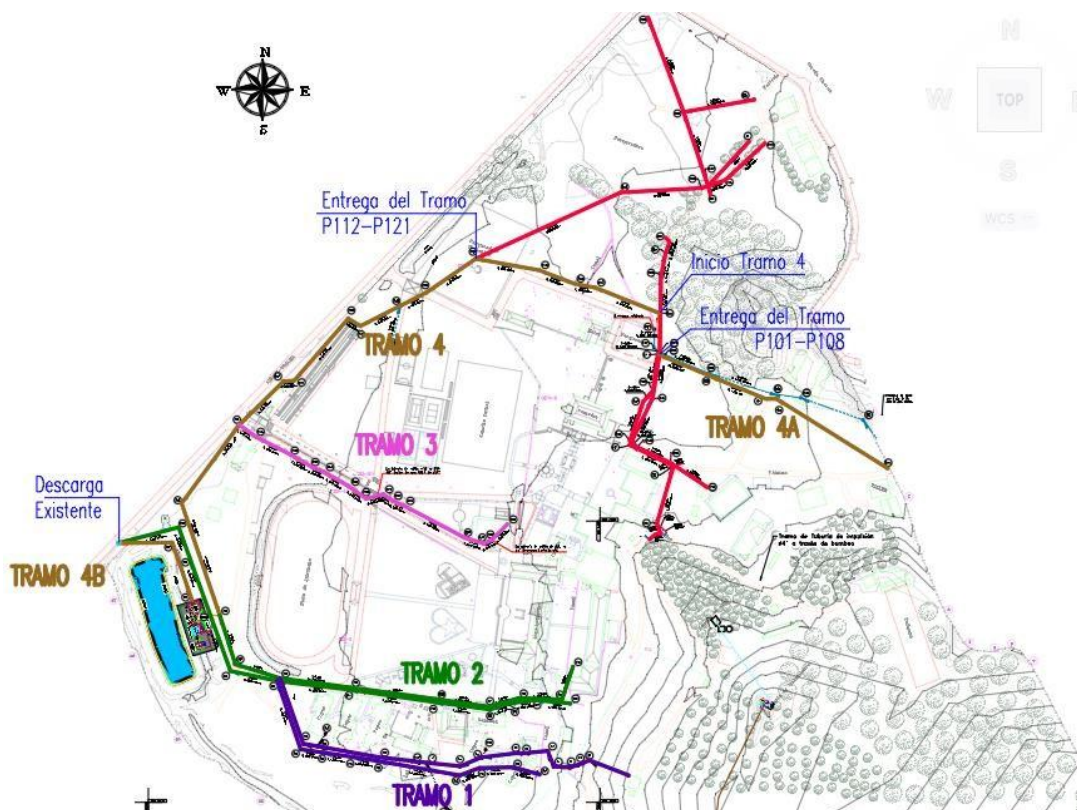


Ilustración 27. Distribución de tramos de la red de alcantarillado



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 48 de 117	

5.2.3 Optimización del Tramo 2

El tramo 2 está conformado por un tramo de agua residual y otro de aguas pluviales como se presenta en la ilustración 28.

- Tramo 2 residual contempla desde el P41- P45 -
- Tramo 2 agua pluvial p44 a descarga.

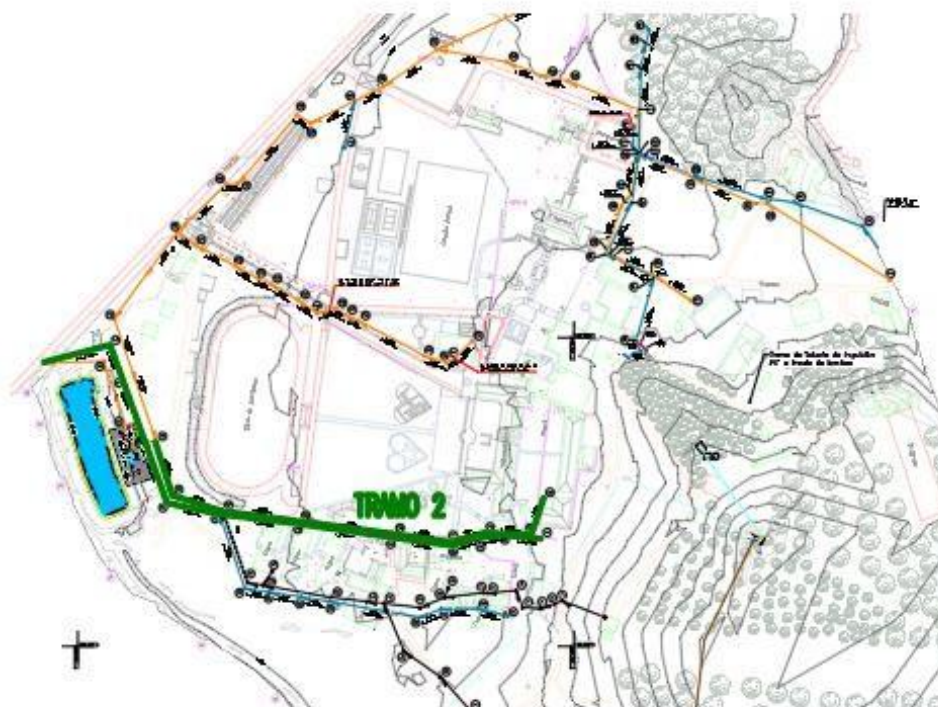


Ilustración 28. Red a optimizar tramo 2



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3	
		Página 49 de 117	

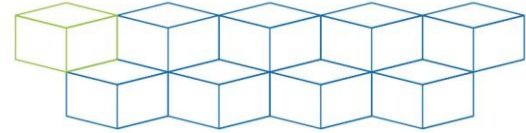


Tabla 6. Diseño tramo 2 red alcantarillado residual

Tipo	Camara		Coordenadas cámara inicial		Coordenadas cámara final		Área tributaria aguas residuales		Cota terreno		Cota batea a eje de cámara		Velocidad real supuesta	Diametro interno
	Inicial	Final	Norte	Este	Norte	Este	Propia	Otra	Inicial	Final	Inicial	Final	Copiar	
			[m]	[m]	[m]	[m]	[Ha]	[Ha]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[m / s]	[mm]
TIPO	C.I.	C.F.	CNCI	CECI	CNCF	CECF	ARP	ARO	CTI	CTF	CBI	CBF	VR5	DI
1	P41	P42	989644.64	981232.88	989612.14	981222.01	0.30		2576.15	2575.76	2575.26	2574.60	0.75	182
	P42	P38	989612.14	981222.01	989613.34	981178.37	0.30		2575.76	2573.20	2574.57	2571.34	1.19	227
	P38	P36	989613.34	981178.37	989604.86	981149.22	0.30		2573.20	2572.03	2571.31	2570.60	0.79	227
	P36	P144	989604.86	981149.22	989612.42	981096.05	0.30		2572.03	2571.00	2570.57	2569.48	0.75	227
	P144	P33	989612.42	981096.05	989623.92	981011.04	0.30		2571.00	2570.00	2569.45	2567.90	0.72	227
	P33	P40	989623.92	981011.04	989633.19	980941.16	0.30		2570.00	2568.98	2567.87	2566.10	0.79	284
	P40	P43	989633.19	980941.16	989647.35	980895.93	0.30		2568.98	2568.38	2565.67	2565.00	0.64	284
	P43	P45	989647.35	980895.93	989695.59	980881.13	0.30		2568.38	2567.56	2564.97	2564.05	0.71	284

Camara		Caudal de diseño	Longitud entre ejes camaras	Pendiente tubería	Profundidad clave		Escala en la cámara	Rugosidad de Manning	Y_n / ϕ		Velocidad real		Tipo de flujo	Profundidad cámara inicial
Inicial	Final				Inicial	Final			Residual	Combinado	Residual	Combinado		
		[l/s]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]	[adim]	[adim]	[adim]	[m/s]	[m/s]		[m]
C.I.	C.F.	Q D	Long. Tub.	Pend. Tub.	H inic.	H final	Escala	Manning	Rel YnDR	Rel YnDC	Vr Res	Vr Comb	T Flujo	Prof. C.I
P41	P42	1.50	34.27	1.93	0.70	0.97	0.03	0.009	0.160	0.16	0.75	0.75	F. Supercrítico	0.89
P42	P38	1.50	43.66	7.40	0.95	1.62	0.03	0.009	0.070	0.07	1.19	1.19	F. Supercrítico	1.19
P38	P36	1.50	30.36	2.34	1.65	1.19	0.03	0.009	0.110	0.11	0.79	0.79	F. Supercrítico	1.89
P36	P144	1.50	53.70	2.03	1.22	1.28	0.03	0.009	0.120	0.12	0.75	0.75	F. Supercrítico	1.46
P144	P33	1.50	85.78	1.81	1.31	1.86	0.03	0.009	0.120	0.12	0.72	0.72	F. Supercrítico	1.55
P33	P40	1.50	70.49	2.51	1.83	2.58	0.43	0.009	0.070	0.07	0.79	0.79	F. Supercrítico	2.13
P40	P43	1.51	47.39	1.41	3.01	3.08	0.03	0.009	0.090	0.09	0.64	0.64	F. Supercrítico	3.31
P43	P45	1.54	50.46	1.82	3.11	3.21		0.009	0.080	0.08	0.71	0.71	F. Supercrítico	3.41





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 50 de 117

Pixades

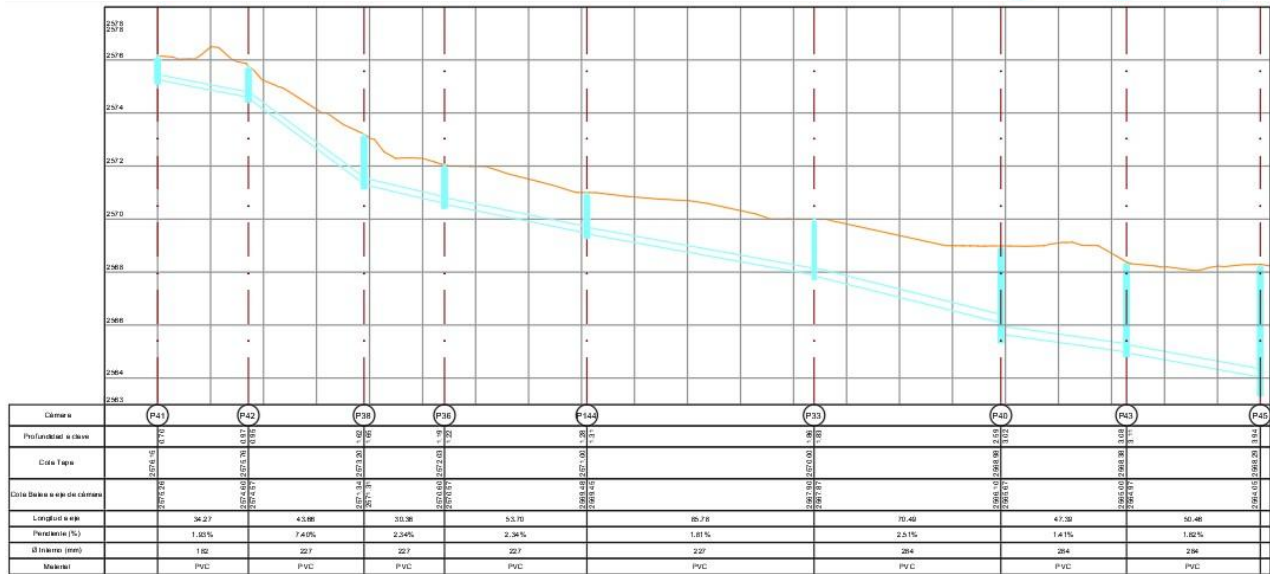
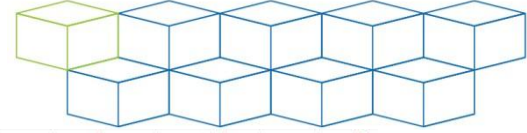


Ilustración 29. Perfil optimización perfil residual tramo 2

Tabla 7. Diseño tramo 2 red alcantarillado Pluvial

Tipo	Camara		Coordenadas cámara inicial		Coordenadas cámara final		Área tributaria aguas residuales		Cota terreno		Cota batea a eje de cámara		Velocidad real supuesta	Diámetro interno
	Inicial	Final	Norte	Este	Norte	Este	Propia	Otra	Inicial	Final	Inicial	Final	Copiar	
			[m]	[m]	[m]	[m]	[Ha]	[Ha]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[m / s]	[mm]
TIPO	C.I.	C.F.	CNCI	CECI	CNCF	CECF	ARP	ARO	CTI	CTF	CBI	CBF	VRS	DI
1	P44	P39	989608.22	981230.04	989611.50	981195.47			2577.06	2574.03	2574.18	2571.22	2.60	452
	P39	P37	989611.50	981195.47	989607.90	981167.72			2574.03	2572.17	2571.19	2570.03	2.33	452
	P37	P35	989607.90	981167.72	989602.08	981150.22			2572.17	2572.00	2570.00	2569.96	1.69	595
	P35	P34	989602.08	981150.22	989609.41	981095.61			2572.00	2571.00	2569.93	2568.98	1.72	595
	P34	P32	989609.41	981095.61	989621.87	981010.24			2571.00	2570.00	2568.95	2567.16	1.62	595
	P32	P25	989621.87	981010.24	989630.53	980938.27			2570.00	2568.97	2567.13	2565.82	1.28	595
	P25	P23	989630.53	980938.27	989640.52	980891.62			2568.97	2568.17	2565.79	2565.68	0.85	670
	P23	C1	989640.52	980891.62	989692.05	980873.05			2568.17	2567.20	2565.65	2565.65	0.45	670
	C1	P26	989692.05	980873.05	989750.95	980851.82			2567.20	2567.77	2565.62	2565.62	0.45	670
	P26	P147	989750.95	980851.82	989783.63	980840.05			2567.77	2567.47	2565.59	2565.53		670



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

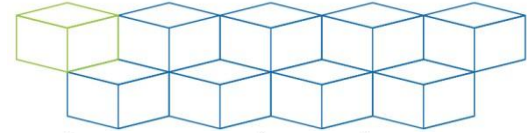
Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 51 de 117

Pixades



Camara		Caudal de diseño	Longitud entre ejes camaras	Pendiente tubería	Profundidad clave		Escala en la cámara	Rugosidad de Manning	Y_N / ϕ		Velocidad real		Tipo de flujo	Profundidad cámara inicial
Inicial	Final				Inicial	Final			Residual	Combinado	Residual	Combinado		
		[l/s]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]	[adim]	[adim]	[adim]	[m/s]	[m/s]		[m]
C.I.	C.F.	Q D	Long. Tub.	Pend. Tub.	H inic.	H final	Escala	Manning	Rel YnDR	Rel YnDC	Vr Res	Vr Comb	T Flujo	Prof. C.I
P44	P39	40.00	34.73	8.52	2.40	2.33	0.03	0.009		0.16		3.01	F. Supercrítico	2.88
P39	P37	40.00	27.98	4.15	2.36	1.66	0.03	0.009		0.19		2.33	F. Supercrítico	2.84
P37	P35	40.00	18.44	0.22	1.55	1.42	0.03	0.009		0.23		0.78	F. Subcrítico Inestable	2.17
P35	P34	40.00	55.10	1.72	1.45	1.40	0.03	0.009		0.17		1.65	F. Supercrítico	2.07
P34	P32	40.00	86.27	2.07	1.43	2.22	0.03	0.009		0.16		1.77	F. Supercrítico	2.05
P32	P25	40.00	72.49	1.81	2.25	2.53	0.03	0.009		0.17		1.68	F. Supercrítico	2.87
P25	P23	40.00	47.71	0.23	2.48	1.79	0.03	0.009		0.21		0.78	F. Subcrítico Inestable	3.18
P23	C1	40.00	54.77	0.00	1.82	0.85	0.03	0.009		0.31		0.45	F. Subcrítico	2.52
C1	P26	40.00	62.61	0.00	0.88	1.45	0.03	0.009		0.31		0.45	F. Subcrítico	1.58
P26	P147	40.00	34.73	0.17	1.48	1.24		0.009						2.18

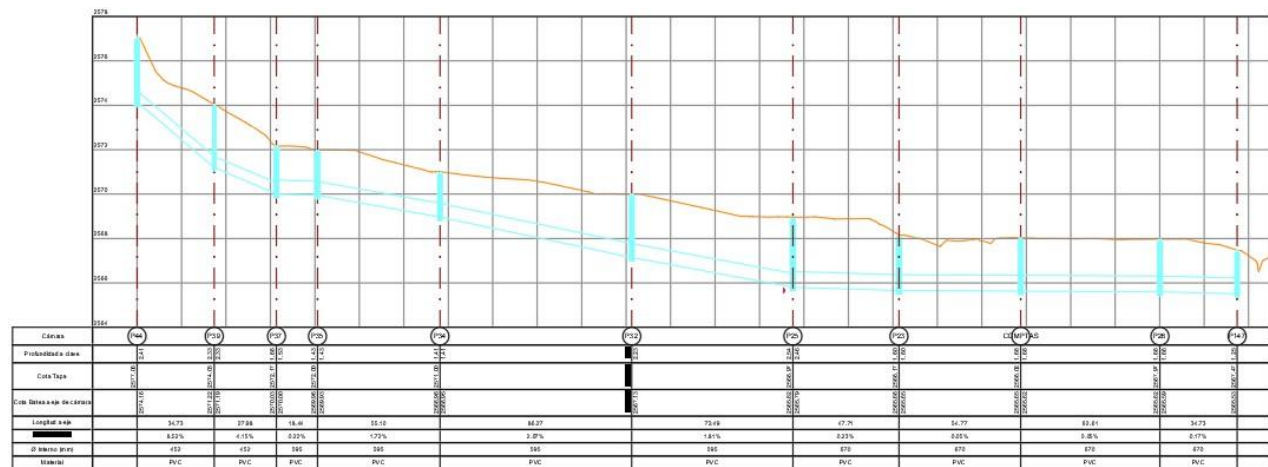


Ilustración 30. Perfil optimización perfil pluvial tramo 2

5.2.4 Optimización del Tramo 3

El Tramo 3 corresponde exclusivamente al componente de aguas residuales. En la Ilustración 31 se presenta la planta general del tramo, luego se presenta el perfil longitudinal y la respectiva memoria de diseño hidráulico. Este tramo, comprendido entre los puntos P145-P30, se diseña específicamente para el transporte de aguas residuales, garantizando el cumplimiento del principio de separación absoluta de redes. La conexión del tramo se realiza a través del pozo de inspección MH P30.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 52 de 117

Pixades

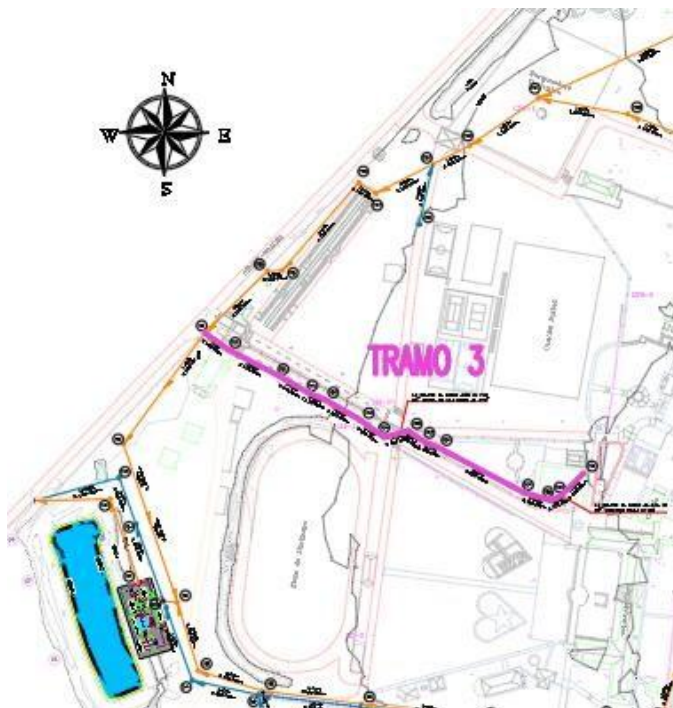
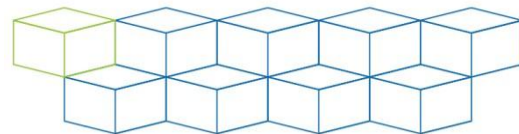


Ilustración 31. Red a optimizar tramo 3

En el diseño actual, se realizó la exclusión total de las aguas lluvias del sistema sanitario, disponiendo su manejo a través de cunetas superficiales y sistemas de drenaje vial. Esta solución permite mantener la separación absoluta de redes, conforme a la normativa vigente, y asegura la eficiencia hidráulica y operativa del sistema de alcantarillado residual proyectado.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 53 de 117

Pixades

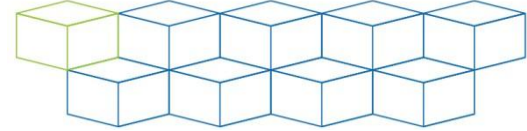


Tabla 8. Diseño tramo 3 red alcantarillado Residual

Camara		Coordenadas cámara inicial		Coordenadas cámara final		Área tributaria aguas residuales		Cota terreno		Cota batea a eje de cámara		Velocidad real supuesta	Diametro interno
Inicial	Final	Norte	Este	Norte	Este	Propia	Otra	Inicial	Final	Inicial	Final	Copiar	
		[m]	[m]	[m]	[m]	[Ha]	[Ha]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[m / s]	[mm]
C.I.	C.F.	CNCI	CECI	CNCF	CECF	ARP	ARO	CTI	CTF	CBI	CBF	VRS	DI
P145	P146	989786.65	981167.43	989771.17	981151.67	0.30		2574.94	2575.12	2574.34	2573.89	0.77	182
P146	P133	989771.17	981151.67	989767.41	981144.35	0.30		2575.12	2574.02	2573.86	2573.27	1.20	182
P133	P135	989767.41	981144.35	989773.28	981124.93	0.30		2574.02	2573.47	2573.24	2572.30	1.03	182
P135	P136	989773.28	981124.93	989805.03	981064.78	0.30		2573.47	2571.97	2572.27	2570.75	0.79	182
P136	P137	989805.03	981064.78	989810.23	981052.69	0.30		2571.97	2571.61	2570.72	2570.51	0.71	182
P137	P138	989810.23	981052.69	989816.64	981043.81	0.30		2571.61	2571.44	2570.48	2570.20	0.83	182
P138	P139	989816.64	981043.81	989812.12	981026.93	0.30		2571.44	2570.86	2570.17	2569.70	0.85	182
P139	P140	989812.12	981026.93	989824.17	981009.96	0.30		2570.86	2570.46	2569.67	2569.15	0.81	227
P140	P091	989824.17	981009.96	989838.66	980984.86	0.30		2570.46	2569.64	2569.12	2568.46	0.78	227
P091	P141	989838.66	980984.86	989843.31	980973.68	0.30		2569.64	2569.28	2568.43	2568.18	0.75	227
P141	P142	989843.31	980973.68	989855.37	980952.71	0.30		2569.28	2568.66	2568.15	2567.64	0.76	227
P142	P143	989855.37	980952.71	989873.62	980917.53	0.30		2568.66	2568.00	2567.61	2567.00	0.66	284
P143	P30	989873.62	980917.53	989885.68	980900.33	0.30		2568.00	2567.32	2566.97	2566.18	0.98	284

Camara		Caudal de diseño	Longitud entre ejes camaras	Pendiente tubería	Profundidad clave		Escala en la cámara	Rugosidad de Manning	Y_n / ϕ		Velocidad real		Tipo de flujo	Profundidad cámara inicial
Inicial	Final				Inicial	Final			Residual	Combinado	Residual	Combinado		
		[l/s]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]	[adim]	[adim]	[adim]	[m/s]	[m/s]		[m]
C.I.	C.F.	QD	Long. Tub.	Pend. Tub.	H inic.	H final	Escala	Manning	Rel YnDR	Rel YnDC	Vr Res	Vr Comb	T Flujo	Prof. C.I
P145	P146	1.50	22.09	2.04	0.41	1.04	0.03	0.009	0.150	0.15	0.77	0.77	F. Supercrítico	0.60
P146	P133	1.50	8.23	7.17	1.07	0.56	0.03	0.009	0.110	0.11	1.20	1.20	F. Supercrítico	1.26
P133	P135	1.50	20.29	4.63	0.59	0.98	0.03	0.009	0.130	0.13	1.03	1.03	F. Supercrítico	0.78
P135	P136	1.50	68.02	2.23	1.01	1.03	0.03	0.009	0.150	0.15	0.79	0.79	F. Supercrítico	1.20
P136	P137	1.50	13.16	1.60	1.06	0.91	0.03	0.009	0.160	0.16	0.71	0.71	F. Supercrítico	1.25
P137	P138	1.50	10.95	2.56	0.94	1.05	0.03	0.009	0.150	0.15	0.83	0.83	F. Supercrítico	1.13
P138	P139	1.50	17.47	2.69	1.08	0.97	0.03	0.009	0.140	0.14	0.85	0.85	F. Supercrítico	1.27
P139	P140	1.50	20.81	2.50	0.95	1.07	0.03	0.009	0.110	0.11	0.81	0.81	F. Supercrítico	1.19
P140	P091	1.50	28.98	2.28	1.10	0.94	0.03	0.009	0.110	0.11	0.78	0.78	F. Supercrítico	1.34
P091	P141	1.50	12.11	2.06	0.97	0.86	0.03	0.009	0.110	0.11	0.75	0.75	F. Supercrítico	1.21
P141	P142	1.50	24.19	2.11	0.89	0.78	0.03	0.009	0.110	0.11	0.76	0.76	F. Supercrítico	1.13
P142	P143	1.50	39.63	1.54	0.75	0.70	0.03	0.009	0.090	0.09	0.66	0.66	F. Supercrítico	1.05
P143	P30	1.50	21.01	3.76	0.73	0.84		0.009	0.060	0.06	0.91	0.91	F. Supercrítico	1.03



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 54 de 117

Pixades

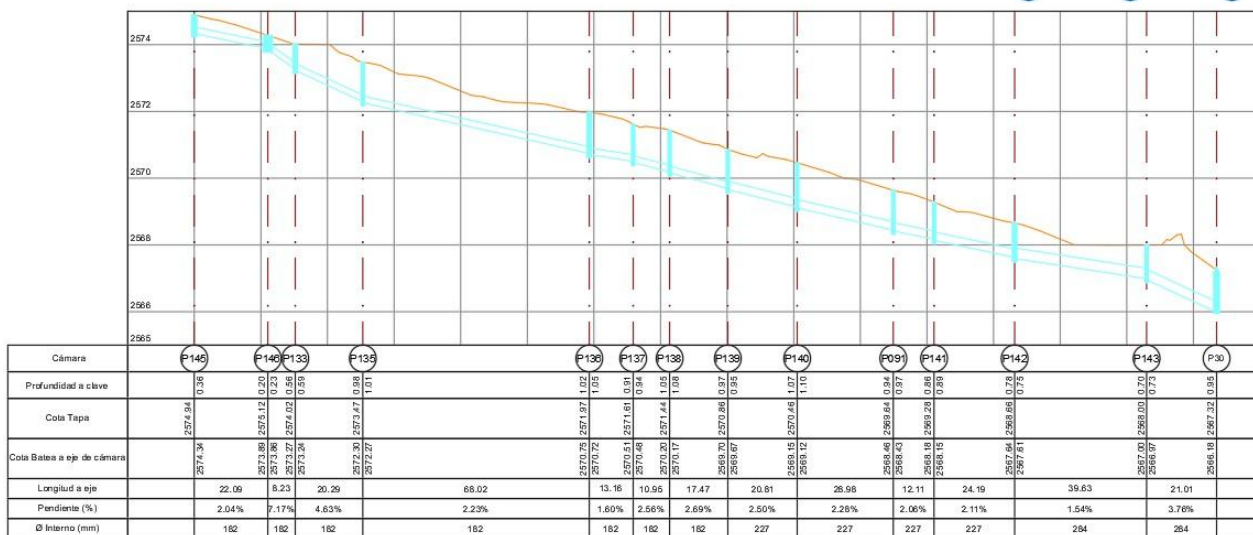
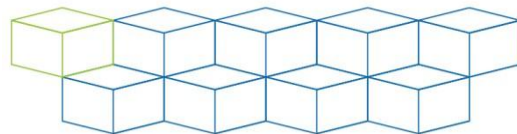


Ilustración 32. Perfil optimización Alcantarillado Residual Tramo 3

5.2.5 Optimización del Tramo 4

Para efectos del diseño, el Tramo 4 se dividió en tres subtramos, respetando los trazados existentes y ajustándose a las estructuras ya construidas. Esta subdivisión permite optimizar la funcionalidad hidráulica del sistema y garantizar la compatibilidad con la infraestructura disponible en el área de intervención.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3	
		Página 55 de 117	

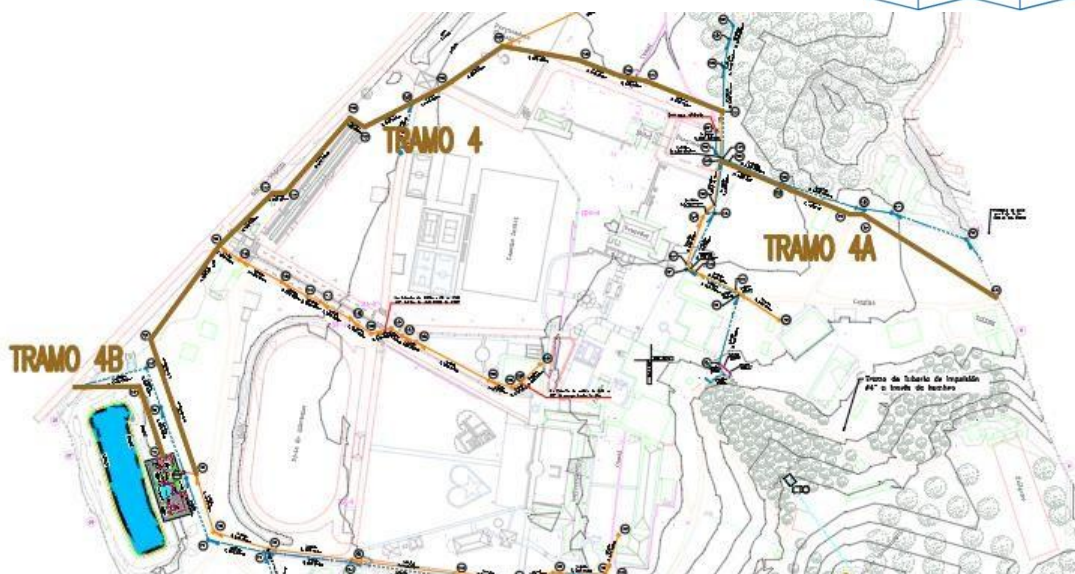


Ilustración 33. Diseño tramo 4 red alcantarillado residual y pluvial.

El Tramo 4A fue diseñado cumpliendo con el principio de separación absoluta de aguas, asegurando que únicamente transporte aguas residuales. A continuación, se presentan los cálculos hidráulicos y el perfil longitudinal correspondientes al Tramo 4A para su análisis y verificación de diseño.

Tabla 9. Diseño tramo 4A Red Alcantarillado Residual

Camara		Coordenadas cámara inicial		Coordenadas cámara final		Área tributaria aguas residuales		Cota terreno		Cota batea a eje de cámara		Velocidad real supuesta	Diametro interno
Inicial	Final	Norte	Este	Norte	Este	Propia	Otra	Inicial	Final	Inicial	Final	Copiar	
		[m]	[m]	[m]	[m]	[Ha]	[Ha]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[m / s]	[mm]
C.I.	C.F.	CNCI	CECI	CNCF	CECF	ARP	ARO	CTI	CTF	CBI	CBF	VR5	DI
P101	CP10	989842.40	981546.39	989911.60	981435.60	0.30		2582.29	2577.79	2581.58	2576.46	0.97	182
CP10	CP9	989911.60	981435.60	989911.60	981424.97	0.30		2577.79	2577.71	2576.43	2576.42	0.41	182
CP9	P110	989911.60	981424.97	989934.70	981368.61	0.30		2577.71	2574.41	2576.39	2572.86	1.12	182
P110	P108	989934.70	981368.61	989956.20	981317.41	0.30		2574.41	2572.00	2572.83	2570.25	1.01	227





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

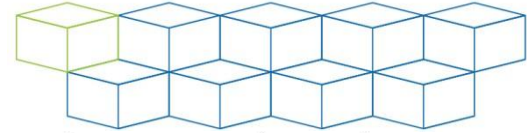
Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 56 de 117

Pixades



Cámara		Caudal de diseño	Longitud entre ejes cámaras	Pendiente tubería	Profundidad clave		Escala en la cámara	Rugosidad de Manning	Y_N / ϕ		Velocidad real		Tipo de flujo	Profundidad cámara inicial
Inicial	Final				Inicial	Final			Residual	Combinado	Residual	Combinado		
		[l/s]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]	[adim]	[adim]	[adim]	[m/s]	[m/s]		[m]
C.I.	C.F.	Q D	Long. Tub.	Pend. Tub.	H inic.	H final	Escala	Manning	Rel YnDR	Rel YnDC	Vr Res	Vr Comb	T Flujo	Prof. C.I
P101	CP10	1.50	130.63	3.92	0.52	1.14	0.03	0.009	0.130	0.13	0.97	0.97	F. Supercrítico	0.71
CP10	CP9	1.50	10.63	0.09	1.17	1.10	0.03	0.009	0.290	0.29	0.25	0.25	F. Subcrítico	1.36
CP9	P110	1.50	60.91	5.80	1.13	1.36	0.03	0.009	0.120	0.12	1.11	1.11	F. Supercrítico	1.32
P110	P108	1.50	55.53	4.65	1.34	1.52		0.009	0.090	0.09	1.01	1.01	F. Supercrítico	1.58

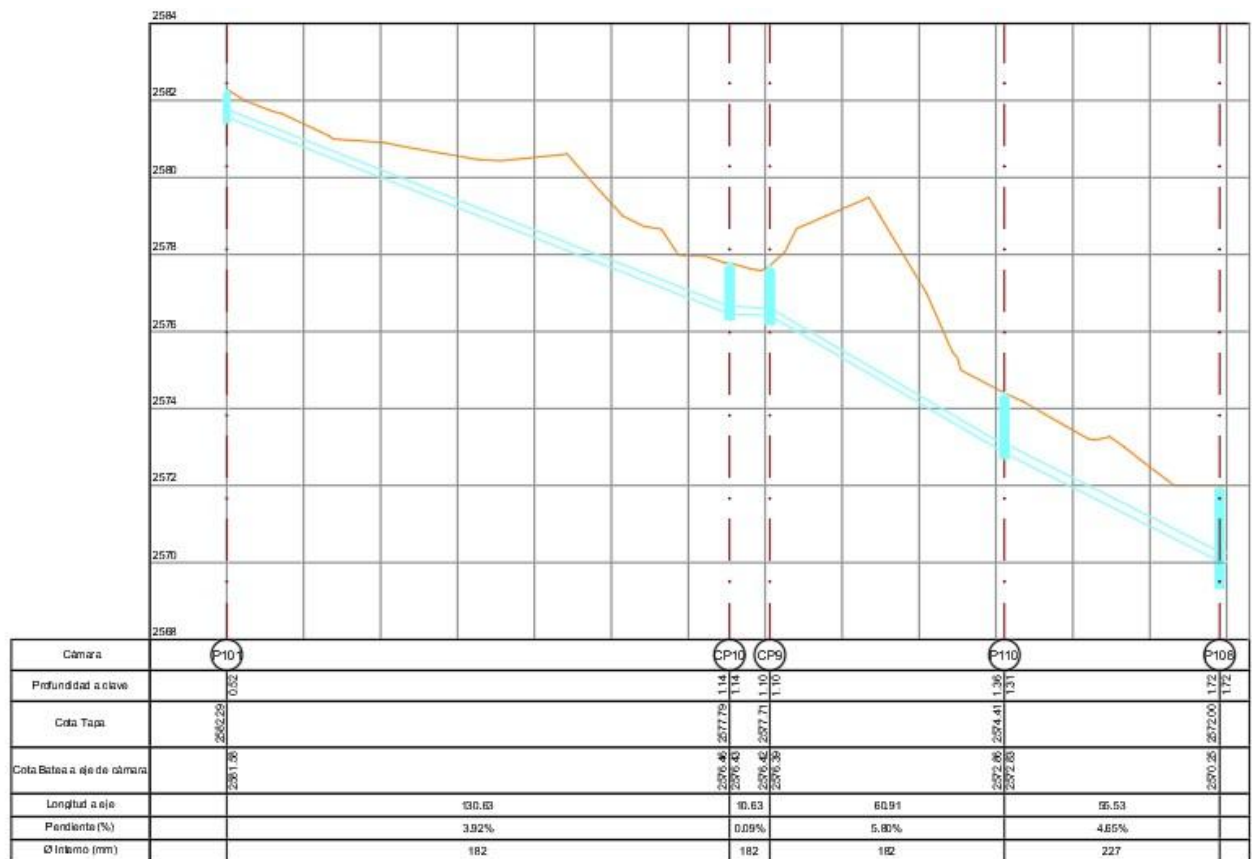


Ilustración 34. Perfil optimización Alcantarillado Residual Tramo 4A



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 57 de 117	



El Tramo 4 tiene la función de recolectar las aguas residuales provenientes del Tramo 3 y conducir las hasta el punto P45, donde se encuentra ubicada la estación de bombeo encargada de impulsar el caudal hacia el sistema de tratamiento. Este tramo inicia en el punto P111 y finaliza en P45, integrando además los aportes de caudal generados en los tramos comprendidos entre P145–P30 y P112–P121.

Tabla 10. Diseño tramo 4 Red Alcantarillado Residual

Camara		Coordenadas cámara inicial		Coordenadas cámara final		Área tributaria aguas residuales		Cota terreno		Cota batea a eje de cámara		Velocidad real supuesta	Diametro interno
Inicial	Final	Norte	Este	Norte	Este	Propia	Otra	Inicial	Final	Inicial	Final	Copiar	
		[m]	[m]	[m]	[m]	[Ha]	[Ha]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[m / s]	[mm]
C.I.	C.F.	CNCI	CECI	CNCF	CECF	ARP	ARO	CTI	CTF	CBI	CBF	VRS	DI
P111	P117	989997.09	981318.95	990022.50	981255.05	0.30		2572.26	2570.21	2570.28	2568.71	0.61	227
P117	P118	990022.50	981255.05	990026.67	981234.46	0.30		2570.21	2570.00	2568.68	2568.55	0.87	227
P118	P120	990026.67	981234.46	990039.87	981199.12	0.30		2570.00	2570.47	2568.52	2568.00	0.60	284
P120	P121	990039.87	981199.12	990051.27	981135.97	0.30		2570.47	2570.47	2567.97	2567.32	0.66	284
P121	P123	990051.27	981135.97	990017.81	981087.26	0.30		2570.47	2570.08	2567.29	2567.13	0.17	284
P123	P124	990017.81	981087.26	990004.70	981061.52	0.30		2570.08	2569.37	2567.10	2566.94	0.23	284
P124	P127	990004.70	981061.52	989984.24	981021.11	0.30		2569.37	2568.87	2566.91	2566.86	0.19	284
P127	P122	989984.24	981021.11	989991.65	981009.01	0.30		2568.87	2568.51	2566.83	2566.70	0.29	284
P122	P129	989991.65	981009.01	989929.71	980955.05	0.30		2568.51	2567.86	2566.67	2566.48	0.15	452
P129	P128	989929.71	980955.05	989929.20	980944.64	0.30		2567.86	2567.75	2566.45	2566.28	0.30	452
P128	P30	989929.20	980944.64	989885.68	980900.33	0.30		2567.75	2567.32	2566.25	2566.18	0.28	452
P30	P24	989885.68	980900.33	989807.48	980842.97	0.30		2567.32	2566.56	2566.15	2564.60	0.59	452
P24	P45	989807.48	980842.97	989695.59	980881.13	0.30		2566.56	2567.56	2564.57	2563.50	0.52	452
P45	POZO							2567.56		2563.47			





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 58 de 117

Pixades



Camara		Caudal de diseño	Longitud entre ejes camaras	Pendiente tuberia	Profundidad clave		Escala en la cámara	Rugosidad de Manning	Y_N / ϕ		Velocidad real		Tipo de flujo	Profundidad cámara inicial
Inicial	Final				Inicial	Final			Residual	Combinado	Residual	Combinado		
		[l/s]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]	[adim]	[adim]	[adim]	[m/s]	[m/s]		[m]
C.I.	C.F.	Q D	Long. Tub.	Pend. Tub.	H inic.	H final	Escala	Manning	Rel YnDR	Rel YnDC	Vr Res	Vr Comb	T Flujo	Prof. C.I
P111	P117	1.50	68.77	2.28	1.74	1.26	0.03	0.009	0.110	0.11	0.78	0.78	F. Supercritico	1.98
P117	P118	1.50	21.01	0.62	1.29	1.21	0.03	0.009	0.150	0.15	0.49	0.49	F. Supercritico Inestable	1.53
P118	P120	1.50	37.72	1.38	1.18	2.17	0.03	0.009	0.090	0.09	0.64	0.64	F. Supercritico	1.48
P120	P121	1.50	64.17	1.01	2.20	2.85	0.03	0.009	0.100	0.10	0.57	0.57	F. Supercritico Inestable	2.50
P121	P123	1.50	59.10	0.27	2.88	2.65	0.03	0.009	0.140	0.14	0.36	0.36	F. Subcritico	3.18
P123	P124	1.50	28.89	0.55	2.68	2.13	0.03	0.009	0.120	0.12	0.46	0.46	F. Subcritico Inestable	2.98
P124	P127	1.50	45.29	0.11	2.16	1.71	0.03	0.009	0.170	0.17	0.26	0.26	F. Subcritico	2.46
P127	P122	1.50	14.19	0.92	1.74	1.51	0.03	0.009	0.100	0.10	0.55	0.55	F. Supercritico Inestable	2.04
P122	P129	1.50	82.15	0.23	1.36	0.90	0.03	0.009	0.070	0.07	0.32	0.32	F. Subcritico Inestable	1.84
P129	P128	1.50	10.42	1.63	0.93	0.99	0.03	0.009	0.000	0.00	0.64	0.64		1.41
P128	P30	1.50	62.11	0.11	1.02	0.66	0.03	0.009	0.090	0.09	0.25	0.25	F. Subcritico	1.50
P30	P24	1.64	96.98	1.60	0.69	1.48	0.03	0.009	0.010	0.01	0.66	0.66	F. Supercritico	1.17
P24	P45	1.67	118.22	0.91	1.51	3.58	0.03	0.009	0.030	0.03	0.54	0.54	F. Supercritico	1.99
P45	POZO	1.67												4.09

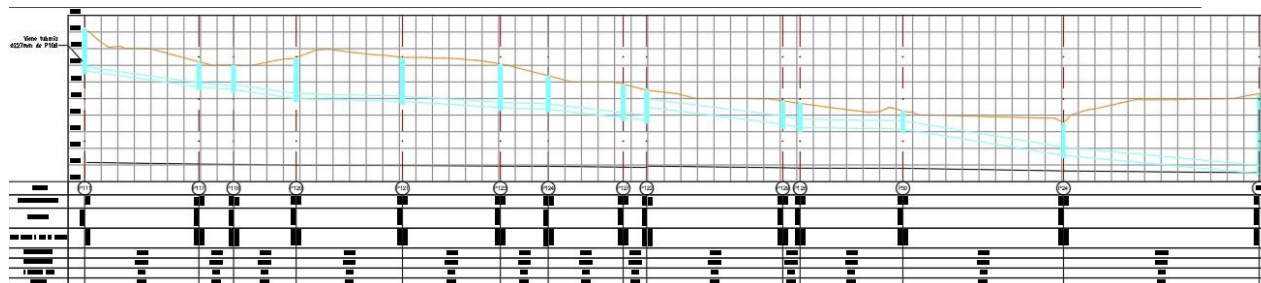


Ilustración 35. Perfil optimización Alcantarillado Residual Tramo 4

El Tramo 4B ha sido diseñado para la conducción del efluente tratado proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Este tramo, identificado como CP1–CP46–B4, descarga en una estructura existente con una longitud aproximada de 120 metros hasta el caño natural que actúa como conector hacia el cuerpo receptor final. En este trayecto, el efluente tratado se integra con el caudal proveniente de la red pluvial en el tramo comprendido entre los puntos P44 y P145.

La mezcla controlada del efluente tratado con aguas lluvias, producto de la integración hidráulica entre la red de descarga de la PTAR y la red pluvial, contribuye significativamente a la dilución de la carga orgánica y



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3	
		Página 59 de 117	

fisicoquímica del vertimiento. Esta estrategia permite optimizar la calidad del agua descargada al cuerpo receptor sin exceder los parámetros establecidos en el artículo 4 de la Resolución DJUR No. 50207100819, los cuales incluyen límites como $DBO_5 \leq 70 \text{ mg/L}$, $SST \leq 50 \text{ mg/L}$, grasas y aceites $\leq 20 \text{ mg/L}$, además de otros parámetros sujetos a análisis y reporte, tales como fósforo total, nitrógeno total y coliformes termotolerantes. Aunque el permiso de vertimientos fue evaluado considerando únicamente el efluente tratado proveniente de la PTAR, la incorporación del caudal pluvial genera un efecto de dilución que mejora la calidad del vertimiento final hacia el Embalse del Muña. Esto reduce los posibles impactos negativos sobre el cuerpo de agua y refuerza el cumplimiento ambiental del sistema de descarga.

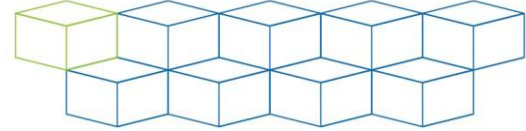


Tabla 11. Diseño tramo 4B Red Alcantarillado Residual

Tipo	Camara		Coordenadas cámara inicial		Coordenadas cámara final		Cota terreno		Cota batea a eje de cámara		Velocidad real supuesta	Diametro interno
	Inicial	Final	Norte	Este	Norte	Este	Inicial	Final	Inicial	Final	Copiar	
			[m]	[m]	[m]	[m]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[m/s]	[mm]
TIPO	C.I.	C.F.	CNCI	CECI	CNCF	CECF	CTI	CTF	CBI	CBF	VRS	DI
1	CP1	P46	989710.68	980853.47	989768.44	980833.74	2568.09	2567.68	2567.59	2567.18	1.00	182
	P46	B4	989768.44	980833.74	989767.41	980780.32	2567.68	2566.00	2567.15	2565.50	1.00	182

Camara		Caudal de diseño	Longitud entre ejes camaras	Pendiente tubería	Profundidad clave		Escala en la cámara	Rugosidad de Manning	Y_n / ϕ		Velocidad real		Tipo de flujo	Profundidad cámara inicial
Inicial	Final				Inicial	Final			Residual	Combinado	Residual	Combinado		
		[l/s]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]	[adim]	[adim]	[adim]	[m/s]	[m/s]		[m]
C.I.	C.F.	Q D	Long. Tub.	Pend. Tub.	H inic.	H final	Escala	Manning	Rel YnDR	Rel YnDC	Vr Res	Vr Comb	T Flujo	Prof. C.I
CP1	P46	6.51	69.51	0.59	0.31	0.31	0.03	0.009		0.38		0.74	F. Supercrítico Inestable	0.50
P46	B4	6.51	53.43	3.09	0.34	0.31		0.009		0.23		1.33	F. Supercrítico	0.53





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 60 de 117

Pixades

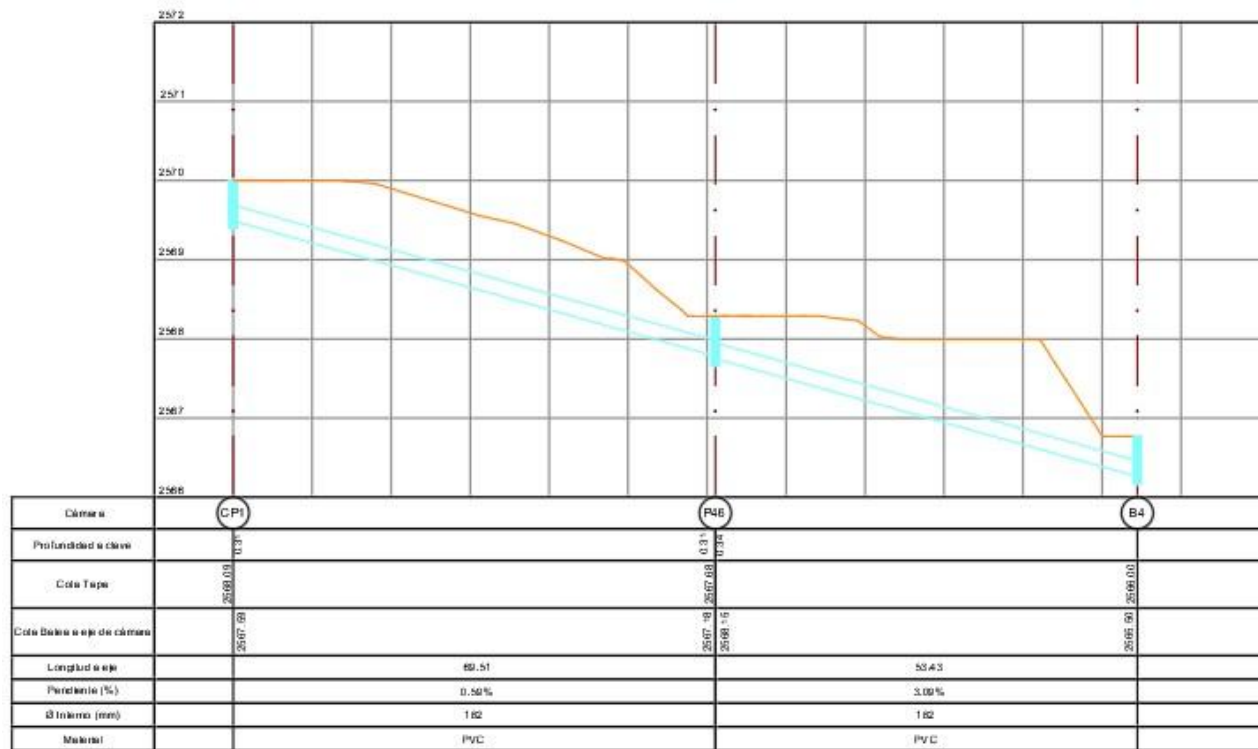
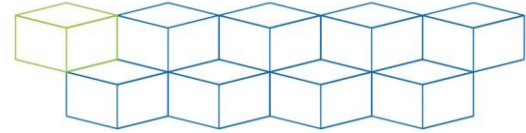


Ilustración 36. Perfil optimización Alcantarillado Residual Tramo 4B

En este tramo se propone la construcción de un cabezal de descarga, según lo descrito en la etapa de diagnóstico. Se adjunta un perfil en el que se detalla la instalación del mismo.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 61 de 117	

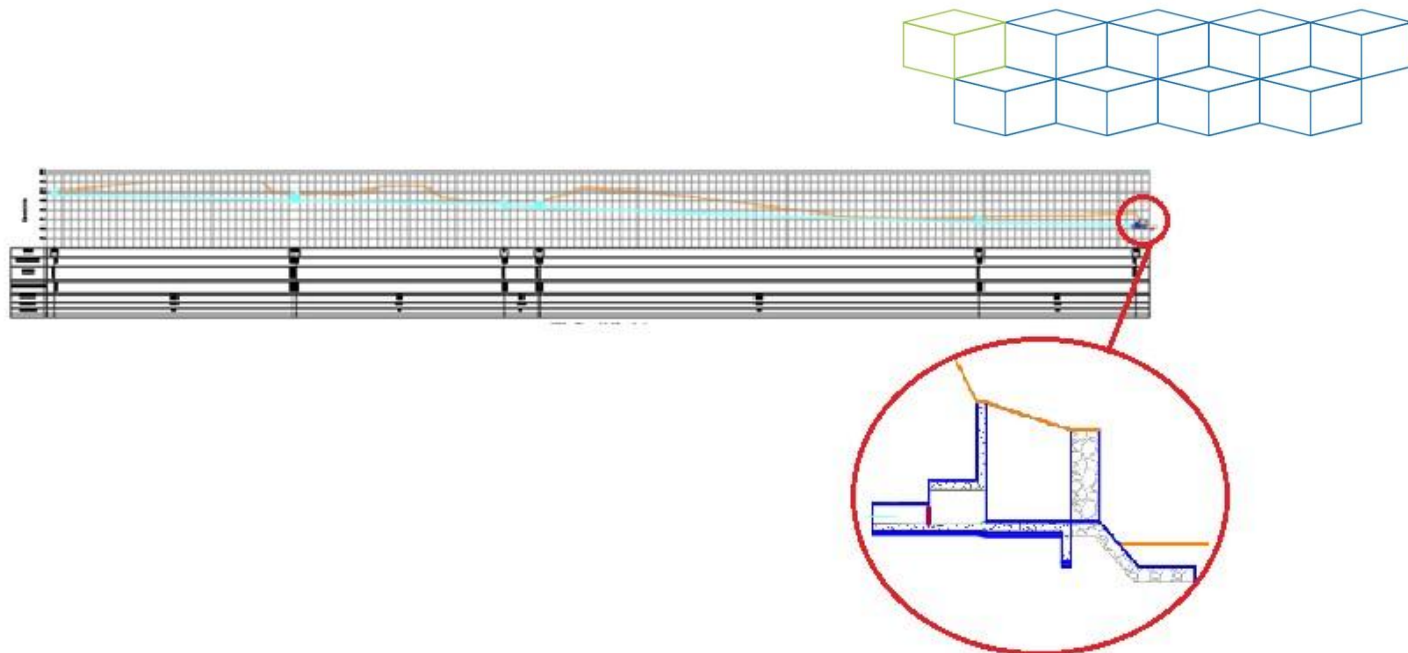


Ilustración 37. Perfil descarga efluente PTAR hasta Cabezal

5.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

A continuación, se detalla la configuración del sistema, sus principales componentes, capacidades de tratamiento y estado de operación, con el fin de evaluar su desempeño técnico y su alineación con los estándares regulatorios aplicables

5.3.1 Sistema de Tratamiento de Agua Residual Existente

En la actualidad, la Escuela de Suboficiales ESJIM realiza el tratamiento de las aguas residuales domésticas mediante un sistema de laguna de oxidación. La eficiencia del proceso de depuración en este tipo de sistemas depende de diversos factores ambientales, como la radiación solar, las condiciones climáticas de la zona, la temperatura ambiente y la frecuencia e intensidad de los vientos locales.

Este tratamiento opera con bajas concentraciones de biomasa, lo que implica tiempos prolongados de retención para lograr una depuración efectiva. Los principales parámetros utilizados para evaluar el desempeño de las lagunas de estabilización y la calidad de sus efluentes son la Demanda Biológica de

	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 62 de 117	

Oxígeno (DBO), que representa la carga orgánica del afluente, y la concentración de coliformes fecales, que indica el nivel de contaminación microbiológica.



A continuación, se presentan los aspectos fundamentales del proceso de tratamiento llevado a cabo en las lagunas de oxidación:

1. Es un proceso natural de autodepuración.
2. La estabilización de la materia orgánica se realiza mediante la acción simbiótica de bacterias, algas y otros microorganismos, que promueven la oxidación de los compuestos orgánicos presentes en el agua residual.
3. Se desarrollan procesos físicos de remoción y sedimentación de sólidos suspendidos, los cuales representan una fracción significativa de la carga orgánica y permiten alcanzar eficiencias de eliminación de DBO entre el 75% y el 80%.
4. Se generan cambios químicos en la calidad del agua que mantienen las condiciones óptimas para que los microorganismos realicen la transformación y remoción de contaminantes orgánicos biodegradables.
5. Se establecen cadenas tróficas y redes de competencia biológica que contribuyen a la eliminación de una parte considerable de los microorganismos patógenos presentes en el agua residual.

Actualmente, existe un permiso de vertimientos vigente, en el cual se propone un esquema de tratamiento basado en este sistema de lagunas, cuya configuración y condiciones operativas serán descritas a continuación.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 63 de 117	



PROCESO UNITARIO	TIPO DE ESTRUCTURA	ETAPA ÚNICA 2040
Cribado.	Rejas de retención de sólidos manuales y rejilla automática en canal de concreto.	Dos manuales en serie y una automática en paralelo con rejilla manual de respaldo.
Desarenado.	De flujo horizontal.	Dos (2) en paralelo.
Aforo.	Canaleta parshall	Una (1) unidad.
Tanque de carga al filtro.	De pozo húmedo con dos bombas en paralelo y una más de respaldo.	Una (1) unidad.
Filtro percolador.	Circular en concreto, con módulos plásticos de flujo cruzado.	Dos (2) unidades.
Sedimentador	Rectangulares en concreto.	Dos (2) unidades.
Sistema de cloración	Sistema de cloro líquido y tanque de contacto en concreto.	Sistema de almacenamiento y dosificación con un (1) tanque de contacto.
Sistema de deshidratación de lodos.	Espesador de lodos, con tanque de estabilización y lecho de secado.	Una (1) unidad, con siete (7) módulos para lecho de secado.

En la documentación presentada para la solicitud del permiso de vertimientos se presentaron las siguientes características del ARD con y sin tratamiento.

Tabla 12. Parámetros de calidad de agua residual con y sin tratamiento





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 64 de 117

Pixades



PARÁMETRO	UNIDAD	ENTRADA PTAR	SALIDA PTAR	RES. 631 ARTICULO 8	PARÁMETRO	UNIDAD	ENTRADA PTAR	SALIDA PTAR	RES. 631 ARTICULO 8
Temperatura de la muestra	°C	17,9	17,4	N/A	DBO ₅	mg/L	445,0	63,4	90
pH	-	8,7	7,1	6 - 9	DQO	mg/L	806	185	180
Sólidos sedimentables	mL/L	<	<	5	Detergentes (tensoactivos)	mg/L	1,66	<	Análisis y Rep.
Oxígeno disuelto	mg/L	1,60	1,39	N/A	Dureza	mg/L	350	220	N/A
Caudal	L/s	0,7	-	N/A	Fósforo total	mg/L	9,671	3,718	Análisis y Rep.
Arsénico total	mg/L	<	<	N/A	Grasas y aceites	mg/L	17	<	20
Aluminio	mg/L	2,4647	0,9709	N/A	Litio	mg/L	<	<	N/A
Acidez	mg/L	<	<	N/A	Manganeso	mg/L	0,0721	0,0496	N/A
Alcalinidad	mg/L	580	111	N/A	Mercurio total	mg/L	<	<	N/A
Bario	mg/L	0,0714	0,0450	N/A	Molibdeno	mg/L	<	<	N/A
Berilio total	mg/L	<	<	N/A	Níquel	mg/L	<	<	N/A
Boro	mg/L	0,0374	0,0134	N/A	Nitratos	mg/L	0,822	7,286	Análisis y Rep.
Cadmio total	mg/L	<	<	N/A	Nitritos	mg/L	<	0,038	Análisis y Rep.
Cloruros	mg/L	167,0	55,1	N/A	Nitrógeno amoniacal	mg/L	80,55	17,42	Análisis y Rep.
Cobalto total	mg/L	<	<	N/A	Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	145,0	25,3	Análisis y Rep.
Cobre total	mg/L	0,0398	<	N/A	Plata	mg/L	<	<	N/A
PARÁMETRO	UNIDAD	ENTRADA PTAR	SALIDA PTAR	RES. 631 ARTICULO 8	Piomo total	mg/L	<	<	N/A
Coliformes totales	NMP/100 mL	2,4E7	2,4E7	N/A	Selenio total	mg/L	<	<	N/A
Coliformes fecales	NMP/100 mL	5,2E5	2,7E4	N/A	Sólidos suspendidos totales	mg/L	127	25	90
Compuestos fenólicos	mg/L	0,543	0,315	N/A	Sulfatos	mg/L	39,7	26,8	N/A
Cromo hexavalente	mg/L	<	<	N/A	Sulfuros	mg/L	3,1	2,9	N/A
Cromo total	mg/L	0,0226	0,0168	N/A	Vanadio total	mg/L	<	<	N/A
Conductividad	uS/cm	1279	492	N/A	Zinc total	mg/L	0,0172	<	N/A

Para la determinación del tratamiento de aguas residuales a implementar debe tener en cuenta como base los valores relacionados en la tabla anterior.

Adicionalmente se realizó un monitoreo compuesto por un laboratorio certificado por el IDEAM (Anexo se entrega el informe de resultados), el cual se realizó de acuerdo con el Protocolo para el monitoreo seguimiento del agua, IDEAM, 2021. Variables medidas en campo: pH (SM 4500-H+ B), Temperatura (SM 2550 B), Sólidos Sedimentables (SM 2540 F) Conductividad (SM 2510 B) y Oxígeno Disuelto (ASTM D888 C), Caudal (Rectangular sin contracción) junto con el procedimiento para la toma y preservación de muestras de agua residual no domestica (PT0067) de la siguiente manera: Los envases deben estar posteriormente purgados por lo cual es necesario tomar una pequeña cantidad de muestra, tapar, agitar fuertemente y desechar; recolectar en un recipiente con un cronómetro medir el tiempo para hallar el caudal (L/s), posteriormente realizar la medición de los parámetros in situ establecidos en la orden de servicio; tomar la muestra en el envase hasta el rebose, luego se preserva de acuerdo con el procedimiento de toma y preservación (DT-0177), como puede apreciarse en la Tabla 1, almacenar en la nevera con hielo para preservar a una temperatura de $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 65 de 117	

La composición se realiza teniendo en cuenta el caudal tomado en cada muestra puntual (es decir el volumen medido en campo, el tiempo en que se demora tomar el citado volumen). Al finalizar la jornada se recolectan 5 L. Por otra parte, para el análisis de Aceites y Grasas, se tomó una muestra puntual a las 14:00 Horas; para el análisis de Sólidos Sedimentables es utilizado un cono Imhoff de 1 L, efectuando mediciones a intervalos de 1 hora durante todo el muestreo.



Las siguientes tablas reportan los resultados obtenidos en laboratorio y en campo mediante las Técnicas Analíticas allí descritas, que han sido acreditadas por el IDEAM a partir de la Resolución 1675 del 04 de diciembre de 2023 / Resolución 046 del 15 de enero de 2024.

Tabla 13.Resultados de laboratorio agua residual

Variable	Método	Unidades	Fecha de análisis	Resultados			Res. 0631 de 2015. Art 8
				Entrada 67481	Salida 67482	Incertidumbre (±) 67482	
Análisis Físicoquímico							
Aceites y Grasas	NTC 3362 C.	mg /L	2024-12-11	14,800	4,470	0,0785	20,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO ₅	SM 5210 B Modificado, ASTM D 888-18 C.	mg O ₂ /L	2024-12-04	49	31	0,22	90,00
Demanda Química de Oxígeno – DQO	SM 5220 D.	mg O ₂ /L	2024-12-04	285	88	0,3	180,00
Fósforo total	SM 4500 P B, 4E.	mg P/L	2024-12-10	2,620	2,200	0,004	Análisis y Reporte
Ortofosfatos (Leído como Fósforo Reactivo Total)	SM 4500 P-E.	mg P/L	2024-12-04	1,050	1,070	0,004	Análisis y Reporte
Hidrocarburos	NTC 3362 C, F	mg/L	2024-12-11	6,653	2,557	0,0785	Análisis y Reporte
Nitrato	SM 4500 NO ₃ -D.	mg N-NO ₃ /L	2024-12-04	1,260	< 0,500	*	Análisis y Reporte
Nitrito	SM 4500 NO ₂ -B.	mg N-NO ₂ /L	2024-12-04	< 0,005	0,029	0,0006	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 NH ₃ B, C.	mg/L	2024-12-07	19,90	12,10	0,0533	Análisis y Reporte



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 66 de 117	



Variable	Método	Unidades	Fecha de análisis	Resultados			Res. 0631 de 2015. Art 8
				Entrada 67481	Salida 67482	Incertidumbre (±) 67482	
Nitrógeno Kjeldahl	SM 4500-Norg C, SM 4500 NH ₃ B, C.	mg/L	2024-12-05	40,80	30,40	0,414	--
Nitrógeno Total ³	Cálculo (Nitrógeno Kjeldahl + Nitratos + Nitritos)	mg/L	2024-12-05	42,100	30,420	**	Análisis y Reporte
Sólidos Suspendidos Totales	SM 2540 D.	mg/L	2024-12-05	92,00	23,00	0,20	90,00
Surfactantes Aniónicos como SAAM ²	SM 5540 C.	mg/L	2024-12-04	4,230	1,610	0,0143	Análisis y Reporte
Sólidos Sedimentables ¹ (Min –Max)	SM 2540 F.	mL/L	2024-12-03	2,50-3,60	< 0,10	*	5,00
pH ¹ (Min –Max)	SM 4500 H + B.	Unidades de pH	2024-12-03	6,50-6,74	6,26-7,81		6,00 – 9,00
Temperatura ¹ (Min –Max)	SM 2550 B	C°	2024-12-03	15,00-17,60	14,85-16,48	0,08	40,0***
Conductividad ¹ (Min –Max)	SM 2510 B	µS/cm	2024-12-03	340,00-541,00	410,00 - 490,00	5	--
Oxígeno Disuelto ¹ (Min –Max)	ASTM D888 C	mg O ₂ /L	2024-12-03	2,35-3,01	3,00-3,80	0,05	--
Caudal ¹ (Min–Max)	Vert. Sin Contracción/ Tubería	L/s	2024-12-03	3,160-4,416	4,684-6,546	**	--
Coliformes Termotolerantes (Fecales)	SM 9223 B Modificado	NMP/100mL	2024-12-04	1732900	39700	39481 - 39920	--

5.3.2 Alternativas para Optimización del Sistema de Tratamiento de Agua Residual

Al formular las diferentes alternativas, se tendrán en cuenta las siguientes premisas:

- La calidad de agua a tratar
- Los parámetros permitidos en la resolución del permiso de vertimientos DRSOA No. 0641 de 6 septiembre de 2019 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 67 de 117	

- Se debe garantizar la continuidad en la prestación del servicio de tratamiento de agua residual doméstica, es decir las 24 horas del día.
- Cada alternativa debe constituirse en una solución integral que garantice en forma eficiente y continua del servicio.
- La capacidad de las estructuras proyectadas deben cumplir con los requerimientos exigidos en la normatividad vigente.
- Las alternativas serán evaluadas mediante varios puntos de vista: Técnico, físicos, Tecnológicos, económicos, financieros, Sociales y ambientales; teniendo en cuenta que todas las alternativas deben de solucionar el problema, habrá una óptima que determinaran los enfoques nombrados.
- Se debe garantizar mejorar las condiciones establecidas en la calidad del vertimiento en la resolución DRSOA No 0641 de 6 septiembre de 2019.



6. METODOLOGÍA DE ALTERNATIVAS

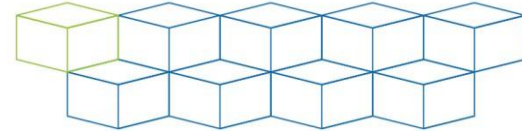
Todos los proyectos a ejecutar en saneamiento básico, generan grandes impactos en diferentes ámbitos de una región o comunidad, los cuales deben ser previamente evaluados con el fin de que, al momento de la ejecución, no se generen imprevistos o percances que afecten el proyecto; es por esto que las alternativas deben de incluir todos los aspectos posibles para encontrar la solución más óptima a el tratamiento del agua residual domestica de la Escuela de Sub oficiales ESJIM.

Para la evaluación, puntuación y selección de la mejor alternativa, se empleará una matriz de valoración por criterios y parámetros que permiten asignar a las alternativas un puntaje objetivo sobre la conveniencia de una alternativa sobre la otra, a cada uno de estos criterios se le asigna un peso sobre la decisión final y cada uno de los criterios de valoración se le asigna un puntaje dependiendo de su importancia o ventaja sobre la otra alternativa. Esto hace que al final se obtenga un ranking de las alternativas disponibles y con adoptar la mejor decisión para el proyecto, con base a la puntuación integral de los criterios de valoración.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 68 de 117	

6.1 Criterios de Valoración de Alternativas



Los criterios de evaluación y cada uno de los pesos porcentuales, que estos tendrán sobre la decisión final para la escogencia de la mejor alternativa serán los siguientes:

1. **Costos de Inversión y Funcionalidad:** Este criterio enmarca el costo que tendrá la alternativa, para que su empleo sea funcional frente a los inconvenientes o problemas formulados para el sistema. Entendiendo que se consideran opciones de modulación o construcción por etapas, lo cual conlleva a una mejor financiación del sistema y por ende una flexibilidad en la consecución de recursos.
2. **Complejidad Operativa y Mantenimiento:** este criterio valora, en forma integral la complejidad operativa en torno a los mecanismos empleados para el manejo de la alternativa y de los recursos físicos y humanos necesarios para el mantenimiento y la operación del sistema.
3. **Vulnerabilidad y Contingencia:** este criterio abarca, la sensibilidad de la alternativa sobre cualquier eventualidad funcional que pueda ocurrir durante la operación del sistema, el primer punto apunta a la vulnerabilidad frente a daños y colapso del sistema, mientras que la contingencia estudia las medidas que se tiene frente a la respuesta del sistema entorno a un inconveniente de operación del sistema.
4. **Impactos Ambientales y Sociales:** Este criterio considera los impactos negativos y/o positivos que la alternativa puede tener sobre el entorno integral del municipio, abarcando los aspectos ambientales y sociales de la solución frente a su formulación final.
5. **Complejidad Constructiva y Afectación Predial:** Este criterio considera la complejidad constructiva de la alternativa y la afectación predial que tendrá para el trámite de su construcción y de su vida operativa. Considera la mano de obra calificada, semicalificada o no calificada para su construcción o posibles intervenciones futuras sobre el diseño o la construcción inicial, incluyendo posibilidades de ampliación futura y adaptación del sistema a otros requerimientos técnicos de cambio. Este criterio se valora considerando un valor de 0 para la alternativa de más fácil construcción.

Con estos criterios y la parametrización antes mencionada acerca de la puntuación y su rango de valoración en torno al peso porcentual de cada componente a evaluar, es lo que dará como resultado la alternativa más conveniente para el sistema.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 69 de 117	

A partir de los análisis efectuados se presenta en los siguientes numerales la calificación obtenida al valorar los aspectos que se tienen en cuenta para la selección de la alternativa en la matriz de evaluación.



Tabla 14. Parámetros de evaluación de alternativas

Parámetro	Descripción	Puntaje máximo
Técnico	Se determina para este parámetro un impacto de decisión del 40%, es decir, una puntuación máxima de 40 puntos, esta se divide: de 020 en la solución técnica, teniendo en cuenta la tecnología seleccionada y los 20 puntos restantes, serán referentes a las exigencias operativas y de mantenimiento, se entiende que la mejor propuesta recibe la calificación de 40.	40
Físicos	La afectación física tendrá un impacto del 15% dentro de la selección de la alternativa, es decir que la mejor opción tendrá una puntuación de 15, esta puntuación se determinará según el impacto que tenga la obra en aspectos particulares relacionados al parámetro.	15
Económicos	Los costos aproximados de inversión, que incluyen el costo directo aproximado por componente en la alternativa, teniendo en cuenta también el costo operativo y de la atención al impacto ambiental, este parámetro tiene una incidencia del 35%, Se entenderá como el de más puntaje (35 puntos) la alternativa más económica.	35



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 70 de 117	



Social y ambiental	El parámetro tiene una importancia del 10%, 0-5 puntos al aspecto social y 0-5 puntos al aspecto ambiental, cada alternativa tiene un impacto particular en estos sentidos, se entiende que la alternativa que tenga el mayor puntaje es la que mejor impacto tiene en este parámetro.	10
---------------------------	--	----

6.2 Evaluación de Costos de Inversión y Funcionalidad

La evaluación económica y financiera permite definir la viabilidad de las alternativas teniendo en cuenta los costos de construcción, operación y mantenimiento para cada una de ellas. Para el proyecto del diseño del sistema de tratamiento de agua residual, se estimaron parcialmente los recursos requeridos para ejecutar el plan de obras propuesto en las presentes alternativas.

• Evaluación de costos de inversión

La evaluación económica se basa en los costos y gastos que genera llevar a cabo cada una de las alternativas propuestas, tanto para insumos, mano de obra, trazados, costos de excavación, entre otros. Es decir, en esta evaluación se identifican claramente los aspectos monetarios relacionados a las opciones planteadas.

6.3 Evaluación de Complejidad Operativa y Mantenimiento

Para la calificación operativa y de mantenimiento según las alternativas planteadas, estas se evaluarán con los siguientes criterios donde será calificado de 1 al 20, el puntaje más alto será el ganador; este hace referencia al personal encargado de operar como tal el sistema encargándose del buen funcionamiento y mantenimiento del mismo.

La evaluación de mantenimiento hace referencia a la implementación de medidas preventivas y correctivas como gestión del buen funcionamiento de las redes, y estructuras dispuestas en el sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 71 de 117	

6.4 Evaluación de Vulnerabilidad y Contingencia

Se presenta un análisis de los aspectos de vulnerabilidad y contingencia, evaluando los posibles daños o situaciones que se pueden llegar a generar en eventos de emergencia y contingencia en el sistema y la prontitud con la que puedan ser resueltos.



6.5 Evaluación de Impactos Ambientales y Sociales

Se presenta un análisis de los aspectos de vulnerabilidad y contingencia, evaluando los posibles daños o situaciones que se pueden llegar a generar en eventos de emergencia y contingencia en el sistema y la prontitud con la que puedan ser resueltos.

7. IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

A partir de lo indicado en los numerales anteriores de este capítulo y siguiendo los esquemas expuestos en la metodología aplicada se han seleccionado lo siguiente:

7.1 Tratamiento Primario:

Bajo la consideración de que las tecnologías de tratamiento primario requieren el manejo de lodos crudos, los cuales debido a su naturaleza presentan una carga de patógenos relativamente alta y por consiguiente requieren de un cuidadoso manejo sanitario que hace necesario infraestructura operacional y administrativa relativamente compleja y costosa que de una u otra manera sería difícil de implementar en la vereda, además de que estas tecnologías difícilmente alcanzarán los niveles de depuración requeridos de acuerdo a la normativa actual, estas tecnologías no se han considerado de manera única, sino que deben ser consideradas como parte inicial de un esquema de tratamiento.

7.2 Tratamiento Secundario:

Con respecto a los niveles de tratamiento secundarios, se consideraron aquellos de tipo biológico y naturaleza aerobia, los sistemas anaerobios se han descartado por la cercanía del predio para la PTAR con el área urbana actual y futura, adicionalmente, por la limitada área del predio se han descartado sistemas de tratamiento tipo lagunas, adicionalmente, aunque la norma de vertimiento permite efluentes con carga contaminante de hasta 50 mg/l, el importante reuso agrícola dado a la fuente receptora aguas abajo del futuro vertimiento implica que la planta deberá proveer sistemas de tratamiento muy eficientes que vierta



 Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
	Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 72 de 117	

un efluente con una concentración de carga contaminante alrededor de los 20 mg/l, menor a la requerida por la normativa actual, pero adecuada para su reúso agrícola.



7.3 Tratamiento Terciario

Para la planta de tratamiento de Aguas Residuales, no es recomendado el uso de tratamiento terciario mediante sistema de lagunas o humedales, sin embargo, se considera la desinfección por sistema ultra violeta.

7.4 Sistema de Tratamiento y Manejo de Lodos:

Se plantea el manejo de lodos mediante sistemas mecanizado y viablemente operativo, facilitando la funcionalidad de la planta de tratamiento.

8. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PRESELECCIONADAS:

De acuerdo a todo lo anterior, se seleccionarán sistemas de tratamiento enmarcados dentro del marco de combinaciones probables contenidas en los Esquemas para el nivel de tratamiento secundario adicionado con un sistema de remoción de patógenos.

Con base en la tabla previamente presentada, se descartan las tecnologías de tratamiento asociadas a sistemas lagunares y sistemas anaerobios, debido a sus requerimientos de área, tiempos de retención elevados y baja eficiencia para el cumplimiento de los parámetros exigidos por la normativa vigente. Asimismo, los sistemas aerobios de medio fijo, aunque técnicamente viables, requieren tratamientos complementarios adicionales para alcanzar los niveles de depuración requeridos, lo cual incrementa la complejidad operativa y los costos de implementación. En consecuencia, se preseleccionan como alternativas viables para su evaluación los esquemas de tratamiento basados en sistemas aerobios por lodos activados, los cuales ofrecen una mayor eficiencia en la remoción de carga orgánica y cuentan con respaldo técnico y normativo para su aplicación en contextos institucionales como el presente.

Tabla 15. Preselección de los esquemas de tratamiento.

CÓDIGO	ESQUEMA		
	PRELIMINAR	PRIMARIO	SECUNDARIO
S4	Tpr2	S1C	LAOC+ S2



 Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
	Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 73 de 117	



S5	Tpr2		LAc + S2
S6	Tpr2		LASBR (2 unidades)

Cada una de estas alternativas contará además con desinfección, que acorde a las condiciones del sitio, su limitada área de implementación y su reúso agrícola se prevé sea por medio de radiación UV. A continuación, se presentan las tres alternativas seleccionadas para su evaluación detallada:

8.1 Alternativa 1:

La primera alternativa seleccionada es la S4 (Ver Esquemas para nivel de tratamiento secundario (S)), el cual propone como tren de tratamiento los siguientes sistemas:

Tabla 16. Alternativa 1

ALTERNATIVAS	CÓDIGO	ESQUEMA			
		PRELIMINAR	PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO
SELTAR	S4	Tpr2	S1C	LAOC+ S2	-
ADOPTADA	S4	Tpr2	-	LAOC+ S2	U.V.

Preliminar: Tpr2 Tratamiento preliminar de Rejilla Gruesa + Rejilla Fina + Desarenador.

Primario: Para este esquema de tratamiento se proponen unas variaciones en el tren de tratamiento, eliminando el sedimentador primario convencional (S1c), esto permite simplificar la operación de la PTAR

Secundario: LAOC (Lodos Activados Oxidación Completa) + S2 (Sedimentador Secundario).

Terciario: Si bien, en la alternativa SELTAR no se contempla un tratamiento terciario, se propone implementar la desinfección por medio de UV.

Manejo de lodos: Dado el volumen esperado de lodos producto de los procesos biológicos, la consultoría considera conveniente considerar su deshidratación mecanizada antecedida por un espesamiento por gravedad.



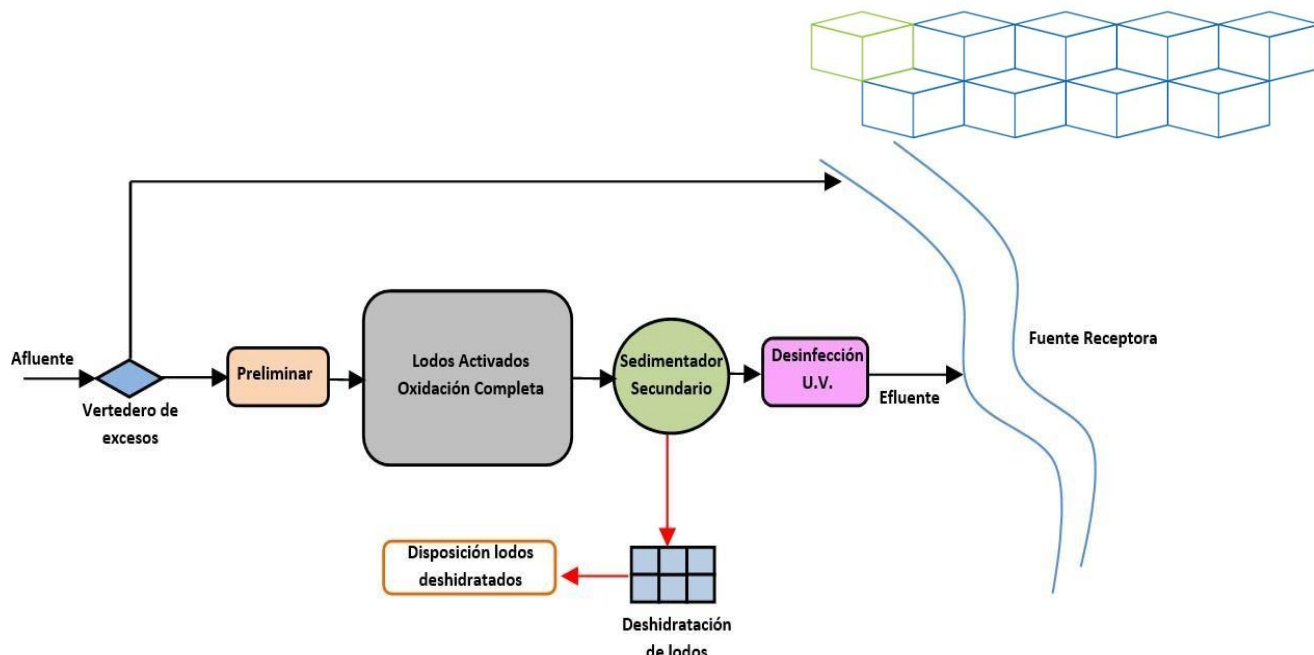


Ilustración 38. Diagrama de flujo Alternativa 1.

8.2 Alternativa 2

La segunda alternativa seleccionada es la S5 (Esquemas para nivel de tratamiento secundario (S)), el cual propone como tren de tratamiento los siguientes sistemas:

Tabla 17. Alternativa 2

ALTERNATIVAS	CÓDIGO	ESQUEMA			
		PRELIMINAR	PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO
SELTAR	S5	Tpr2	-	LAc + S2	
ADOPTADA	S5	Tpr2	-	LAc + S2	U.V.

Preliminar: Tpr2 Tratamiento preliminar de Rejilla Gruesa + Rejilla Fina + Desarenador.

Secundario: LAc (Lodos Activados Clásicos) + S2 (Sedimentador Secundario).

Terciario: Si bien, en la alternativa SELTAR no se contempla un tratamiento terciario, se propone implementar la desinfección por medio de UV.

Manejo de lodos: Dado el volumen esperado de lodos producto de los procesos biológicos, la consultoría considera conveniente considerar su deshidratación mecanizada antecedida por un espesamiento por gravedad.

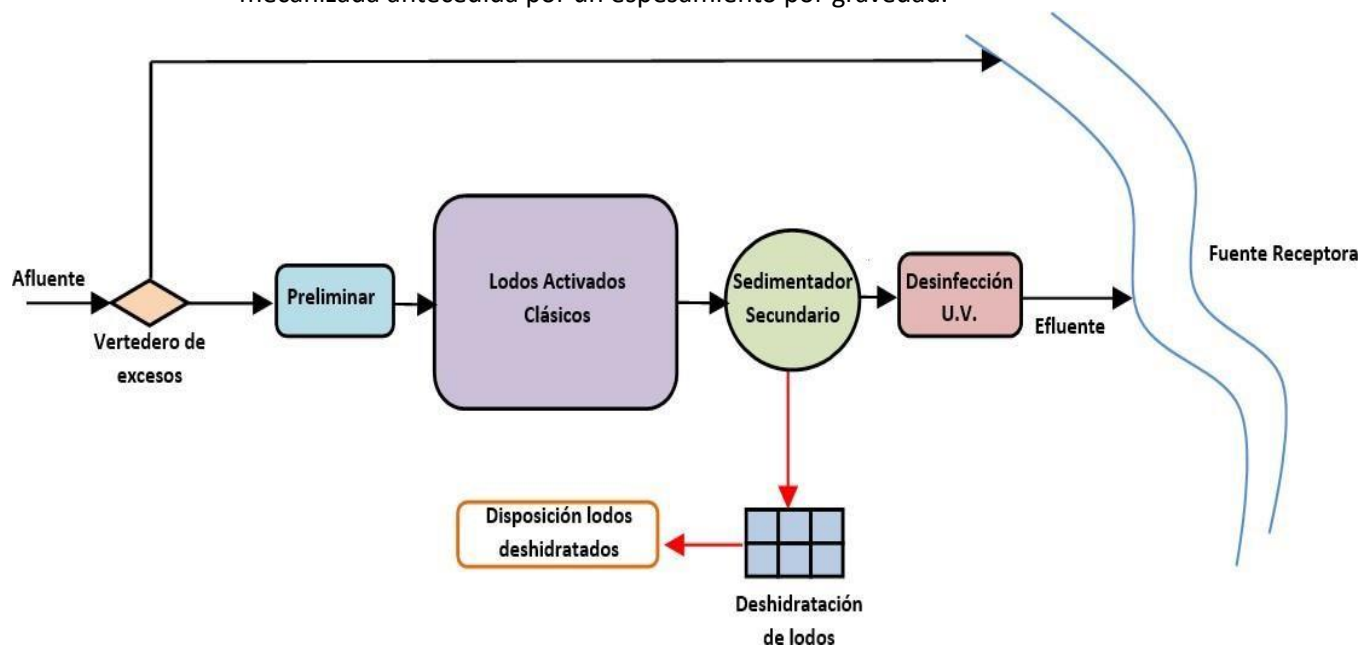
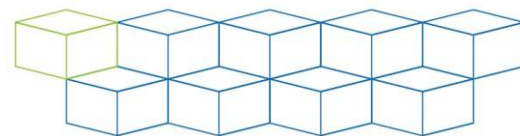


Ilustración 39. Diagrama de flujo Alternativa 2

8.3 Alternativa 3

La tercera alternativa seleccionada es la S6 ((Ver Esquemas para nivel de tratamiento secundario (S)), el cual propone como tren de tratamiento los siguientes sistemas:

Tabla 18. Alternativa 3

ALTERNATIVA S	CÓDIGO	ESQUEMA			
		PRELIMINAR	PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO
SELTAR	S6	Tpr2	-	LASBR (2 unidades)	
ADOPTADA	S6	Tpr2	-	LASBR (2 unidades)	U.V.

Preliminar: Tpr2 Tratamiento preliminar de Rejilla Gruesa + Rejilla Fina + Desarenador.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 76 de 117	

Secundario: LASBR (2 unidades) (Lodos Activados Tipo Secuencial por Tandas).



Terciario: Si bien, en la alternativa SELTAR no se contempla un tratamiento terciario, se propone implementar la desinfección por medio de UV.

Manejo de lodos: Dado el volumen esperado de lodos producto de los procesos biológicos, la consultoría considera conveniente considerar su deshidratación mecanizada antecedida por un espesamiento por gravedad.

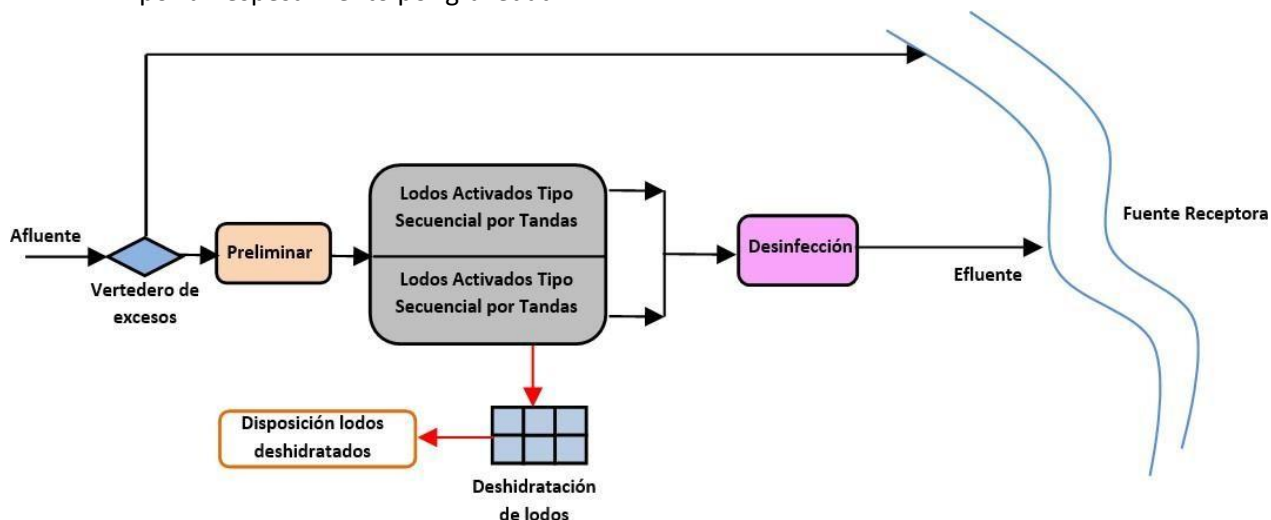


Ilustración 40. Diagrama de flujo Alternativa 3

9. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

DOMESTICA

A continuación, presentamos la matriz de evaluación de las alternativas de los materiales para la construcción del sistema de tratamiento de aguas residual doméstica.





Tabla 19. Valoración alternativa de los componentes del sistema de tratamiento

ITEM	PORCENTAJES			VARIABLES DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVAS		
	PUNTAJE MÁXIMO	RANGO	PUNTOS		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
					Calificación		
1	40	Aspectos Técnicos					
		0-20	Sistema de Tratamiento de Agua Residual Domestica				
			0-7	Continuidad en el servicio	7	7	7
			0-5	Complejidad del sistema	2	5	3
			0 -3	Tecnología apropiada	2	3	2
		0 -20	Exigencias operativas y de Mantenimiento				
			0-20	Facilidad de mantenimiento	17	20	15
2	15	Aspectos Físico					
		0-15	0 - 8	Facilidad de ampliación	7	8	6
			0 - 7	Aprovechamiento de estructuras existentes	0	0	0
3	35	Aspectos Económicos					
		0- 20	Inversión inicial				
			0- 20	Costos de construcción o directos	10	15	14



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 78 de 117	



		0- 15	Costos de operación			
		0- 15	Consumo de recursos (energía, combustible, recurso humano)	2	11	8
4	10	Aspectos Sociales y Ambientales				
		0- 3	Afectación Antrópica			
			0 - 3	Generación de empleo	3	3
		0 - 7	Afectación biótica y abiótica			
			0 - 7	Impacto sobre el recurso hidráulico y forestal	3	5
PUNTAJE TOTAL				53	77	61
ORDEN DE ELEGIBILIDAD				3	1	2

9.1 Selección de la Alternativa más Conveniente a Implementar en la PTAR

Las puntuaciones y su sumatoria se encuentran de manera resumida en la matriz de calificación contenida en la tabla 20. **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, de esta tabla se puede indicar que la alternativa que obtuvo el mayor puntaje clasificatorio corresponde a la alternativa No. 2 con 77 puntos, seguida de la alternativa No. 3 con 61 puntos y por último se encuentra la alternativa No. 3 con 53 puntos.

Para concluir, la alternativa seleccionada por esta consultoría para ser implementada en el diseño de detalle de la PTAR es la No. 2, correspondiente a: Tratamiento preliminar + Lodos Activados Clásicos + Sedimentador + desinfección + Deshidratación de lodos.

La alternativa analizada se basa en la disminución de la DBO y DQO establecida por la norma, la cual conlleva a que la afectación no sea significativa en el componente de olores, los sistemas de aireación extendida y homogenización se incluyeron con cubiertas reforzadas las cuales minimizan alguna posible dispersión de olor, igualmente su ubicación estratégica en un sistema contigua la ubicación del sistema de tratamiento



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 79 de 117	

lagunar existente disminuye un impacto adicional a la comunidad de la escuela y sus alrededores , durante la etapa de diagnóstico y recopilación de información en campo no presunto características negativas para el entorno.



En la siguiente tabla se puede observar los parámetros del efluente teórico del sistema de tratamiento seleccionado a implementar, donde se observa que los parámetros de salida son inferiores a los establecidos en el permiso de vertimientos, por ejemplo, los parámetros de DQO Y DBO están por debajo de los rangos establecidos.

Tabla 20.Comparativo de parámetros permiso de vertimientos y sistema diseñado

Parámetro	Unidad	Permiso Vertimientos		Salida PTAR Diseño
	Unidad	Entrada	Salida	
DBO5	mg/L	445	63,4	6,78
DQO	mg/L	806	185	83,9

9.2 Descripción de las Alternativas para el Material de Construcción del Sistema de Tratamiento de Agua Residual

Para realizar el tratamiento de las aguas residuales domésticas se evaluarán dos alternativas: Planta de tratamiento compacta, con módulos de PRFV y un sistema de tratamiento en concreto. Ambas alternativas estarán compuestas por los procesos de tratamiento evaluados anteriormente.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 80 de 117	



En la evaluación de estas alternativas se revisarán las ventajas y desventajas de diferentes tipos de materiales para la construcción del sistema de tratamiento los cuales son:

- Poliéster Reforzado de Fibra de Vidrio – PRFV
- Concreto reforzado

9.2.1 Sistema en Poliéster Reforzado de Fibra de Vidrio – PRFV

Es un material ligero y resistente, rígido, con buen comportamiento frente a la corrosión y al desgaste, y buen aislante térmico, acústico y eléctrico. Las propiedades del material varían notablemente dependiendo del proceso de elaboración, la cantidad de fibra, y el tipo de resina empleado.

Las propiedades mecánicas dependen esencialmente de la cantidad y disposición de la fibra de vidrio. La resistencia a tracción del material puede oscilar desde los 500 kg/cm² con vidrio proyectado, hasta alcanzar los 10 000 kg/cm² con vidrio unidireccional al 90% en peso.

El resto de propiedades (durabilidad, resistencia a la abrasión, etc.) dependerán fundamentalmente del tipo de resina. Dependiendo de ésta, el material podrá soportar temperaturas entre 125 °C y 300 °C.

Tabla 21. Ventajas y desventajas PTAP en PRFV

Ventajas	Desventajas
----------	-------------





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 81 de 117

Pixades



- **Material resistente a la corrosión.** Este tipo de tuberías tiene una larga vida útil de servicio. Además, no precisa revestimientos u otros medios de protección contra la corrosión.
 - **Peso ligero.** Su peso es de una cuarta parte en comparación con el del acero o el hierro en fundición, lo que facilita y abarata su desplazamiento. Si lo comparamos con el hormigón, las tuberías de PRFV pesan una décima parte que éste.
 - **Buenas propiedades hidráulicas.** La superficie interior lisa hace que haya muy escasas pérdidas de carga por fricción. Esto hace que sea necesaria menor energía de bombeo y que se reduzcan los costes de funcionamiento. Si realizamos la comparación con los tubos de hormigón o metal, observamos que se puede alcanzar la misma velocidad de flujo con tubos de PRFV de menor diámetro.
- La tela de fibra de vidrio más delgada tiene un límite de resistencia de solo 200-700 ° C.

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
• Sistema de juntas. Las tuberías de PRFV permiten uniones de precisión estancas, eliminan infiltraciones y exfiltraciones. En cuanto a los manguitos, juntas laminadas y bridas, tienen una gran facilidad de acoplamiento y acortan, por lo tanto, el tiempo que hay que dedicarle a la instalación. • Condiciones flexibles. La flexibilidad del material PRFV hace posible que soporte un aumento de presión por golpe de ariete de hasta el 40% de la presión de diseño sin necesidad de aumentar la clase de presión del tubo. • Tiempos cortos en la fabricación, transporte e instalación de estructuras.	



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



9.2.2 Sistema en Concreto Reforzado



La técnica constructiva del concreto reforzado consiste en la combinación de dos materiales, el concreto y el acero de refuerzo. Estos materiales se combinan con el fin de conformar elementos estructurales como vigas, columnas, muros, fundaciones, losas entre otros. Garantizar la adherencia entre estos dos materiales permite a los dos materiales trabajar como uno solo.

Para asegurar la adherencia, la mezcla de concreto, recubre en su interior las barras o mallas de acero de refuerzo. También se puede incluir dentro del concreto barras de acero o dependiendo de los requerimientos a los que estará sometido. El hormigón armado se utiliza en edificios de todo tipo, tanques, puentes, presas, túneles y obras industriales.

Tabla 22. Ventajas y desventajas PTAR en concreto reforzado

Ventajas	Desventajas
- Es un material con aceptación universal, por la disponibilidad de los materiales que lo componen. - Tiene una adaptabilidad de conseguir diversas formas arquitectónicas. - Tiene la característica de conseguir ductilidad. - Posee alto grado de durabilidad.	Las desventajas están asociadas al peso de los elementos que se requieren en las edificaciones por su gran altura, como ejemplo tenemos si las edificaciones tienen luces grandes o volados grandes las vigas y losas tendrían dimensiones grandes se lo llevaría a generar mayor costo en la construcción de la edificación.
- Posee alta resistencia al fuego. (Resistencia de 1 a 3 horas) - Tiene la factibilidad de lograr diafragmas de rigidez horizontal. (Rigidez: Capacidad que tiene una estructura para oponerse a la deformación de una fuerza o sistema de fuerzas) - Capacidad resistente a los esfuerzos de compresión, flexión, corte y tracción. - La ventaja que tiene el concreto es que requiere de muy poco mantenimiento	- Por otro lado, los elementos arquitectónicos que no tiene estructura ya sean tabiques o estructuras pueden cargar gravitatorias ya que aumentarían la fuerza sísmica por su gran masa. - La adaptabilidad al logro de formas diversas ha traído como consecuencia configuraciones arquitectónicas muy modernas e impactantes, pero con deficiente comportamiento sísmico. - Excesivo peso y volumen - Mayor tiempo en construcción de sistemas

9.3 Selección de Alternativas para el Material de Construcción de Tratamiento de Agua Residual



Doméstica

A continuación, presentamos la matriz de evaluación de las alternativas de los materiales para la construcción del sistema de tratamiento de aguas residual doméstica.

Tabla 23. Valoración alternativa del material para la construcción del sistema de tratamiento

ITEM	PORCENTAJES			VARIABLES DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVAS	
	PUNTAJE MÁXIMO	RANGO	PUNTOS		PRFV	CONCRETO
					Calificación	
1	40	Aspectos Técnicos				
		0-20	Sistema de Acueducto			
			0-7	Continuidad en el servicio	7	7
			0-5	Complejidad del sistema	5	4
			0 -3	Tecnología apropiada	3	3
		0 -20	Exigencias operativas y de Mantenimiento			
			0-20	Facilidad de mantenimiento	18	15
2	15	Aspectos Físico				
		0-15	0 - 8	Facilidad de ampliación	8	5
			0 - 7	Aprovechamiento de estructuras existentes	0	0
3	35	Aspectos Económicos				

ITEM	PORCENTAJES			VARIABLES DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVAS	
	PUNTAJE MÁXIMO	RANGO	PUNTOS		PRFV	CONCRETO
					Calificación	
					Inversión inicial	
					0- 20	0- 20



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 84 de 117	



		0- 15	Costos de operación			
		0- 15	Consumo de recursos (energía, combustible, recurso humano)	10	10	
4	10	Aspectos Sociales y Ambientales				
		0- 3	Afectación Antrópica			
		0 - 3	Generación de empleo	3	3	
		0 - 7	Afectación biótica y abiótica			
		0 - 7	Impacto sobre el recurso hidráulico y forestal	3	3	
PUNTAJE TOTAL				77	67	
ORDEN DE ELEGIBILIDAD				1	2	

Según los parámetros evaluados en la matriz anterior la alternativa con mayor calificación es la construida en módulos de PFRV, por lo que este sistema es el que se procede a diseñar.

10. SISTEMA DE TRAMIENTO PROYECTADO

El proceso de tratamiento utilizado, lodos activados, permite la utilización de una línea de tratamiento compuesto por un tanque de aireación seguido de un sedimentador secundario y sistema propio de recirculación de lodos. En este capítulo se presentan de manera detallada los cálculos de los procesos de tratamiento; Tratamiento preliminar, Tratamiento biológico (tanque de aireación y sedimentador secundario) y manejo de lodos.

Se conservan los parámetros de operación propios de un sistema de lodos activados con aireación extendida con nitrificación y sin remoción de nutrientes y se asume que las eficiencias de remoción y funcionamiento que se obtendrán, serán las típicas logradas en este tipo de tratamiento.

Para el diseño de este sistema de tratamiento de agua residual se realizó un muestreo compuesto por un laboratorio certificado (Anexo se presentan los resultados obtenidos), el cual, valida los caudales teóricos



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 85 de 117	

calculados para el año actual, el caudal de diseño a los 25 años de diseño corresponde al caudal establecido en el caudal del permiso de vertimientos el cual es de 6.51 l/s.



10.1 Componentes del Sistema

El sistema a ser considerado en el diseño consiste de las siguientes operaciones unitarias:

10.1.1 Pretratamiento

El sistema de tratamiento preliminar se compone de los siguientes elementos; canal de ingreso, rejas de cribado medio, militamices, desarenador y estructura de control de velocidad Parshall.

El flujo hidráulico en este proceso empieza en el canal de entrada (este trabaja a flujo subcrítico, por consiguiente, sus dimensiones son meramente constructivas pues no afectan hidráulicamente a las estructuras ubicadas aguas abajo), el cual contiene una reja de cribado manual, posteriormente se divide en dos canales, cada uno con la capacidad de transporte de $Q/2$, cada canal contiene un sistema de militamices, posteriormente las aguas se dirigen al desarenador. Las aguas a la salida de los desarenadores se dirigen a un canal de salida en donde se realiza el control de velocidad por medio de una canaleta Parshall.

Según lo establecido en la resolución 0330 de 2017 ARTÍCULO 186. Requisitos mínimos de diseño para rejillas. Las rejillas deben colocarse aguas arriba de cualquier dispositivo de tratamiento subsecuente que sea susceptible -de obstruirse por el material grueso que trae el agua residual sin tratar. Se consideran rejas gruesas aquellas en que sus barrotes distan entre sí de 4 a 10 cm, rejas medias entre 2 y menores de 4 cm, y rejas finas entre 1 y menores de 2 cm. La velocidad máxima de aproximación debe ser de 1,2 m/s para caudal máximo y de 0,3 m/s para caudal mínimo. La limpieza de las rejas medias o finas se podrá hacer manualmente o mecánicamente; debe considerarse el empleo de rejas de limpieza mecánica para caudales medios de diseño, iguales o superiores a 100 L/s.

10.1.2 Tanque de homogenización:

Esta unidad tiene como propósito estabilizar las condiciones del afluente posterior al pretratamiento, atenuando las variaciones de caudal y carga orgánica que podrían comprometer el desempeño del reactor biológico. Funciona como un pulmón hidráulico, regulando el flujo hacia el sistema de aireación, lo que permite optimizar el consumo energético de los equipos de soplado y mantener condiciones operativas estables para el crecimiento y actividad de la biomasa. El tanque de homogenización se ubica



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 86 de 117	

inmediatamente después del canal Parshall y antes del ingreso al reactor, y cumple una función clave en el balance de la carga hidráulica y orgánica que alimenta el tren de tratamiento biológico.



10.1.3 Tratamiento Biológico

El sistema constará de un único tren de tratamiento de lodos activados, compuesto por un reactor aeróbico de aireación extendida, seguido de un sedimentador con sistema de soporte laminar para la separación sólido-líquido. El diseño contempla recirculación de lodos sedimentados al reactor y la descarga del excedente de lodos hacia el espesador del sistema de deshidratación.

10.1.4 Desinfección.

El efluente tratado del tren de tratamiento será conducido a la cámara de desinfección, donde se realizará la inactivación de organismos coliformes mediante la dosificación de hipoclorito de sodio al 12,5%.

10.1.5 Sistema de Filtración de Arena.

El agua descargada de la cámara de desinfección será conducida a un sistema de filtración por arena, con el objetivo de alcanzar una calidad de efluente apta para su reutilización y/o vertimiento a cuerpos de agua. El sistema estará conformado por tres unidades de filtración, operando con dos de ellas en paralelo mientras la tercera entra en proceso de retrolavado, utilizando el agua filtrada de las unidades activas. El agua residual generada en el retrolavado será retornada a la cabecera del sistema para su posterior tratamiento.

10.1.6 Cabezal de Descarga.

Las aguas tratadas serán descargadas a un cabezal de salida que conduce hacia el cuerpo de agua receptor, garantizando el cumplimiento de los parámetros establecidos en la Resolución 0631 de 2015.

10.1.7 Espesador de Lodos.

El exceso de lodo generado del sistema de los activados será enviado al espesador de lodos, el cual permitirá concentrar los sólidos para ser enviado al deshidratador de lodos para su secado. El sobrenadante del espesador de lodos será enviado a la cabecera de proceso para su posterior tratamiento.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría:	
		N° 53-3-10020-24 Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 87 de 117	

10.1.8 Deshidratador de Lodo.



El deshidratador de lodo será del tipo tornillo (**screw press**), y permitirá obtener una pasta de lodo con un contenido de sólidos del orden del 25%. Para acondicionar el lodo antes del proceso de deshidratación, el sistema incluye una cámara de floculación previa al deshidratador, la cual promoverá la separación del agua mediante la adición de polímero. La unidad de deshidratación contará con una planta de preparación de polímero equipada con su respectiva bomba dosificadora. El sistema integrará un tornillo recolector de lodo inclinado, destinado a transportar el lodo deshidratado hasta un contenedor para su disposición final. Su incorporación permite garantizar una operación continua, eficiente y segura, eliminando la necesidad de vaciado manual y reduciendo los tiempos operativos asociados al manejo de biosólidos.

Considerando que se trata de lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales domésticas, con un alto contenido de materia orgánica biodegradable, se sugiere realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica completa, siguiendo los lineamientos establecidos en la Resolución 0631 de 2015. Si los resultados de laboratorio demuestran que el lodo cumple con los límites establecidos para suelos agrícolas, se podría considerar su aprovechamiento. En caso contrario, se deberá gestionar su disposición final en una celda de seguridad o relleno sanitario autorizado, garantizando el cumplimiento de las disposiciones técnicas y ambientales establecidas.

En la siguiente imagen se observa un diagrama de flujo de un sistema de tratamiento.





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 88 de 117

Pixades

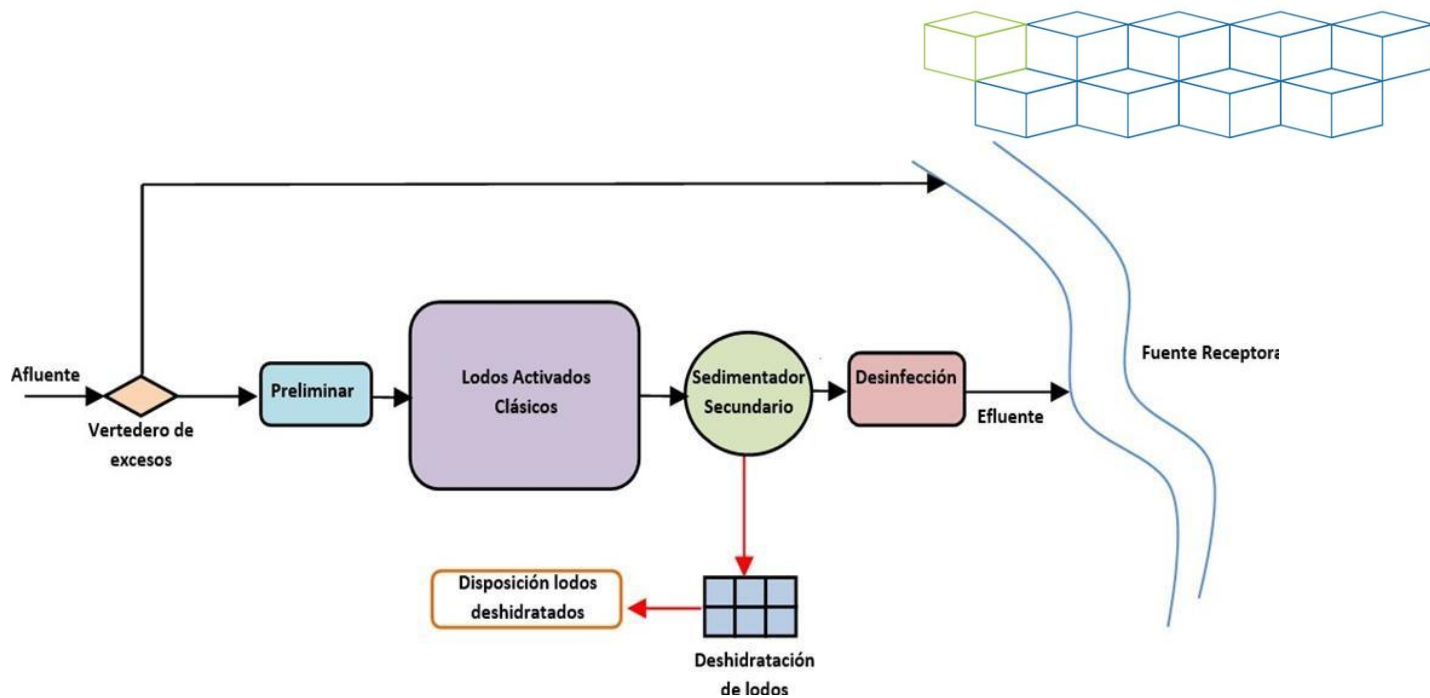


Ilustración 41. Diagrama de flujo



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



 Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Informe Revisión información Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24 Página 82 de 117	
---	--	---

		Contrato de consultoría:	
	Escuela de	N° 53-3-10020-24	

Suboficiales

Informe sistema de red de

(ESJIM) agua Residual -V3

11. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



		Contrato de consultoría:	
	Escuela de	N° 53-3-10020-24	

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	PARAMETRO
1	Caudal de Diseño / Mx Mensual, Qi =
2	DQO Afluente, Sti=
3	DQO soluble Afluente
4	DQO particulado
5	DBO ₅ Afluente

Escuela de	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
Suboficiales	Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3	
	Página 83 de 117	



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de		Contrato de consultoría:
Suboficiales		N° 53-3-10020-24

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



2. Coeficientes Estequiométricos, Cinéticos Heterótrofos OHO a 20°C						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
29	Fracción DQO presente en Biomasa, fcv=	fcv	N/A	1,42	mg DQO/mg SSV	C ₅ H ₇ NO ₂ (113)+502(5X32)→5CO ₂ +2H ₂ O+NH ₃ . fcv=5X32/113=1,42 Unidades D2/unidades de biomasa (mg DQO/mg SSV. Biological Process Design for Wastewater Treatment. Randal Cliford, 1980. Ecuación 4,89
30	Fracción Nitrógeno en la Biomasa fn=	fn	N/A	0,122	-	
31	Fracción de Fósforo en la Biomasa fp=	fp	N/A	0,023	-	
32	Coeficiente de producción biomasa, [0,30-0,50] Y=	Y	N/A	0,45	mg SSV/mg DQOr	fn=14/113=0,122; N(12), C5H7NO2(113) Biological Process Design for Wastewater Treatment. Randal Cliford, 1980.
33	Constante de Velocidad Media, [5,0-40,0] Ks=	Ks	N/A	20	mg DQO/L	
34	Constante de Velocidad Media @T KsT=	Kst	$Kst = Ks \cdot \Theta Ks^{(T-20)}$	20,00	mg DQO/L	
35	Tasa específica máxima de crecimiento, [3-13,2] μm=	μm	N/A	6	mg SSV/mgSSV.d	Metcalf & Eddy 2014
36	Tasa específica máxima de crecimiento @ T μmT=	μmt	$\mu mt = \mu m \cdot \Theta \mu m^{(T-20)}$	5,00	mg SSV/mgSSV.d	Cálculo Diseñador
37	Constante de decaimiento endógeno, [0,06-0,20], Kd	Kd	N/A	0,12	mg SSV/mgSSV.d	Metcalf & Eddy 2014
38	Constante de decaimiento endógeno, @T KdT	Kdt	$Kdt = Kd \cdot \Theta Kd^{(T-20)}$	0,11	mg SSV/mgSSV.d	
39	Fracción de residuo endógeno, [0,08-0,20], f=	fdx	N/A	0,15	-	Metcalf & Eddy 2014
40	Valores Θ	Θ				
41	μm [1,03-1,08]	Θμm	N/A	1,07	-	Metcalf & Eddy 2014
42	Kd [1,03-1,08]	ΘKd	N/A	1,04	-	
43	Ks [1]	ΘKs	N/A	1	-	

2.1 Coeficientes Cinéticos Autótrofos AOB a 20°C						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
44	Tasa específica máxima de crecimiento AOB, [0,20-0,90] μmn=	μmn	N/A	0,9	mg SSV/mg SSV.d	Metcalf & Eddy 2014
45	Tasa específica máxima de crecimiento AOB @ T	μmnt	$\mu mnt = \mu mn \cdot \Theta \mu mn^{(T-20)}$	0,746	mg SSV/mgSSV.d	Cálculo Diseñador
46	Tasa específica de crecimiento AOB @ T μAOBT	T μAOBT	$\mu AOB T = \mu mnt \cdot (OD / (OD + K_o))$	0,597	mg SSV/mgSSV.d	
47	Constante de Velocidad Media, [0,05-1,0] KN	KN	N/A	0,5	mg NH ₄ -N/L	Metcalf & Eddy 2014
48	Constante de Velocidad Media, @T	KNt	$KNt = KN \cdot \Theta KN^{(T-20)}$	0,43	mg NH ₄ -N/L	Cálculo Diseñador
49	Coeficiente de producción Nitrosomonas, [0,10-0,15], Yn	Yn	N/A	0,15	mg SSV/mg NH ₄ -N	Metcalf & Eddy 2014
50	Coeficiente de decaimiento Nitrosomonas, [0,05-0,15] Kdn	Kdn	N/A	0,17	mg SSV/mg SSV.d	
51	Coeficiente de decaimiento Nitrosomonas, @T	Kdnt	$Kdnt = Kdn \cdot \Theta Kdn^{(T-20)}$	0,157	mg SSV/mg SSV.d	
52	Coeficiente de inhibición de oxígeno, [0,40-0,60]	Ko	N/A	0,5	g/m ³	Metcalf & Eddy 2014
53	Valores Θ	Θ				
54	μmn [1,03-1,08]	Θμmn	N/A	1,072		
55	Kn [1,03-1,123]	ΘKn	N/A	1,053		
56	Kdn [1,03-1,08]	ΘKdn	N/A	1,029		



Escuela de		Contrato de consultoría:
Suboficiales		N° 53-3-10020-24
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
		
Página 84 de 117		



2.2 Coeficientes Cinéticos NOB a 20°C						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
57	Tasa especifica máxima de crecimiento nitrificantes, [1] μ_{mn} =	μ_{mn}	N/A	1	mg SSV/mg SSV.d	Metcalf & Eddy 2014
58	Tasa especifica máxima de crecimiento nitrificantes @ T μ_{mnt} =	μ_{mnt}	$\mu_{mnt}=\mu_{mn}*\theta_{\mu_{mn}}^{(T-20)}$	0,848	mg SSV/mg SSV.d	Cálculo Diseñador
59	Constante de Velocidad Media, [0,2] K_{NO_2} =	K_{NO_2}	N/A	0,2	g/m ³	Metcalf & Eddy 2014
60	Coeficiente de inhibición de oxígeno, [0,9], K_{O_2NOB}	K_{O_2NOB}	N/A	0,9	g/m ³	
61	Constante de decaimiento endógeno, [0,17], K_{dNOB}	K_{dNOB}	N/A	0,17	mg SSV/mg SSV.d	
62	Constante de decaimiento endógeno, @T b_{NOB}	b_{NOB}	$b_{NOB}=K_{dNOB}*\theta_{K_{dNOB}}^{(T-20)}$	0,16	mg SSV/mg SSV.d	Cálculo Diseñador
63	Tasa especifica @ T μ_{NOB} =	μ_{NOB}	$\mu_{NOB}=\mu_{mnt}(OD/(OD+K_{O_2NOB}))$	0,58	mg SSV/mg SSV.d	
64	Valores (-)					
65	μ_{mn} [1,063]	$\theta_{\mu_{mn}}$	N/A	1,063		Metcalf & Eddy 2014
66	K_d [1,029]	θ_{K_d}	N/A	1,029		

3. Parámetros Operativos Reactor Lodos Activados						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
67	Tiempo de retención Biológico	$R_s (SRT, \theta)$	N/A	8	días	Asumido Cálculo Diseñador
68	Sólidos suspendidos totales en el reactor	X_t	N/A	2500	mg SST/L	
69	Nivel de Oxígeno Disuelto,	OD	N/A	2,00	mg O ₂ /L	
70	Retorno de Lodo	X_r	$X_r=10^5/IVL$	10.000,00	mg SST/L	Process Control Manual Aerobic Biological Wastewater treatment Facilities EPA III-A-524-77, SVI Approach. Pag II-34
71	Sólidos Suspendidos en el efluente	X_e	N/A	20,00	mg SST/d	Asumido Cálculo Diseñador
72	Carga superficial Sed. Secundario CSS $q_A (Q_i+Q_{RAS})$	CSS	N/A	2,00	m/h	
73	Indice Volumetrico de Lodo	IVL	N/A	100,00	ml/g	
74	Profundidad del reactor Biológico,	SWD	N/A	3,50	m	



Escuela de	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
Suboficiales	Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3	
	Página 85 de 117	



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela

de

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

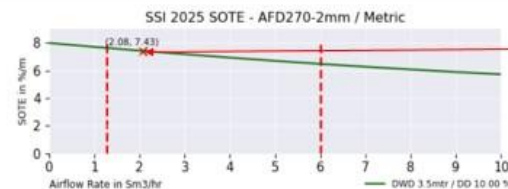
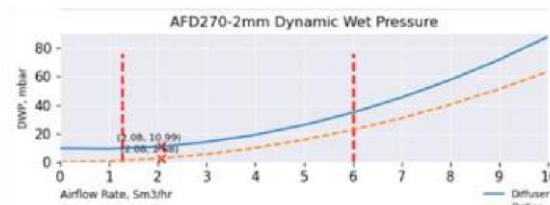
Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



4. Aireación Difusa						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
75	Difusores burbuja fina α =	α	N/A	0,60	-	Metcalf & Eddy 2016 (8-9). Valor promedio para SRT 20 días
76	Salinidad del agua β =	β	$\beta = 1 - (5,7 \cdot 10^{-6}) \cdot \text{TDS}$	0,99	-	Valor Típico , Introduction to Water Resource Recovery facility Design. Pag 194. WEF 2015
77	% Cobertura Difusores DD	DD	N/A	10,00	%	Fabricante SSI (5-28%). % de cobertura incide en la transferencia de Oxígeno y CAPEX
78	Difusor burbuja Fina Ø=9", Area Superficial Activa ASA / Dato F	ASA	N/A	0,0375	m2	Dato fabricante Area efectiva de Poro
79	Numero de difusores requeridos,	NDr	$NDr = (DD/100) \cdot AT / ASA$	145,93	Difusores	Cálculo Diseñador, AT Area de tanque reactor
80	Numero de difusores seleccionados,	NDs		132,00	Difusores	Selección Diseñador, ajustar en relación a NDr
81	Aire Difusor Ø=9" [1,27-10 Sm3/hr]; Ø=12" [2,2-15 Sm3/hr] Fabric	Aire/Dif	$Aire/Dif = Areq / NDs$	2,08	Sm3/hr/Difusor	Calculo Diseñador
82	Transferencia oxígeno Fabricante, % SOTE/m=	% SOTE/m	N/A	7,43	%/m	Selección Diseñador/ Fabricante
83	Nivel / Profundidad difusor / Piso Losa Reactor	NPD	N/A	0,40		Asumido diseñador
84	Presión Barométrica estándar =	Pbs	N/A	101,32	Kpa	P barometrica estandar 20° C
85	Profundidad del difusor, DWD	DWD	$DWD = SWD - NPD$	3,10	m	Calculo Diseñador
86	Concentración de oxígeno @ 20° C, 1 atm Cw=	Cw	N/A	9,10	mg/L	Introduction to Water Resource Recovery facility Design. Pag 194. WEF 2015
87	Factor obstrucción difusores [0,65-0,9]	F	N/A	0,90	-	
88	Densidad del aire @ 20° C, 1 atm =	r	N/A	1,20	kg/m³	
89	Contenido de O₂ en Aire @ 20° , 1 atm %O₂	%O2	N/A	0,23	-	
90	Factor Temperatura, =	θ	N/A	1,02	-	Ecuaciones Típicas
91	Presión Barométrica @ a.s.n.m. =	Pb	$Pb = (Pbs \cdot (1 - a.s.n.m / 3100))^{0,145038}$	10,34	Psi	
92	Presión de Vapor, Pv=	Pv	$Pv = (0,61094 \cdot 2,7133 \cdot (17,625 \cdot T / (T + 243,04)))^{0,145038}$	0,29		
93	Concentración OD @ T °C C'w=	C'w	$C'w = (-7,044 \cdot 10^{-5}) \cdot T^3 + (7,650 \cdot 10^{-3}) \cdot T^2 + (4,0006 \cdot 10^{-1}) \cdot T + 14,6$	9,60	mgO₂/L	
94	Saturación oxígeno / Difusor Cdif=	Cdif	$Cdif = 9 + 0,33 \cdot DWD$	10,02	mgO₂/L	Introduction to Water Resource Recovery facility Design. Pag 194. WEF 2015
95	Factor corrección Temperatura, =	t	$t = C'w / Cw$	1,06	-	
96	Factor Corrección Presion =	α	$\alpha = Pb / 14,7$	0,70		
97	Cif	Cif	$Cif = t \cdot \alpha \cdot Cdif$	7,40	mg O2/L	
98	Transferencia de oxígeno SOTR=	SOTR	$SOTE = \%SOTE / m \cdot DWD$	23,03	%	Calculo diseñador
99	Transferencia de oxígeno para condiciones de operación OTRf=	OTRf	$OTRf = (\alpha \cdot t \cdot (SOTR / 100)) \cdot ((t \cdot \alpha \cdot Cdif - OD) / Cdif) \cdot 100$	7,37	10	Introduction to Water Resource Recovery facility Design. Pag 194. WEF 2015
100	Caída Presión soplador [0,5-1,0]psi ,	Cp	N/A	0,50		Cálculo Diseñador. Se calcula la pérdida de carga, altura de columna de agua + factor de seguridad de 1.
101	Soplador inlet presión	Pi	$Pi = Pb - Cp$	9,84	psi	
102	Presión de descarga soplador, =	PD	$PD = DWD \cdot 14,7 / 10,33 + 1$	5,41	psi	
103	Eficiencia del soplador, =	n	N/A	0,85	-	Selección diseñador

FABRICANTE / ESPECIFICACION TECNICA DIFUSOR DE AIRE



Escuela de		Contrato de consultoría:
Suboficiales		N° 53-3-10020-24
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
		Página 86 de 117



	F/M	CV	HRT	Rs (SRT, θ)	Xt
	Kg DBO ₅ /Kg SSVLM.d	kg DBO ₅ /m ³ .d	Horas	d	mg SST/L
Aireación convencional	0,2-0,6	0,3-1,6	3-6	3-15	1500-4000
Aireación Extendida	0,04-0,10	0,1-0,3	20-30	20-40	2000-4000

	Densidad difusor / % Covertura	Area especifica, m2
DIFUSOR TIPO DISCO 9"	5-28	0,0375
DIFUSOR TIPO DISCO 12"	5-28	0,065
DIFUSOR TUBULAR 65*1000 MM	5-65	0,15m2/m
DIFUSOR TUBULAR 91*1000 MM	5-65	0,22m2/m



Escuela de		Contrato de consultoría:
Suboficiales		N° 53-3-10020-24
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
Página 87 de 117		



5. Cálculos Reactor						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
104	Nitritos efluente NO ₂ _Ne	NO ₂ _Ne	$NO_2_Ne = KNO_2[1 + bNOB.Rs]/(Rs.(UNOB - bNOB) - 1)$	0,19	mg NO ₂ _Ne/L	Metcalf & Eddy 2014
105	Estimado NO _x =0,8*TKNo	Nox	Nox=0,8*TKNo	25,60	mg N/L	Calculo Diseñador
106	Valor Ajustado para calcular Nox	Nox		24,18	mg NO _x /L	
107	Volumen del Reactor, Vr=	Vr	$Vr = Rs * Px.SST * 1000 / Xt$	191,64	m ³	Metcalf & Eddy 2014
108	Area de Tanque. AT	AT	$AT = Vr / SWD$	54,73	m ²	Calculo Diseñador
	Diamtro	D	$D = (4 * A / 3,1416)^{0,5}$	8,35	m	
109	Relación L Largo :W Ancho [5-10 Flujo Pistón]	L:W	L:W	3,00		Asumido diseñador
110	Ancho W	W	$W = (AT / L : W)^{0,5}$	4,27	m	Calculo Diseñador
111	Largo, L	L	$L = L : W * W$	12,81	m	
112	Tiempo de retención hidráulico HRT	HRT	$HRT = Vr * 24 / Qi$	8,17	h	Metcalf & Eddy 2014
113	Factor de carga F/M	F/M	$F/M = Qi * DBO / (Xt * Vr * fv)$	0,28	Kg DBO ₅ /Kg SSV.d	
114	Carga Volumétrica CV	CV	$CV = Qi * DBO / Vr / 1000$	0,39	Kg DBO ₅ /m ³ .d	
115	Biomasa Activa, Bact=	Bact	$Bact = (Qi * Y * (DQOb - sbDQOe) / 1000) / (1 + Kdt * Rs)$	28,77	Kg SSV/d	Metcalf & Eddy 2014
116	Biomasa Activa, Bact, Xa=	Xa	$Xa = Bact * Rs * 1000 / Vr$	1.201,63	mg SSV/L	
117	Materia Endógena=	Men	$Mendg = (fd * Kd * Qi * Y * (DQOb - sbDQOe) * Rs / 1000) / (1 + Kdt * Rs)$	3,73	Kg SSV/d	
118	Materia Endógena, Xen=	Xen	$Xen = Mendg * Rs * 1000 / Vr$	155,65	mg SSV/L	
119	Materia Nitrificantes=	Mnitri	$Mnitri = Si(Rs < 3,1; 0; (Qi * Yn * (NOx) / 1000) / (1 + Kdnt * Rs))$	0,90	Kg SSV/d	
120	Materia Nitrificantes, Xn=	Xn	$Xn = Mnitri * Rs * 1000 / Vr$	37,72	mg SSV/L	
121	Fracción DQOpnb/SSVnb	f(DQOpnb/SSVnb)	$f(DQOpnb/SSVnb) = DQOpnb/SSVnb$	3,03	-	
122	nb SSV Particulado no biodegradable=	SSVnb	$SSVnb = Qi * SSVnb / 1000$	13,52	Kg SSVnb/d	
123	X, SSVnb	X, SSVnb	$X, SSVnb = SSVnb * Rs * 1000 / Vr$	564,69	mg SSVnb/L	
124	SSI=	SSI	$SSI = Qi * (SST - SSV) / 1000$	12,94	Kg SSI/d	
125	X, SSI=	X, SSI	$X, SSI = SSI * Rs * 1000 / Vr$	540,32	mg SSI/L	
126	XT, SST= (Verificación)	X, SST	$XT, SST = Xa + Xe + Xn + XSSVnb + X, SSI$	2.500,00	mg SST/L	Calculo Diseñador



Escuela de		Contrato de consultoría:
Suboficiales		N° 53-3-10020-24
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
 		
Página 88 de 117		

127	Producción Biomasa	Px, Bio	$Px, Bio=Bact+Mendg+Mnitri$	33,40	Kg SSV/d	Metcalf & Eddy 2014
128	Cálculo Nox " Si el valor no es el "ajustado" volver a introducir en celda azul"	Nox	$SI(Rs<3,1;0,(TKNo-0,122*(Px_{bio})^{1000}/(Q_i-NH_4Ne-NO_2_{Ne})))$	24,18	mgNOx/L	Calculo diseñador
129	PX, SST=	Px,SST	$PX,SST=Px,Bio + nbVSS+ISS$	59,86	Kg SST/d	
130	Fracción de solidos fSSV/SST	fSSV/SST	$fSSV/SST=Px, Bio/PX, SST$	0,56	-	Calculo diseñador
131	Fracción de solidos fSSVnb/SST	fSSVnb/SST	$fSSVnb/SST=SSVnb/Pxsst$	0,23	-	
132	Fracción de solidos fSSI/SST	fSSI/SST	$fSSI/SST=SSI/PX,SST$	0,22	-	
133	Caudal Exceso de Lodos QWAS=	QWAS	$QWAS=(Pxsst*1000-Q_i*X_e)/(X_r-X_e)$	4,87	m³/d	Calculo diseñador
134	Caudal Retorno de Lodos QRAS=	QRAS	$QRAS=(Q_i*X_t-Q_e*X_e-QWAS*X_r)/(X_r-X_t)$	179,51	m³/d	
135	Recirculación R=	R	$R=QRAS*100/Q_i$	31,91	%	
136	Alcalinidad consumida, ALKc	ALKc	$ALKc=SI(Rs<3,1;0,7,14*NO_{xx})$	172,63	mg CaCO3/L	Metcalf & Eddy 2014
137	Alcalinidad residual, ALKr [>35 mg CaCo3/L Recomendado]	ALKr	$ALKr=SI(Rs<3,1;0;ALK-ALKc)$	407,37	mg CaCO3/L	Calculo diseñador
138	Alcalinidad requerida, Alk req	ALK req	$ALK req=SI(ALKr-35>0;"ALK no requerida";ABS(ALKr))$	ALK no requerida	mg CaCO3/L	Metcalf & Eddy 2014
139	CaO	CaO	$CaO=SI(ALK req="ALK no requerida";0;SI(ALK req>0;ALK req*1,8;ALK req*1,8))$	0,00	mg CaO/L	Calculo diseñador
140	Ca(OH)2	Ca(OH)2	$Ca(OH)_2=SI(ALK req="ALK no requerida";0;SI(ALK req>0;ALK req*1,2;ALK req*1,2))$	0,00	mg Ca(OH)2/L	
141	NaOH	NaOH	$NaOH=SI(ALK req="ALK no requerida";0;SI(ALK req>0;ALK req*0,9;ALK req*0,9))$	0,00	mg NaOH/L	
142	Na2CO3	Na2CO3	$Na_2CO_3=SI(ALK req="ALK no requerida";0;SI(ALK req>0;ALK req*0,9;ALK req*0,9))$	0,00	mg NaCO3/L	
Alkalinity Sources • 1.8 mg CaCO₃ alkalinity added/mg CaO (quicklime) added • 1.4 mg CaCO₃ alkalinity added/mg Ca(OH)₂ (slaked lime) added • 1.2 mg CaCO₃ alkalinity added/mg NaOH (caustic) added • 0.9 mg CaCO₃ alkalinity added/mg Na₂CO₃ (soda) added						



Escuela de		Contrato de consultoría:
		N° 53-3-10020-24

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



143	Requerimientos de oxígeno + Nox, Ro (AOR)	Ro (AOR)	$Ro (AOR) = Qi \cdot (DQOb - sbDQOe) / 1000 - 1,42 \cdot P \cdot X_{bio} + 4,57 \cdot Qi \cdot NQ_{ox} / 1000$	133,86	Kg O ₂ /d	Metcalf & Eddy 2014
144	Oxidación Carbonácea Ocarb	Ocarb	$Ocarb = Qi \cdot (DQOb - sbDQOe) / 1000 - 1,42 \cdot P \cdot X_{bio}$	71,71	Kg O ₂ /d	
145	Aire requerido, Areq (Q _{2,0})	Areq	$Areq = (Ro / ((OTRf / 100) \cdot Dens \cdot Oxip)) / 24$	274,05	Sm ³ /h	
146	Aire requerido para mezcla, Si Areq MX > Areq ; Diseñar con Areq MX	Areq Mx	$Areq Mx = 2,2 \cdot Vr / SWD$	120,40	Sm ³ /h	Fine Pore Aeration Systems Design Manual EPA/625/1-89/023 (2,2 Sm ³ /hr.m ²)
147	Concentración de Oxígeno en el reactor @ Aire Mezcla	Ca	$Ca = Coef - (Coef - OD) \cdot Q_2,0 / (QMx)$	N/A	mg O ₂ /L	
148	Aire Alimentado a la Red	Aire Al	$Aire Al = Si(Areq Mx > Areq) \cdot Areq Mx / (0,3048 \cdot 3) / 60; (Areq / (0,3048 \cdot 3) / 60)$	161,30	SCFM	
149	Aire requerido @ condiciones de operación T°C, HR,Pb, Areq ICFM=	Areq ICFM	$Areq ICFM = Areqscfm \cdot 14,58 \cdot (460 + Ta)^{1,8 \cdot 32} \cdot Pb / ((Pb - (Hre \cdot Pv))^{528} \cdot Pii)$	242,85	ICFM	Jenkins. Aeration Control System Design
150	Factor Adiabático X=	X	$X = ((PDe + Pb) / Pii)^{0,28} - 1$	0,14	-	
151	Potencia del Soplador BHP	BHP	$BHP = 0,01542 \cdot ICFM \cdot Pii \cdot X / n$	6,17	BHP	
152	Temperatura descarga soplador, °C	TD	$TD = (((T \cdot 1,8 \cdot 32 + 460) \cdot (T \cdot 1,8 \cdot 32 + 460)^{0,14} \cdot n) - 491,67) / 5/9$	66,20	°C	
153	Temperatura descarga tubería/Grilla difusor, °C	TDg	$TDg = (((T \cdot 1,8 \cdot 32 + 460) \cdot (T \cdot 1,8 \cdot 32 + 460)^{0,14} \cdot n / 2) - 491,67) / 5/9$	41,84	°C	
154	Potencia consumida, Kwh/día	P Kwh/d	$P = BHP \cdot 0,746 \cdot 24$	110,53	Kwh/d	Calculo diseñador
155	KPI Kwh/m3	KPI Kwh/m3	$KPI Kwh / m3 = P / Qi$	0,20	Kwh/m3	
156	Kwh/Kg DQOr	KPI Kwh/DQOr	$KPI Kwh / DQOr = P / (DQOb - sbDQOe) \cdot Qi / 1000$	0,29	Kwh/DQOr	
157	SAE Kg O ₂ / Kwh [4-7 Kg O ₂ /Kwh , ASCE WEF]	SAE	$SAE = Ro / P$	1,21	Kg O ₂ / Kwh	
158	Consumo energetico CE Kwh/año	CE	$CE = P \cdot 365$	40.342,08	Kwh/año	
159	Costo US\$/Kwh	US\$/Kwh		0,10		Asumido diseñador
160	Costo Potencia US\$/Año OPEX	OPEX	$OPEX = XE \cdot Costo US\$ / Kwh$	4.034,21	US\$/Año	Calculo diseñador
Flujo Pistón / Mezcla Completa / Número de dispersión						
161	Ancho, W=	W	N/A	4,27	m	
162	Aire / Volumen de Tanque [20-30 Sm3/min -1000 m3]	Qa	$(Si(Areq Mx > Areq) \cdot Areq Mx / Areq) \cdot 1000 / Vr / 60$	23,85	Sm3/min-1000 m3	
163	Profundidad columna de agua SWD=	SWD	N/A	3,50	m	
164	Longitud Reactor, L	L	N/A	12,81	m	
165	Area sección transversal At=	At	$At = W \cdot SWD$	14,95	m ²	
166	Qi+RAS	Qi+RAS	N/A	741,97	m ³ /d	
167	Velocidad Transversal Vt	Vt	$Vt = (Qi + Ras) / At / 24$	2,07	m/h	
168	Coeficiente de Dispersión D	D	$D = 3,118 \cdot W^2 \cdot (Qa)^{0,346}$	170,42	m ² /hr	
169	Número de dispersión axial Nda	Nda	$Nda = D / (Vt \cdot L)$	6,43		Mezcla completa
Nda Flujo Pisto <0,2; 0,2-4 Aireación Convencional; >4 Mezcla completa						



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24
Suboficiales	
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3	
	Página 89 de 117



Mezclado Factor G						
170	Peso específico del agua γ @ 20°C	γ		9.789,00	N/m ³	Dato diseñador
171	Viscosidad, μ @ 20°C	μ		0,0010	Ns/m ²	
172	Aire requerido Ar	Ar	$Ar = S[(AreqMx > Areq; AreqMx; S[(Areq > AreqMx; Areq; Areq)]]$	274,05	Sm ³ /hr	Calculo diseñador
173	Gradiente de velocidad G + Aireación	G	$G = (((Ar/60) * 10,033 / (10,33 + DWD/2)) * \gamma * DQD / (60 * Vr * \mu))^{0,5}$	100,92	1/seg	

Gradiente de velocidad G mínimo para mezclado 40 s⁻¹
 Gradiente de velocidad G típico para mezclado 70 s⁻¹
 Gradiente de velocidad Max G típico 100 s⁻¹



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de		Contrato de consultoría:
Suboficiales		N° 53-3-10020-24

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



6. Efluente						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
174	Caudal efluente, Qe=	Qe	$Qe=Qi-Qwas$	557,59	m ³ /d	Calculo diseñador
175	Px, SSt _e	Px, SSt _e	$Px, SSt_e=Qe \cdot Xe/1000$	11,15	Kg SST/d	
176	DQO biodegradable efluente DQOsb=	DQOsb	$DQOsb=(Kst \cdot (1+Kdt \cdot Rs))/(Rs \cdot (umt-Kdt)-1)$	0,98	mg DQO/L	Metcalfe & Eddy 2014
177	DQO Soluble no Biodegradable Afluente, DQOsnb=	DQOsnb	$DQOsnb=DQOs-DQOsb$	53,39	mg DQO/L	Calculo diseñador
178	DQO particulado efluente, DQOpe	DQOpb	$DQOpb=Xe \cdot fw \cdot fcv$	15,85	mg DQO/L	
179	DQO particulado no biodegradable DQOpnb	DQOpnb	$DQOpnb=Xe \cdot f(SSVnv/SST) \cdot f(DQOpnb/SSVnb)$	13,68	mg DQOpnb/L	
180	DQO Total efluente, DQOte	DQOte	$DQOte=DQOsb+DQOsnb+DQOpb+DQOpnb$	83,90	mg DQO/L	
181	DQO Total efluente, DQOte	DQOte	$DQOte=DQOte \cdot Qe/1000$	46,78	Kg DQOe/d	
182	Nitrógeno particulado en el efluente Npe=	Npe	$Npe=Px, SSt_e \cdot fw \cdot fn$	0,76	Kg N/d	Dato diseñador
183	Nitrógeno particulado en el efluente Npe=	Npe	$Npe=Npe \cdot 1000/Qe$	1,36	mg N/L	
184	NH ₄ _Ne=	NH ₄ _Ne	$NH_{4_Ne}=S((R_z \cdot S, t(TKN_o - f_n \cdot P_{x,Bio} \cdot 1000/G)) / (K_{xt} \cdot (1 + K_{dnt} \cdot R_z))) / (R_z \cdot (UA_{OBT} - K_d))$	0,39	mg N/L	Metcalfe & Eddy 2014
185	NO ₂ _Ne=	NO ₂ _Ne	$NO_{2_Ne}=KNO_2(1+bNO_2 \cdot R_z)/(R_z \cdot (UNOB-bNO_2)-1)$	0,19	mg N/L	Calculo diseñador
186	NO ₂ _Ne=	NO ₂ _Ne	$NO_{3_Ne}=NO_{3_Ne} \cdot Qe/1000$	0,10	Kg N/d	
187	NH ₄ _Ne en el efluente=	NH ₄ _Ne=	$NH_{4_Ne}=NH_{4_Ne} \cdot Qe/1000$	0,22	Kg N/d	
188	Concentración de Nox en el efluente	NOx		24,18	mg/L	Dato Calculado K186
189	NOx en el Efluente	NOx	$Nox=Nox \cdot Qe/1000$	13,48	Kg N/d	Calculo diseñador
190	Nitrógeno Total Efluente Ne=	Ne	$Ne=Ne \cdot 1000/Qe$	26,12	mgN/L	
191	Nitrógeno Total Efluente Ne=	Ne	$Ne=Np+NH_{4_Ne}+Nox+NO_{2_N}$	14,56	Kg N/d	
192	Fósforo Particulado en el efluente Ppe=	Ppe	$Ppe=Px, SSt_e \cdot fw \cdot fp$	0,14	Kg P/d	Calculo diseñador
193	Concentración Fósforo particulado en el efluente Ppe=	Ppe	$Ppe=Xe \cdot fw \cdot fp$	0,26	mg P/L	
194	DBO ₅ particulado en el efluente	DBO5p	$DBO_{5p}=(1-f_{dx}) \cdot DQOpe \cdot (1-2,7182^{(-k \cdot t^2)})$	6,08	mg DBO ₅ /L	Biowin Manual
195	DBO ₅ soluble en el efluente	DBO5s	$DBO_{5s}=(1-Y) \cdot sbDQOe + (1-f_{dx}) \cdot (Y \cdot sbDQOe) \cdot (1-2,7182^{(-k \cdot t^2)})$	0,71	mg DBO ₅ /L	
196	DBO ₅ Total en el efluente	DBO5	$DBO_5=DQOp+DBO_{5s}$	6,78	mg DBO ₅ /L	



Escuela de	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
Suboficiales	Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3	
	Página 90 de 117	



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



		Contrato de consultoría:	
	Escuela de	N° 53-3-10020-24	

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	PARAMETRO
219	Fósforo Soluble en el efluente , Purga de lodo, f
220	Fósforo Total en la Purga de Lodos, Pwas=
221	Fósforo Total en la Purga de Lodos, Pwas=
222	Fósforo Total Pe=
223	Fósforo Total Pe=

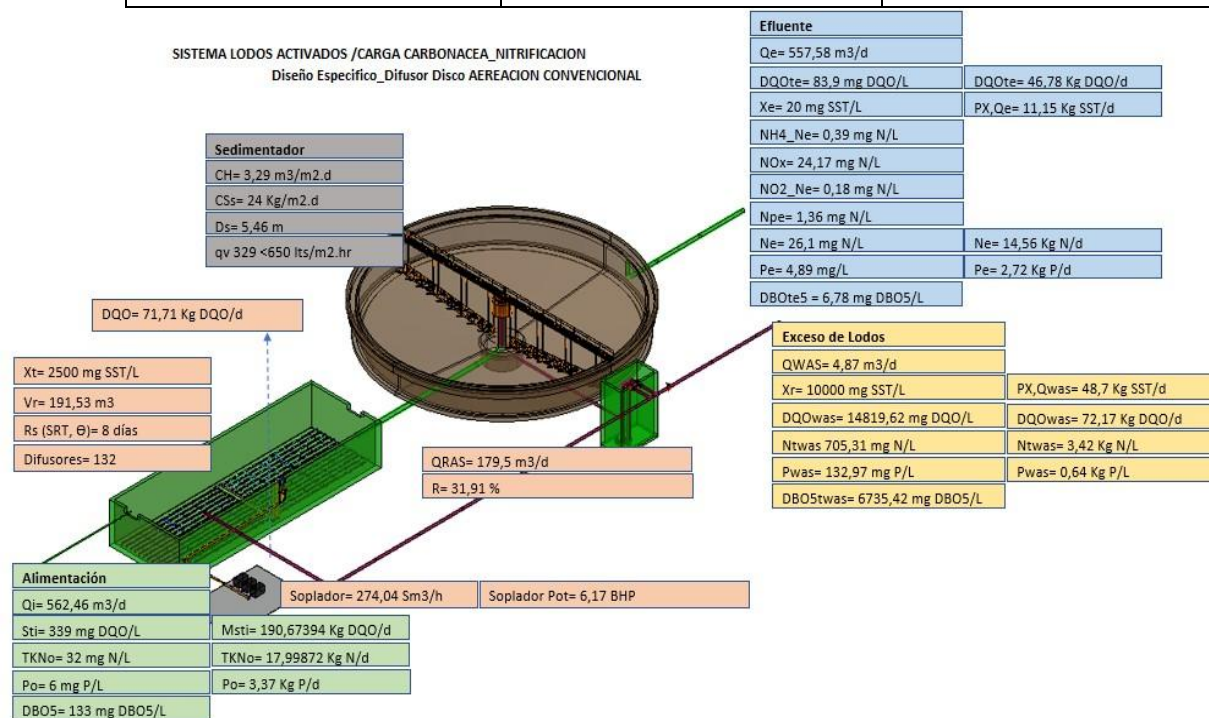


Ilustración 42. Diagrama de tratamiento del agua residual

Comparando los resultados establecidos en el permiso de vertimientos, con parámetros del efluente del sistema diseñado, se puede

observar en todos los parámetros



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de		Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24
Suboficiales		
Informe sistema de red de		
(ESJIM) agua Residual -V3		
presentan una remoción más alta que la establecida iniciante, garantizando		
tratamiento más		
y porcentajes de		
mayores y de		
minimizando así		
contaminantes		
embalse receptor.		
		Página 92 de 117



así un
eficiente
remoción
mejor calidad,
los
vertidos al



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de		Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24
------------	--	--

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3

11.1 Sistema Lodos Activados / Desinfección



Página 93 de 117

1. DATOS DE PARTIDA / DIMENSIONAMIENTO UNIDAD DE DESINFECCION

	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
1	Caudal Qe / Unitario	Qe	N/A	562,46	m3/d	Datos de partida
2	N° de trenes de tratamiento	Nt	N/A	1,00		
3	Caudal Total a manejar	Q	$Q=Qe \cdot Nt$	562,46	m3/d	Cálculo Diseñador
4	Tiempo de retención Hidraulico HRT	HRT	N/A	0,50	Hr	Selección Diseñador
5	N° de canales	N	N/A	3,00		
6	Volumen Tanque cloración , V	V	$V=(Q/24) \cdot HRT$	11,72	m3	Cálculo Diseñador
7	L/W >20, R1	L/W	N/A	20,00		Selección Diseñador / Qasim Wastewater Treatment and Reuse, Cap 11
8	Ancho Canal, W	W	$W=(V/R1)^{1/3}$	0,84	m	Cálculo Diseñador
9	Longitud Camara de cloración,Lc	Lc	$Lc=R1 \cdot W/N$	5,58	m	
10	H/W<1, R2	H/W	N/A	0,85		Selección Diseñador / Qasim Wastewater Treatment and Reuse, Cap 11
11	Altura columna de Agua, H	H	$H=R2 \cdot W$	0,71	m	Cálculo Diseñador
12	Ancho Muros canal Wc	Wc	N/A	0,20	m	Selección Diseñador
13	Ancho Infraestructura	Wt	$WT=W \cdot N+Wc \cdot (N-1)$	2,91	m	Cálculo Diseñador



Escuela de		Contrato de consultoría:
Suboficiales		N° 53-3-10020-24

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



	ALIMENTACION AGUA TRATADA SISTEMA CLORACION / DESCARGA SEDIMENTADOR					
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
14	DBO5se DBO soluble efluente	DBO5se	N/A	0,39	mg DBO5se/L	Data Diseño, Calculo Reactor
15	DBO5pe DBO Particulado efluente	DBOpe		4,69	mg DBO5pe/L	
16	DBO5ee DBO Total efluente	DBO5te		5,07	mg DBO5e/L	
17	DQOe Total efluente	DQOe	N/A	107,91	mg DQOe/L	Data Diseño, Calculo Reactor
18	DQOpe particulado efluente	DQOpe		12,22	mg DQOpe/L	
19	DQOsb soluble biodegradable	DQOsb		0,54	mg DQOse/L	
20	DQOsnb soluble no biodegradable	DQOsnb		80,00	mg DQOsnb/L	
21	DQOpnb particulado no biodegradable	DQOpnb		15,15	mg DQOpnb/L	
22	NH4_Ne Amonia efluente	NH4_Ne	N/A	0,20	mg N/L	Data Diseño, Calculo Reactor
23	NO3_Ne Niotrato efluente	NO3_Ne		27,87	mg N/L	
24	NpeNitrogeno partuclado efluente	Npe		1,05	mg N/L	
25	Nte Nitrogeno total efluente	Nte		29,12	mg N/L	
26	Ppe Fosforo particulado efluente	Ppe	N/A	0,20	mg P/L	Data Diseño, Calculo Reactor
27	Pse Fosforo soluble efluente	Pse		4,69	mg P/L	
28	Pe Fosforo total efluente	Pe		4,89	mg P/L	
29	Xe Solidops suspendidos efluente	Xe	N/A	20,00	mg SST/L	Data Diseño, Calculo Reactor
30	Alcalinidad efluente, Alk	ALK		200,00	mg CaCO3/L	
	Fracciones					
31	Fracción SSV/SST	fSSV/SST	N/A	0,43		Data Diseño, Calculo Reactor
32	Fracción fSSVnb/SST	fSSVnb/SST		0,24		
33	Fracción fSSI/SST	fSSI/SST		0,33		
34	Fracción DQO presente en Biomasa, fcv	fcv	N/A	1,42	-	Data Diseño, Calculo Reactor
35	Fracción Nitrógeno en la Biomasa fn	fn		0,122	-	
36	Fracción de Fósforo en la Biomasa fo	fo		0,023	-	



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de		Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24
Suboficiales		
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
Página 94 de 117		



DEMANDA DE CLORO PARA INACTIVACION DE COLIFORMES						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
37	Volumen Util, V	V	$V=(Q/24)*HRT$	11,72	m3	Cálculo Diseñador
38	Coliformes Fecales antes de Cloración, Cfi	Cfi	N/A	1,00E+07	MPN/100 ml	Selección Diseñador
39	Tiempo de retención Hidraulico, HRT	HRT	$HRT=HRT*60$	30,00	min	Cálculo Diseñador
40	Dosis de cloro, DC	DC	N/A	3	mg Cl2/L	Selección Diseñador
41	Baling Factor, BF	BF		0,8		
42	pH despues de cloración	pH		6,8	Unidades	
43	Temperatura del agua T	T	N/A	22,00	°C	Data Diseño
44	log inactivación, logI	logI	$logI=DC.HRT.BF/(0,2828.pH^{2.69}.DC^{0.15}.0933^{T-5})$	4,04		Hydromantics, Modelaje y Optimización
45	Descarga de Coliformes, Cfe	Cfe	$Cfe= Cfi/10log inactivación$	902,94	NMP/100	



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de		Contrato de consultoría:
Suboficiales		N° 53-3-10020-24
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
		
		
Página 95 de 117		

CONSUMO DE CLORO POR OXIDACION ORGANICA CO						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
46	Consumo de cloro por oxidacion organica CO	CO		30	%	Selección Diseñador
47	Cloro requerido por oxidación organica Clog	Clor	Clor=DC.100/((100-CO)-DC	1,29	mg Cl2/L	Calculo Diseñador / Qasim Wastewater Treatment and Reuse Cap 11
48	SSV destruidos por la oxidación de cloro	SSV	SSV=Clor/6,27 mg Cl2/SSV como C5H7NO2	0,21	mg SSV/L	
49	DBO5p oxidado por cloro asociado a Xe	DBO5p	DBO5p=0,68 DBO5/BD0ux1,42 DBOu/SSVxSSV	0,20	mg DBO5p/L	
50	Consumo de alcalinidad	ALK	Alk=SSVx8,41 mg CaCO3/SSV	1,72	mg CaCO3/L	
51	Formación NH4_N por destrucción SSV	NH4_Nf	NH4_N formado=18/113*SSV destruidos	0,03	mg NH4_N/L	
52	Demanda de Cloro inactivación + Carga OrganicaTotal CO, DCT	DCT	DCT=DC+Clor	4,29	mg Cl2/L	Cálculo Diseñador
53	Demanda de cloro	DCT/d	DCT/d=DCT*Q/1000	2,41	Kg CL2/d	
54	Demanda de cloro	DCT/MES	DCT/MES=DCT/d*30	72,32	Kg CL2/mes	
Contenedores requeridos de Cl2						
	Cilindro de 150 Lb					
55	N Cilindros requerido de 150 lb @ 19 Kg/d	N	N=dct/d/19	0,13	Cilindros/d	Cálculo Diseñador
56	N Cilindros requerido de 150 lb @ 19 Kg/d	N	N/A	1	Cilindros/d	Selección Diseñador
Contenedor Tonelada						
57	N Contenedores requerido de 1 Tno @ 180 Kg/d	N	N=DCT/MES/180	0,40	Cilindros/mes	Cálculo Diseñador
58	N Contenedores requerido de 1 Tno @ 180 Kg/d	N	N/A	1	Cilindros/mes	Selección Diseñador
59	Hipoclorito de sodio inactivación+Carga Organica CO	CHS	N/A	12,5	%	Selección Diseñador
60	Demanda Hipoclorito de Sodio @ %	DHS	DHS=DCT*100/CHS	34,29	mg NaOCl/L	Cálculo Diseñador
61	Demanda Hipoclorito de Sodio @ %	DHS/d	DHS/d=dhs*Q/1000	19,28	Kg NaOCl/d	
62	Demanda Hipoclorito de Sodio @ %	DHS/mes	DHS/mes=DHS/d*30	578,53	Kg NaOCl/mes	
63	Bomba Dosificado requerida dial (0-100%)	BD	BD/D=DHS/d/0,5	38,57	Its NaOCl/d	Cálculo Diseñador
64	Bomba Dosificado requerida dial (0-100%)	BD	BD/HR=BD/D/24	1,61	Lts NaOCl/hr	
65	Volumen de Tanque / mes	VTHS	VTHS=BD/D*30/1000	1,16	m3 NaOCl@ 12.5%	



Escuela de		Contrato de consultoría:
Suboficiales		N° 53-3-10020-24
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
		
Página 96 de 117		



DESCARGA AGUA TRATADA TANQUE DE CLORACION						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
66	DBO5se DBO soluble	DBO5se	N/A	0,39	mg DBO5se/L	Cálculo Diseñador
67	DBO5pe DBO Particulado	DBO5pe	$DBO5pe = DBO5pe - DBO5p$	4,49	mg DBO5pe/L	
68	DBO5e Tyotal		$DBO5e = DBO5se + DBO5pe$	4,88	mg DBO5e/L	
69	DQOe		$DQOe = DQOpe + DQOs + DQOsnb + DQOpnb$	107,78	mg DQOe/L	Cálculo Diseñador
70	DQOpe		$DQOpe = Xe * fSSV / SST * fcv$	12,09	mg DQOpe/L	
71	DQOs		N/A	0,54	mg DQOse/L	
72	DQOsnb			80,00	mg DQOsnb/L	
73	DQOpnb			15,15	mg DQOpnb/L	
74	NH ₄ _Ne		N/A	0,03	mg N/L	Cálculo Diseñador
75	NO ₃ _Ne			27,87	mg N/L	
76	Npe		$Npe = Xe * fSSV / SST * fn$	1,04	mg N/L	
77	Nte		$Nte = Npe + NOP3_Ne + NH4_Ne$	28,94	mg N/L	
78	Ppe		$Ppe = Xe * fSSV / SST * fp$	0,20	mg P/L	Cálculo Diseñador
79	Pse=		N/A	4,69	mg P/L	Cálculo Diseñador
80	Pe		$Pe = Ppe + Pse$	4,89	mg P/L	
81	Xe=		$Xe = Xe - SSV \text{ destruidos}$	19,79	mg SST/L	Cálculo Diseñador
82	Alcalinidad, Alk		$ALK = ALK - 8,41SSV \text{ oxidados} - 14,3 * NH4_N \text{ Oxidado}$	195,37	mg CaCO ₃ /L	Qasim Wastewater Treatment and Reuse Cap 11



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
Suboficiales Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
	Página 97 de 117	



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

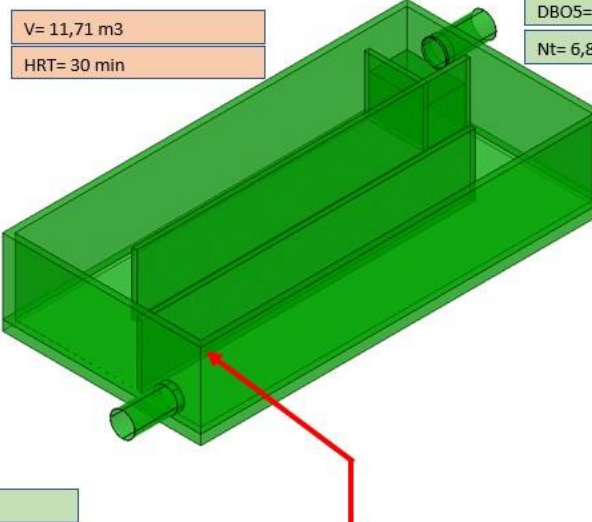
Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



		Contrato de consultoría:	
Escuela	de	N° 53-3-10020-24	

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



V= 11,71 m3
HRT= 30 min

NMP= 902,93 NMP/100 mL	Pt= 4,89 mg P/L
DQO= 107,78 mg DQO/L	Xe= 19,79 mg SST/L
DBO5= 4,87 mg DBO5/L	ALK= 93,59 mg CaCO3/L
Nt= 6,8 mg N/L	

Qi= 562,46 m3/d
NMP= 10000000 NMP/100 mL
DQO= 107,9 mg DQO/L
DBO5= 4,68524431659491 mg
Nt= 29,12 mg N/L
Pt= 4,89 mg P/L
Xe= 20 mg SST/L
ALK= 200 mg CaCO3/L

Dosificación Cloro gas	Dosificación Hipoclorito Na @ 12.5%
CL2 Inact= 3 mg Cl2/L	NaOCL T= 19,28 mg NaOCL/L
CL2 CO= 1,28 mg Cl2/L	Bomba Dosificado requerida dial (0-100%)
CL2 T= 4,28 mg Cl2/L	NaOCL T= 1,6 Lts/hr
CL2 T= 2,4 Kg Cl2/d	V NaOCL= 1,15 m3



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24
------------	--

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



11.2

Página 98 de 117

Espesador de Lodos

1. DATOS DE PARTIDA						
PARAMETRO		SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
1	Viene de la Camara RAS/WAS			1,00		
2	Qwas exceso de lodo/ Espesador	Q		4,87	m ³ /d	Espeador #1
3	Xt SST/ Exceso de lodo	Xr		10.000,00	mg/L	Espeador #2
4	Solidos suspendidos totales SST	SSTo	$SSTo=Q \cdot Xr / 1000$	48,70	kg SST/d	Calculo Diseñador
5	Solidos suspendidos volatiles SSV	SSV	$SSV=SST \cdot fSSV / SST$	27,18	kg SSV/d	
6	Solidos suspendidos volatiles no biodegradable SSVnb	SSVnb	$SSVnb=SST \cdot fSSVnb / SST$	11,00	kg SSVnb/d	
7	Solidos suspendidos inertes, SSI	SSI	$SSI=SST \cdot fSSI / SST$	10,53	kg SSI/d	
8	Fracción fSSV/SST	fSSV/SST		0,56	-	Dato Diseño Reactor
9	Fracción fSSVnb/SST	fSSVnb/SST		0,23	-	
10	Fracción fSSI/SST	fSSI/SST		0,22	-	

11	Balance @ Qwas					
12	DQO soluble biodegradable DQOsb	DQOsb		0,0048	kg DQOsb/d	Datos Diseño Reactor
13	DQOsb soluble biodegradable	DQOsb		0,98	mg DQOsb/L	
14	DQOp particulado	DQOp		38,59	kg DQOp/d	
15	DQOp particulado	DQOp		7.923,56	mg DQOp/L	
16	DQOpnb particulado no biodegradable	DQOpnb		38,59	kg DQOpnb/d	
17	DQOpnb particulado no biodegradable	DQOpnb		6.841,69	mg DQOpnb/L	
18	DQOsnb soluble no biodegradable	DQOsnb		33,32	kg DQOsnb/d	
19	DQOsnb soluble no biodegradable	DQOsnb		53,39	mg DQOsnb/L	
20	DQOt total	DQOt		14.819,62	mg DQO/L	
21	DQOt total	DQOt		72,18	kg DQO/L	

22	Nitrogeno particulado Np @ Qwas	Np		3,32	kg N/d	Datos Diseño Reactor
23	Nitrogeno particulado Np @ Qwas	Np		680,76	mg/L	
24	N soluble @ Qe & Qwas	Ns		0,12	kg N/d	
25	N soluble @ Qe & Qwas	Ns		24,76	mg NH4_N/L	
26	Nt @ Qwas	Nt		3,44	kg N/d	
27	Nt @ Qwas	Nt		705,51	mg/L	



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24
------------	--

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



	Página 99 de 117	
--	------------------	--

	Página 100 de 117	
--	-------------------	--

28	Fosforo pariculado Pp @ Qwas	Pp	0,63	Kg P/d	Datos Diseño Reactor
29	Fosforo pariculado Pp @ Qwas	Pp	128,34	mg P/L	
30	P soluble @ Qwas+Qe	Ps	0,02	Kg P/L	
31	P soluble @ Qwas	Ps	4,63	mg P/L	
32	PT @ Qwas	PT	132,97	mg P/L	
33	PT @ Qwas	PT	0,65	kg P/L	
34	DBO ₅ particulado en el exceso de lodos	DBO _{5p}	2.342,62	mg DBO ₅ /L	Datos Diseño Reactor
35	DBO ₅ soluble en el efluente	DBO _{5p}	0,39	mg DBO ₅ /L	
36	DBO ₅ @ Qwas	DBO _{5t}	2.343,01	mg DBO ₅ /L	
37	Número de Espesadores	Ne	1		Datos Diseño Reactor
38	Caudal de Lodo Primario, Q1	Q1p	0	m3/d	
39	Concentración de Lodo Primario, S1%	CLp	4	%	
40	Gravedad Specifica LP	SGLp	1,03		
41	Caudal de Lodo Secundario, Q2	QLs	4,87	m3/d	
42	Concentración de Lodo Secundario, S2%	CLs	CLs=Xr/10000	1,00	Calculo Diseñador
43	Gravedad Specifica LS	SGLs	1,01		
44	Solidos Suspendidos efluente PTAR Xe	Xe	20	mg SST/L	Dato Diseño reactor



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de		Contrato de consultoría:
Suboficiales		N° 53-3-10020-24
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
Página 101 de 117		



2. ALIMENTACION ESPESADOR DE LODO						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
45	Caudal de Diseño combinado unitario, $Q_u=Q_i$ / ESpesador=	Qu	Caudal Unitario= Q_i /Espesadores	4,87	m3/d	Calculo Diseñador
46	Kg Lodo Totales Alimentado KLU / Unitario	KLU	$KLU = Kg\ Total / Espesadores$	48,70	Kg SST/d	
47	Kg SSV/d	SSV	$SSV=SS\cdot f_{SSV}/SST$	27,18	Kg SSV/d	
48	Kg SSVnb/d	SSVnb	$SSVnb=SS\cdot f_{SSVnb}/SST$	11,00	Kg SSVnb/d	
49	Kg SSI/d	SSI	$SSI=SS\cdot f_{SSI}/SST$	10,53	Kg SSI/d	
50	Diametro Espesador, De <25 mts			2,25	m	Selección Diseñador
51	Area Espesador, Ae	Ae	$Ae=3,1416\cdot D^2/4$	3,98	m2	
52	Rata de carga de solidos espesador CS[40-50]	CS	$CS=KLU/Ae$	12,25	Kg/m2.d	RAS 0330, Art 211 20-40 Kg/m2.d
53	Rata de carga hidraulica[4-8], CH	CH	$CH=Q_u/Ae$	1,22	m3/m2.d	RAS 0330, Art 211 8 m3/m2.d
54	Lodo Primario 15,5 - 31 m3/m2/día					
55	Lodo Secundario / Torre Percoladora 4- 8 m3/m2/día					
56	Lodo Combinado 6-12 m3/m2/día					
57	Carga Hidraulica recomendada a condiciones Operación CHR / Se	CHR		8,00	m3/m2/d	Selección Diseñador
58	Condiciones septicas, olores, lodos flotante @ CH					
59	Dilucion de agua requerida, DL ☐ Aplicar dilución	DL	Dilución = $CHR-CH$	6,78	m3/m2/d	NO ESTA ACTIVADA LA DILUCION
60	Dilucion de agua requerida, DL	DL	$DL=DL\cdot A\cdot Nesp$	26,94	m3/día	
61	Carga hidraulica total aplicada CH	CHT	$CHT=CHR\cdot Ae\cdot Nesp$	31,81	m3/día	
62	SST en agua de dilución / Efluente PTAR DLsst	DLsst	$DLsst=DL\cdot Xe/1000$	0,54	Kg SST/día	
63	Total de solidos SST en la alimentación SSto	SSto	$SSto=KL+DLsst$	49,24	Kg SST/día	
64	Analisis de carga de solidos y carga hidraulica espesadores					
65	Carga de solidos Unitaria SLRu	SLRu	$SLRu=SSto/Ae\cdot Nesp$	N/A	Kg SST/m2.d	NO ESTA ACTIVADA LA DILUCION
66	Carga de solidos operando un espesador, SLResp	SLResp	$SLResp=SSto/Ae$	N/A	Kg SST/m2.d	
67	Carga hidraulica unitaria SORu	SORu	$SORu=CHT/Ae\cdot Nesp$	N/A	m3/m2/d	
68	Carga hidraulica operando un espesador, SORes	SORes	$SORes=CHT/Aesp$	N/A	m3/m2/d	



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de		Contrato de consultoría:
Suboficiales		N° 53-3-10020-24
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
		
Página 102 de 117		



3. CARACTERISTICAS DEL LODO ESPESADO THS						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
69	Captura de solidos en el espesador % CS	% CS		85,00	%	Selección Diseñador
70	Captura de solidos en el espesador WsTHS	WsTHS	Si hay Dilución Activada $WsTHS = SSTo * \% CS / 100$	41,40	kg SST/d	Si no hay dilucion Activada "WsTHS=KLU.CS/100"
71	Concentración de solidos espesados PsTHS	PsTHS		4,00	%	Selección Diseñador
72	Volumen de lodo espesado producido (extraído); QespTHS	QespTHS	$QespTHS = WsTHS, 100\% / (PsTHS.1000)$	1,03	m3/d	Calculo Diseñador
73	Concentración de solidos en lodo espesado SSTesp	SSTesp	$SSTesp = QsTHS.1000 / QespTHS$	40.000,00	mg SST/L	
74	SST	SST	$SST = SSTo * \% CS / 100$	41,40	kg SST/d	Calculo Diseñador
75	SSV	SSV	$SSV = SST * fSSV / SST$	23,10	kg SSV/d	
76	SSVnb	SSVnb	$SSVnb = SST * fSSVnb / SST$	9,35	Kg SSVnb/d	
77	SSI	SSI	$SSI = SST * fSSI / SST$	8,95	Kg SSI/d	
78	DQOsb	DQOsb	DQOsb	0,98	mg/L	DQOsb alimentación
79	DQOsb	DQOsb	$DQOsb = DQOsb * Qu / 1000$	0,00101	Kg DQO/d	Calculo Diseñador
80	DQOp	DQOp	$DQOp = SSV * 1.42$	32,80	Kg DQO/d	f _{cv} =1,42 DQO/SSV
81	DQOp	DQOp	$DQOp = DQOp * 100 / QespTHS$	31.694,25	mg DQO/d	Calculo Diseñador
82	DQOpnb	DQOpnb	$DQOpnb = SSVnb * fDQO / SSVnb$	30,02	Kg DQO/d	f(DQO/SSV)alimentación =3,21
83	DQOpnb	DQOpnb	$DQOpnb = DQOpnb * 1000 / QespTHS$	29.002,23	mg DQO/L	Calculo Diseñador
84	DQOsnb	DQOsnb	DQOsnb	53,39	mg DQOsnb/L	DQOsnb alimentación
85	DQOsnb	DQOsnb	$DQOsnb = DQOsnb * 1000 / QespTHS$	51.588,32	Kg DQO/d	Calculo Diseñador
86	DQOt	DQOt	$DQOt = DQOsb + DQOp + DQOpnb + DQOsnb$	60.750,85	mg DQO/L	
87	DQOt	DQOt	$DQOt = DQOsb + DQOp + DQOpnb + DQOsnb$	62,87	Kg DQO/d	



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de		Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24
Suboficiales		
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
Página 103 de 117		



88	Np	Np	$Np=SSV \cdot fn$	2,82	Kg N/d	fn=0,123
89	Np	Np	$Np=Np \cdot 1000/QespTHS$	2.723,03	mg N/L	Calculo Diseñador
90	Ns	Ns	Ns	24,76	mg N/L	Ns Alimentación
91	Ns	Ns	$Ns=Ns \cdot 1000/QespTHS$	0,03	kg N/d	Calculo Diseñador
92	Nt	Nt	$Nt=Np+Ns$	2.747,78	mg N/L	
93	Nt	Nt	$Nt=Np+Ns$	2,84	Kg N/d	
94	Pp	Pp	$Pp=SSV \cdot fp$	0,53	kg P/d	fp=0,023
95	Pp	Pp	$Pp=Pp \cdot 1000/QespTHS$	513,36	mg P/L	Calculo Diseñador
96	Ps	Ps	Ps	4,63	mg P/L	Ps Alimentación
97	Ps	Ps	$Ps=Ps \cdot 1000/QespTHS$	0,0048	Kg P/d	Calculo Diseñador
98	Pt	Pt	Pt=	517,99	mg P/L	
99	Pt	Pt	Pt=	0,54	kg P/d	
100	DBO ₅ particulado en el lodo espesado	DBO _{5p}	$DBO5p=(1-fdx) \cdot DQOp \cdot (1-2,7182(-Kd \cdot 5))$	12.154,80	mg DBO ₅ /L	fdx=0,15, Kd=0,12
101	DBO ₅ soluble en el lodo espesado	DBO _{5s}	DBO _{5s}	0,39	mg DBO ₅ /L	DBO _{5s} Alimentación
102	DBO ₅ @ Qwas	DBO _{5t}	DBO _t	12.155,19	mg DBO ₅ /L	



		Contrato de consultoría:	
	Escuela de	N° 53-3-10020-24	

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	PARAMETRO
103	Rata de sobrenadante espesadors, Qsdte
104	Solidos en sobrenadante, Wsdte
105	Concentración de solidos en sobrenadante Xs
106	SST
107	SSV
108	SSVnb
109	SSV

Escuela de	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
Suboficiales Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
	Página 104 de 117	



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

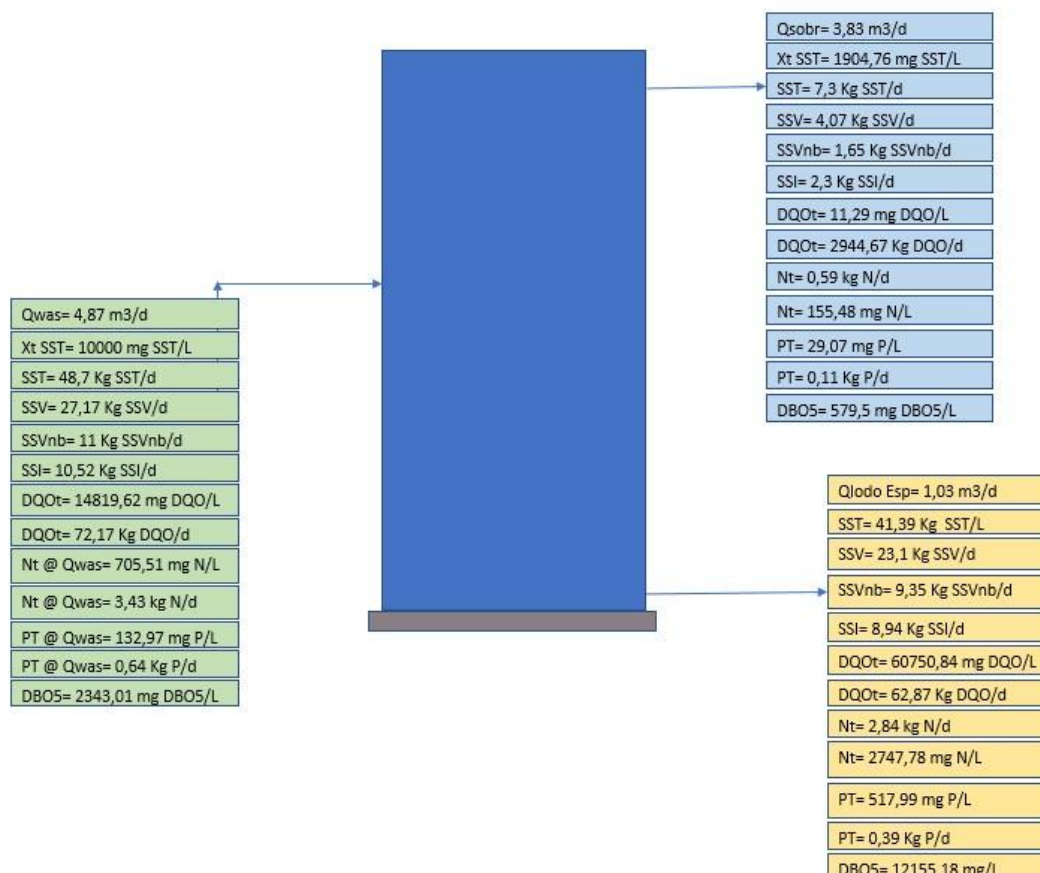
Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



		Contrato de consultoría:	
Escuela	de	N° 53-3-10020-24	

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de		Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24
------------	--	--

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3

11.3 Deshidratador de Lodos



Página 105 de 117

1. DATOS DE PARTYIDA ALIMENTACION LODO AL DESHIDRATADOR						
	PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
1	N° de Unidades	N	N/A	1,00	Unidad	
2	Caudal de lodo alimentado/ Deshidratador	Qfp	$Qfp = Qesp$	1,03	m3/dia	
3	Lodo alimentado a Deshidratador	Pxfp		41,40	kg SST/dia	Dato Espesador de Lodos
4		SSV		23,10	Kg SSV/dia	
5		SSF		8,95	Kg SSF/d	
6		SSVnb		9,35	Kg SSVnb/d	
7	Fracción fssv/sst	fssv/sst	$SSV/SST = fssv/SST$	0,56	-	Calculo Diseñador
8	Fracción fssvnb/sst	fssvnb/SST	$SSVnb/SST = fssvnb/SST$	0,23	-	
9	Fracción fssf/sst	fssf/sst	$SSF/SST = fssf/SST$	0,22	-	
10	Kg DQO particulado alimentado al digestor	DQOp	$DQOp = P_{xv} Des.fcv$	32,80	Kg DQOp/d	Calculo Diseñador
11	Kg DQO particulado alimentado al digestor	DQOp	$DQOp = DQOp * 1000 / Qfp$	31.694,25	mg DQOp/L	
12	Kg DQO particulado no biodegradable DQOpnb al digestor	DQOpnb	$DQOpnb = Kg SSVnb.fDQO/SSV$	30,02	Kg DQOpnb/d	fDQO/SSV alimentado=3,21
13	Kg DQO particulado no biodegradable DQOpnb al digestor	DQOpnb	$dqoPNB = dqoPNB * 1000 / Qfp$	29.002,23	mg DQOpnb/L	Calculo Diseñador
14	DQO soluble biodegradable DQOsb al digestor/d	DQOsb	DQOsb	0,98	mg DQOsb/L	DQOsb Alimentado al deshidratador
15	DQOsb sal digestor/d	DQOsb	$DQOsb = DQOsb * Qfp / 1000$	0,0010	Kg DQOsb/d	Calculo Diseñador
16	DQO soluble no biodegradable DQOsnb	DQOsnb	DQOsnb	53,39	mg DQOsnb/L	DQOsnb Alimentado al deshidratador
17	DQO soluble no biodegradable DQOsnb	DQOsnb	$DQOsnb = DQOsnb * Qfp / 1000$	0,06	Kg DQOsnb/d	
18	DQOt	DQOt	$DQOt = DQOsb + DQOsnb + DQOp + DQOpnb$	62,87	Kg DQOt/d	Calculo Diseñador
19	DQOt	DQOt	$DQOt = DQOsb + DQOsnb + DQOp + DQOpnb$	60.750,85	mg DQOt/d	
20						
21	Nitrogeno Total Nt	Nt	Nt	2,84	Kg N/d	Nt Alimentado al deshidratador
22	Nitrogeno Total Nt	Nt	$Nt = Nt * 1000 / Qfp$	2.747,78	mgN/L	Calculo Diseñador
23						
24	Fosforo Total Pt	Pt	Pt	0,54	KgP/d	Pt Alimentado al deshidratador
25	Fosforo Total Pt	Pt	$Pt = Pt * 1000 / Qfp$	517,99	mgP/L	Calculo Diseñador
26						
27	DBO total DBOt	DBOt	DBOt	12.155,19	mg DBO/L	DBOt alimentado al deshidratador



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de		Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24
Suboficiales		
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
		Página 106 de 117
		Página 107 de 117



3. DESCARGA PERCOLADO					
PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
56 Q descarga percolado Qp	Qp	$Qp = Q_{dh} - Q_{lodo}$	0,89	m3/d	Calculo Diseñador
57 Solidos SST percolado	SR	$SR = P_{xfp} - SRL$	4,14	Kg SST/d	
58 SSV percolados	SSV	$SSV = SSVo - SSVL$	2,31	Kg SSV/d	
59 SSVnb percolados	SSVnb	$SSVnb = SSVNB0 - SSVnbL$	0,94	Kg SSVnb/d	
60 SSF percolados	SSF	$SSF = SSFo - SSFL$	0,89	Kg SSF/d	
61 DQOsb	DQOsb	DQOsb	0,98	mg DQO/L	DQOsb Alimentado al deshidratador
62 DQOsnb	DQOsnb	DQOsnb	53,39	mg DQO/L	DQOsnb alimentado al deshidratador
63 DQOp	DQOp	$DQO = SSV * f_{cv}$	3,28	Kg DQOp/d	$f_{cv} = 1,42 \text{ DQO/SSV}$
64 DQOp	DQOp	$DQO = DQO * 1000 / Qp$	3.702,60	mg DQOp/L	Calculo Diseñador
65 DQOpnb	DQOpnb	$DQOpnb = SSVnb * f_{DQO/SSV}$	3,28	Kg DQOpnb/d	$f_{DQO/SSV} \text{ alimentados} = 3,51$
66 DQOpnb	DQOpnb	$DQOpnb = DQOpnb * 1000 / Qp$	3.704,76	mg DQOpnb/L	Calculo Diseñador
67 DQOt	DQOt	$DQOt = DQOsb + DQOsnb + DQOp + DQOpnb$	7.461,73	mg DQO/L	
68 DQOt	DQOt	$DQOt = DQOt * Qp / 1000$	6,61	Kg DQO/d	
69 Ns	Ns	Ns	28,07	mgN/L	Ns Alimentado al deshidratador
70 Np	Np	$Np = SSV * f_n$	0,28	KgN/d	$f_n = 0,122$
71 Np	Np	$NP = Np * 1000 / Qp$	318,11	mgN/L	Calculo Diseñador
72 Nt	Nt	$Nt = Ns + Np$	346,18	mgN/L	
73 Nt	Nt	$Nt = Nt * Qp / 1000$	0,31	kgN/d	
74 Ps	Ps	Ps	4,69	mgP/L	Ps Alimentado al deshidratador
75 Pp	Pp	$Pp = SSV * f_p$	0,05	KgP/d	$f_p = 0,023$
76 Pp	Pp	$Pp = Pp * 1000 / Qp$	59,97	mgP/L	Calculo Diseñador
77 Pt	Pt	$Pt = Ps + Pp$	64,67	mgP/L	
78 Pt	Pt	$Pt = Pt * Qp / 1000$	0,06	KgP/d	
79 DBO ₅ particulado en el efluente		$DBO5p = (1 - f_{dx}) * DQOp * (1 - 2,7182^{-(f_{en} * 5)})$	1.419,95	mgDBO5/L	$f_{dx} = 0,15$; $K_d = 0,12$
80 DBO ₅ soluble en el efluente		DBO _{5s}	0,39	mgDBO5/L	DBOs Alimentado al Deshidratador
81 DBO ₅ Total en el efluente		$DBO5t = DBO5p + DBO5s$	1.420,34	mg DBO5/L	Calculo Diseñador



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



Escuela de		Contrato de consultoría:
Suboficiales		N° 53-3-10020-24
Informe sistema de red de (ESJIM) agua Residual -V3		
		
Página 108 de 117		



4. ALIMENTACION DE POLIMERO					
PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
82 Horas Operación Deshidratador	TH	-	6,00	hr	Selección Diseñador
83 Bomba Alimentación Deshidratador de Lodos	BFP	$BFP = Q_{fp} / TH$	0,17	m3/hr	Calculo Diseñador
84 Alimentación de Lodo carga Masica	CM	$CM = P_{xfp} / TH$	6,90	kg SST/hr	
85 Concentración de Polimero alimentado al lodo	Cpol	N/A	5,00	Kg Pol. / 1000 Kg SS	Selección Diseñador
86 Kg de Polimero utilizados	Mcpol	$Mcpol = CM * Cpol / 1000 * TH$	0,21	Kg/día	Calculo Diseñador
87 Concentración de Lodo Planta Polimero	CL	N/A	0,10	%	Selección Diseñador
88 Concentración de Lodo Planta Polimero	CL	N/A	0,50	%	
89 Horas Operación Bomba Planta Polimero	PPOL Hr	N/A	6,00	hrs	
90 Kg de Polimero utilizados	Mcpol/hr	$Mcpol/hr = Mcpol / TH$	0,03	Kg/hr	Calculo Diseñador
91 Polimero Requerido @ CL 0.1%	$Pol@0.1\%$	$Pol@0.1\% = Mcpol/hr * 100 / 0.1\%$	34,50	lts/hr	
92 Polimero Requerido @ CL 0.5%	$Pol@0.5\%$	$Pol@0.5\% = Mcpol/hr * 100 / 0.5\%$	6,90	lts/hr	
93 Requerimiento Bomba Disficatora / Deshidratador @ 0.1%	Bba/Deshi	$Bba/Deshi = Pol@0.1\% / N^{\circ} Desh$	34,50	lts/hr	
94 Requerimiento Bomba Disficatora / Deshidratador @ 0.5%	Bba/Deshi	N/A	69,00	lts/hr	
95 Requerimiento Bomba Disficatora / Deshidratador @ 0.1%	Bba/Deshi	$Bba/Deshi = Pol@0.1\% / N^{\circ} Desh$	6,90	lts/hr	
96 Requerimiento Bomba Disficatora / Deshidratador @ 0.5%	Bba/Deshi	N/A	13,80	lts/hr	
97 Volumen Preparación Planta Polimero @ 0.1%	Vol Ppol @ 0,1%	$Vole Ppol @ 0.1\% = Bba * PPOL Hr$	413,99	lts	
98 Volumen Preparación Planta Polimero @ 0.5%	Vol Ppol @ 0,5%	$Vole Ppol @ 0.5\% = Bba * PPOL Hr$	82,80	lts	



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



		Contrato de consultoría:	
Escuela	de	N° 53-3-10020-24	

Suboficiales

Informe sistema de red de
(ESJIM) agua Residual -V3



Deshidratador / Filtro Prensa

Alimentación Lodo
Qfp= 1,03 m3/d
Pxftp= 41,39 KgSST/d
SSV= 23,1 KgSSV/d
SSF= 8,94 KgSSF/d
SSVnb= 9,35 KgSSVnb/d
DQOt= 62,87 KgDQO/d
DQOt= 60750,84 mgDQO/L
Nt= 2,84 KgN/d
Nt= 2747,78 mgN/L
Pt= 0,53 KgP/d
Pt= 517,99 mgP/L
DBOt= 12155,18 mgDBO/L
Polimero= 0,2 Kg/d



Percolato
Qp= 0,88 m3/d
SR= 4,13 KgSST/d
SSV= 2,31 KgSSV/d
SSVnb= 0,93
SSF= 0,89 KgSSF/d
DQOt= 7461,72
DQOt= 6,61 KgDQO/d
Nt= 346,18 mgN/L
Nt= 0,3 KgN/d
Pt= 64,66 mgP/L
Pt= 0,05 KgP/d
DBOt= 142034

Lodo Producido
% Captura S= 90 %
Con. SS Pasta= 25 %
Qlodo= 0,14 m3/d
SR= 37,25 KgSST/d
SSV= 20,79 KgSSV/d
SSVnb= 8,41
SSF= 8,05 KgSSF/d
DQOt= 396347,9
DQOt= 59,06
Nt= 17046,99 mgN/L
Nt= 2,54 KgN/d
Pt= 0,47 KgP/d
Pt= 64,66 mgP/L
DBOt= 75967,87



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)





11.4 Perfil Hidráulico Pretratamiento

Con base en el diseño conceptual y los criterios hidráulicos definidos previamente, se ha desarrollado el perfil hidráulico de cada una de las estructuras que conforman el sistema de tratamiento. Este perfil permite visualizar de manera clara la relación de cotas entre unidades, así como las pérdidas de carga y niveles de operación del sistema en condiciones normales de funcionamiento.

A continuación, se presenta una descripción general del perfil hidráulico, el cual ha sido elaborado considerando tanto las características geométricas de cada componente como las condiciones de caudal de diseño. Los detalles específicos pueden observarse en los planos PTAR–Perfil Hidráulico.dwg, donde se representa gráficamente la secuencia del flujo a lo largo del sistema.





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 1 de 117

Pixades

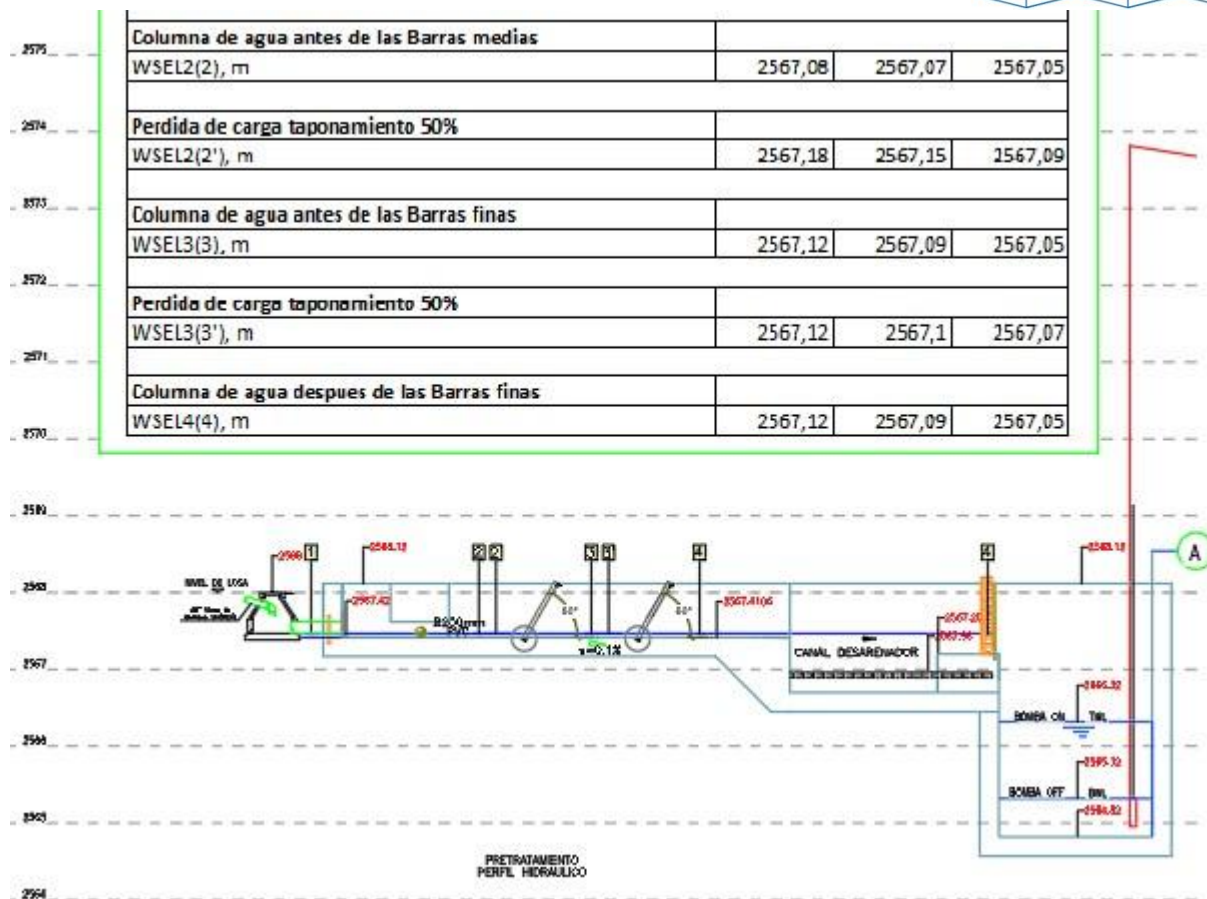


Ilustración 43. Perfil Hidráulico Pretratamiento

11.5 Perfil Hidráulico Tanque de Balance



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 2 de 117

Pixades

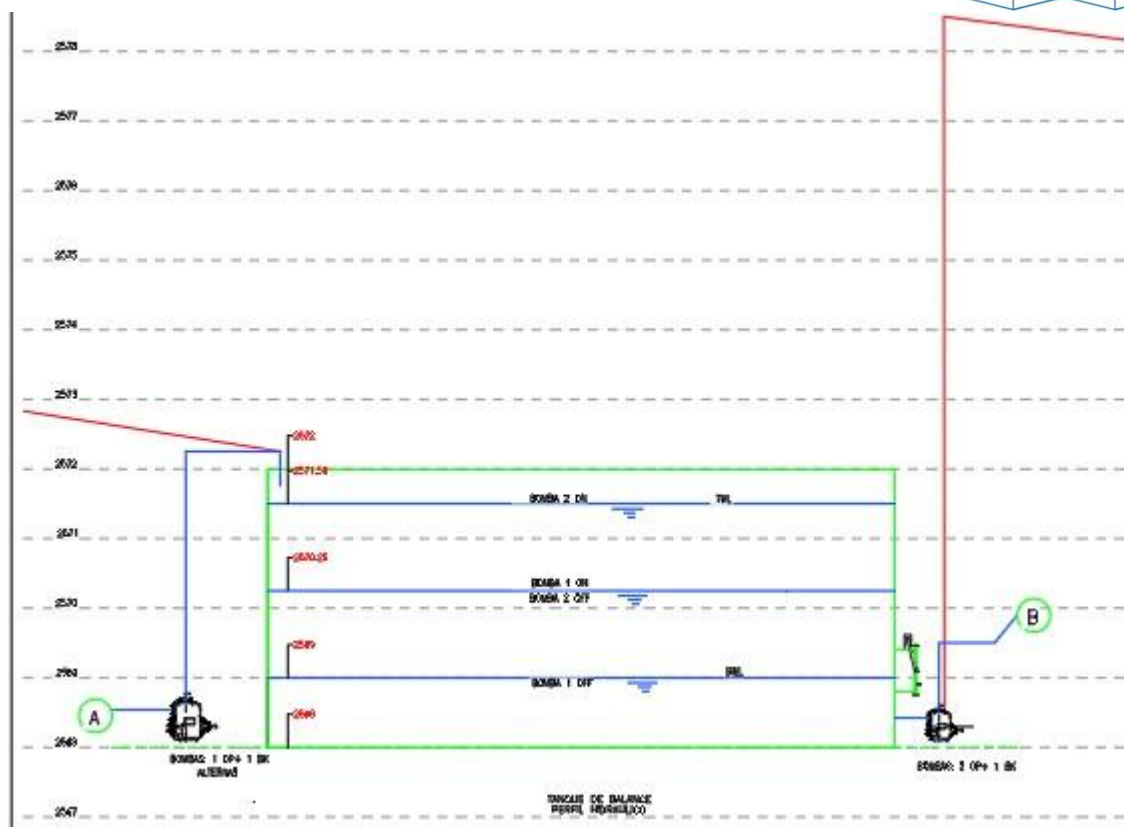
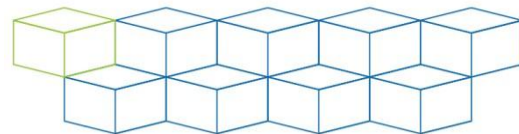


Ilustración 44. Perfil Hidráulico Tanque de balance.

11.6 Perfil Hidráulico Reactor Biológico/ Sedimentación Secundario



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 3 de 117

Pixades

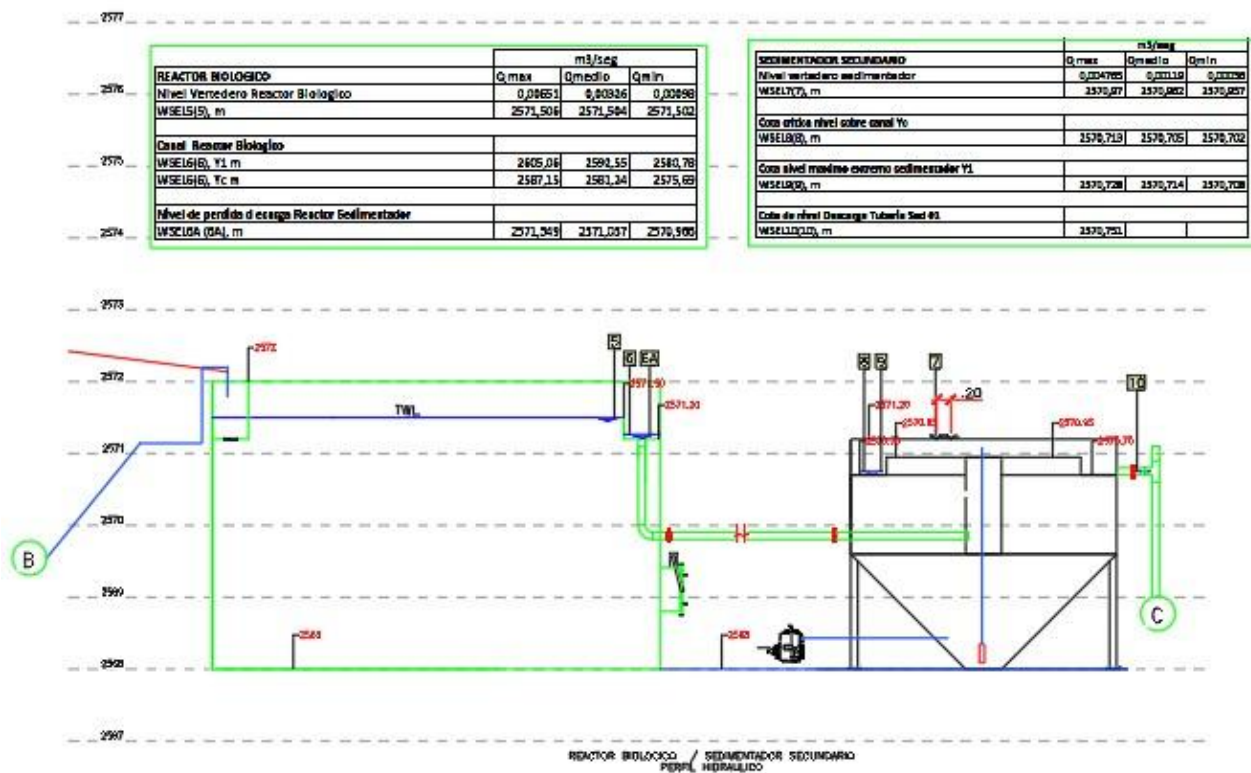
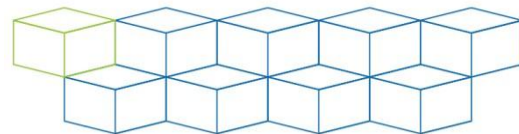


Ilustración 45. Perfil Hidráulico Reactor Biológico/ Sedimentador secundario

11.7 Perfil Hidráulico Interconexión Sedimentador/Cámara Cloración



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)





Escuela de
Suboficiales
(ESJIM)

Contrato de consultoría:

N° 53-3-10020-24

Informe sistema de red de
agua Residual -V3

Página 4 de 117

Pixades

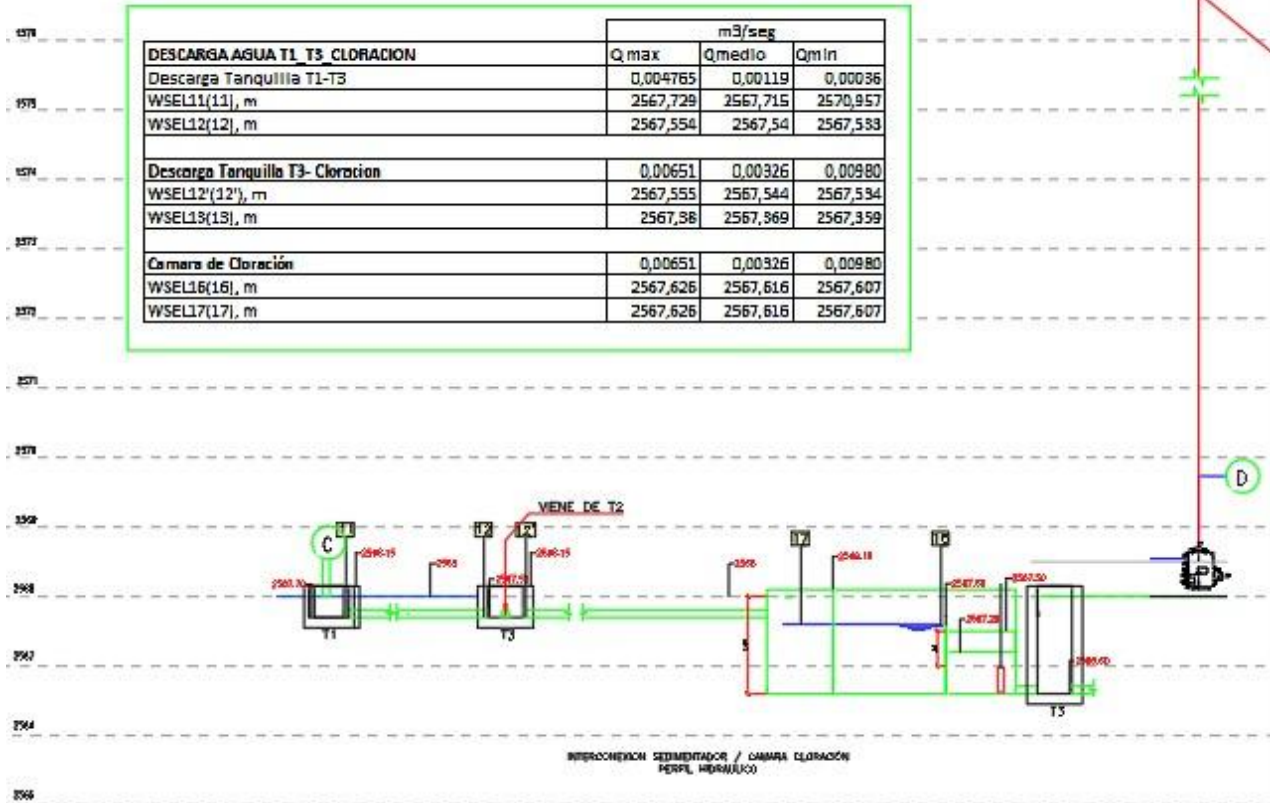
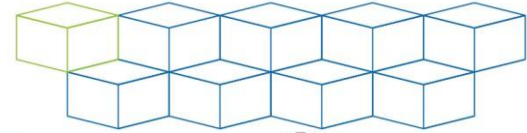


Ilustración 46. Perfil hidráulico Interconexión sedimentador/ Cámara Cloración

11.8 Sistema Lodos Activados / Desinfección

En la actual resolución de vertimientos resolución DJUR No. 50207100819 de 12 mayo 2020. presentados por la Escuela de Suboficiales y Nivel Ejecutivo Gonzalo Jiménez de Quesada para la descarga de las ARD tratadas en el Sistema río Muña – Embalse del Muña, ya se cuenta con un permiso de ocupación de cauce en el punto de descarga mediante un canal natural de una longitud de 120 metros y una estructura de



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)

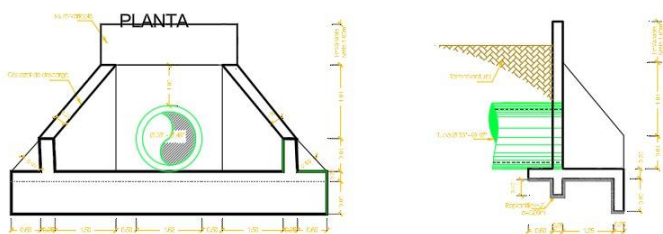


	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	<i>Contrato de consultoría:</i> <i>N° 53-3-10020-24</i>	
		<i>Informe sistema de red de agua Residual -V3</i> <i>Página 5 de 117</i>	

descarga, por lo que esta consultoría presenta los detalles constructivos del cabezal de descarga con la siguiente información:



Tabla 24. Información cabezal de descarga al embalse Muña

Canal de Descarga	Canal natural de 120 metros de longitud desde la descarga hasta la estructura en el embalse Muña.
Ubicación de Cabezal de descarga	Coordenada plana: E: 980.770, N: 989.840
Caudal de descarga (L/s)	6,51 L/s
Cabezal de descarga	

Nota: Se anexa a este informe la documentación complementaria correspondiente, que incluye planos de diseño, presupuesto detallado y especificaciones técnicas de los sistemas proyectados.

12. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

El sistema de tratamiento se implantó en la zona establecida para su construcción, los detalles se pueden observar en el anexo del informe arquitectónico.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 6 de 117	



Ilustración 47. Implantación del sistema de tratamiento de agua residual.

INDICE DE PLANOS

El archivo Plano_Planta_Perfil_Redes_Existentes_v3.dwg contiene la información detallada de la red existente, distribuida en diez planos. Estos han sido exportados y anexados en formato PDF con la nomenclatura PLANO_D1 a PLANO_D10, para facilitar su visualización y consulta dentro de la documentación entregada.



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	<i>Contrato de consultoría:</i> <i>N° 53-3-10020-24</i>	
		<i>Informe sistema de red de agua Residual -V3</i> <i>Página 7 de 117</i>	

El archivo Plano_Planta_Perfil_Redes_Diseño_v3.dwg contiene la información detallada de la red diseñada, distribuida en nueve planos. Estos han sido exportados y anexados en formato PDF con la nomenclatura DIS_PLANO 01 a DIS_PLANO 9, para facilitar su visualización y consulta dentro de la documentación entregada.



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	Contrato de consultoría: N° 53-3-10020-24	
		Informe sistema de red de agua Residual -V3 Página 8 de 117	



12.1 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

Anexo a este informe se presentan los siguientes estudios complementarios:

COMPONENTE AGUA RESIDUAL

1. Arquitectónico
2. Informe Eléctrico
3. Informe Estructural de las siguientes estructuras:
 - Caseta
 - Cerramiento
 - Tanque Homogeneizador
 - Tanque reactor biológico
 - Sedimentador
 - Cámara de desinfección
 - Pretratamiento
4. Informe Geotécnico
 - Informe diseño vía de acceso
 - Informe Geotécnico
5. Fichas Técnicas
 - PRESUPUESTO
 - PLANOS
 - CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRAS
 -



Residente de Consultoría

Director

Mayeisy Solanney Lendo Quejada

de consultoría



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



	Escuela de Suboficiales (ESJIM)	<i>Contrato de consultoría:</i> <i>N° 53-3-10020-24</i>	
		<i>Informe sistema de red de agua Residual -V3</i> <i>Página 9 de 117</i>	

Diseñó
Víctor Hugo Gutiérrez Gil
MP: 25238-204058

Revisó
Mayeisy leudo Q.
MP: 05202-211749



www.pixades.com

info@pixades.com

Móvil: 311 328 94 53

Ubicación: Dg 55 # 47- 31 Of 519 – Bello (Ant)



