



PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS (PSMV) CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PRADERA VALLE DEL CAUCA

Contrato de consultoría No. 071-2022

Alejandro Cifuentes Sarria ingeniería Civil y Sanitaria



ABRIL DE 2024

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. PRESENTACIÓN	11
2. RESUMEN EJECUTIVO	13
3. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS	17
3.1. ÁMBITO NACIONAL	17
3.2. ÁMBITO REGIONAL	18
3.3. ÁMBITO LOCAL	18
4. ANTECEDENTES	19
5. DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO	20
5.1. GENERALIDADES	20
5.1.1. Localización general del municipio	20
5.1.2. División Político – Administrativa	21
5.1.3. Área de Expansión	23
5.2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS	24
5.2.1. Relieve	24
5.2.2. Clima	24
5.2.3. Hidrografía	24
5.2.4. Geomorfología	25
5.2.5. Zonas de riesgo	27
5.2.6. Cobertura y Uso del Suelo	28
5.3. CARACTERÍSTICAS SOCIO – ECONÓMICAS	30
5.3.1. Economía	30
5.3.2. Población	31
5.3.3. Proyecciones de población	31
5.3.4. Viviendas construidas en el municipio	35
5.3.5. Estratificación	35
5.3.6. Infraestructura vial	35
5.3.7. Sector salud	36
5.3.8. Sector educación	37
5.4. SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS	39
5.4.1. Acueducto	39
5.4.2. Alcantarillado	39
5.4.3. Energía Eléctrica.	39
5.4.4. Gas Natural	40
5.4.5. Servicio de Aseo	40
5.4.6. Internet	40

6.	DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	42
6.1.	ASPECTOS INSTITUCIONALES OPERADOR DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	42
6.2.1.	Aspectos comerciales del Servicio de Acueducto	45
6.2.2.	Descripción del sistema de acueducto	46
6.3.	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	55
6.3.1.	Inventario de los prestadores	55
6.3.2.	Número de usuarios y cobertura de servicio	55
6.3.3.	Estructura Tarifaria	56
6.3.4.	Descripción de la infraestructura existente y diagnóstico del sistema de recolección y transporte de aguas residuales	57
6.3.5.	Descripción de la Infraestructura existente y diagnóstico del sistema de recolección, transporte y manejo de aguas lluvias.	62
6.4.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	66
7.	VERTIMIENTOS	68
7.1.	TIPOS DE VERTIMIENTOS	68
7.2.	VERTIMIENTOS PUNTUALES	68
7.2.1.	Vertimientos Puntuales Colectivos – VPC	68
7.2.2.	Vertimientos Puntuales Directos – VPD y/o Usuarios No Conectados UNC	69
8.	CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	71
9.	FUENTES DE AGUA RECEPTORAS	72
9.1.	DESCRIPCIÓN FUENTE RECEPTORA	72
9.2.	CARACTERIZACIÓN FUENTE RECEPTORA	72
9.3.	CALIDAD DE LA FUENTE RECEPTORA	74
9.3.1.	Índice de Calidad de Agua ICA-NSF	74
9.3.2.	Índice de Contaminación por Materia Orgánica – ICOMO	75
9.3.3.	Análisis de impactos por cargas vertidas en los objetivos de calidad del recurso hídrico	76
10.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	79
10.1.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	79
10.2.	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES	81
11.	PROSPECTIVA	85
11.1.	ANÁLISIS ESTRATÉGICO	85
11.2.	DEFINICIÓN DE EJES ESTRATÉGICOS	85
11.3.	FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	85
11.3.1.	Objetivo General	85
11.3.2.	Objetivos Específicos	85
11.4.	DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS	86
11.4.1.	Programa 1. Mejoramiento del sistema de alcantarillado	86
11.4.2.	Programa 2. Reducción de cargas contaminantes	87

11.4.3. Programa 3. Fortalecimiento institucional	88
12. CRONOGRAMA PARA EL PSMV DEL MUNICIPIO DE PRADERA	93
13. PLAN DE ACCIÓN Y FUENTES DE FINANCIACIÓN	97
14. SISTEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN	101
14.1. CALCULO DE CARGAS CONTAMINANTES	101
14.1.1. CARGA PER CÁPITA	102
14.2. PROYECCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES	105
14.3. INDICADORES DE SEGUIMIENTO	107
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
16. BIBLIOGRAFÍA	111
17. ANEXOS	113

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. REQUERIMIENTOS CVC OFICIO 0721-871512021 DEL 28 DE JULIO DE 2022	114
Anexo 2. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN CASCO URBANO MUNICIPIO DE PRADERA	115
Anexo 3. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN CORREGIMIENTO LA GRANJA	116
Anexo 4. OFICIO AC6469 DE ACUAVALLE S.A. E.S.P.	117
Anexo 5. RESOLUCIÓN No. 394 100-54-02 DEL 14 DE AGOSTO DE 2019	118
Anexo 6. PLANES OPERATIVOS PTAR MUNICIPIO DE PRADERA	119
Anexo 7. SENTENCIA 76-001-33-31-004-2010-00036-00	120
Anexo 8. DOCUMENTACIÓN PARA REUBICACIÓN (SUMINISTRADA POR EL MUNICIPIO DE PRADERA)	121
Anexo 9. INFORME DE MONITOREO J-016 IT TM PRADERA V2	122
Anexo 10. PROYECCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES	123
Anexo 11. SOCIALIZACIÓN 21 DE JULIO DE 2022	124
Anexo 12. CONCERTACIONES CON EL MUNICIPIO DE PRADERA: 27 DE SEPTIEMBRE DE 2022 Y 06 DE OCTUBRE DE 2022	125
Anexo 13. CONCERTCIÓN ACUAVALLE S.A. E.S.P., EL 10 DE OCTUBRE DE 2022	126
Anexo 14. CONCERTACIÓN OPERADOR DE LA PTAR TX-SEINCO SAS E.S.P. EL 27 DE OCTUBRE DE 2022	127
Anexo 15. CONCERTACIÓN ACTORES INVOLUCRADOS EL 10 DE NOVIEMBRE DE 2022 ...	128
Anexo 16. ACTA DE CONCERTACIÓN CON LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA - CVC	129
Anexo 17. CARTA DE COMPROMISO MUNICIPIO DE PRADERA	130
Anexo 18. CARTA DE COMPROMISO OPERADOR PTAR MUNICIPIO DE PRADERA TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.	131
Anexo 19. PLAN DE ACCIÓN CONCERTADO	132
Anexo 20. OFICIO No. 160-53-03	133
Anexo 21. DESCRIPCIÓN DE MEDIOS DE VERIFICACIÓN	134
Anexo 22. PRESENTACIÓN OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y OPTIMIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA RESIDUAL – EBAR DEL CORREGIMIENTO DE LA GRANJA, MUNICIPIO DE PRADERA – VALLE DEL CAUCA	135
Anexo 23. CARTA DE COMPRIMISO ACUAVALLE S.A. E.S.P.	136

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización general del municipio de Pradera _____	20
Figura 2. Imagen satelital cabecera municipal de Pradera. _____	21
Figura 3. División urbanística de la cabecera municipal. _____	22
Figura 4. División urbanística del corregimiento La Granja. _____	23
Figura 5. Mapa Hidrografía Municipio de Pradera _____	25
Figura 6. Comparación de resultados obtenidos en métodos de proyección de población _____	32
Figura 7. Comparación de resultados obtenidos en métodos de proyección de población (Corregimiento La Granja) _____	34
Figura 8. Porcentaje usuarios acueducto y alcantarillado municipio de Pradera _____	35
Figura 9. Sistema vial municipio de Pradera _____	36
Figura 10. Distribución Población Municipio de Pradera _____	37
Figura 11. Cobertura neta en educación total _____	38
Figura 12. Penetración de banda ancha en el municipio _____	41
Figura 13 Organigrama de ACUAVALLE S.A. E.S.P. S.A. E.S.P _____	43
Figura 14. Mapa de Agrupación Geográfica de Usuarios de ACUAVALLE S.A. E.S.P. _____	44
Figura 15. Distribución porcentual de suscriptores del servicio de acueducto en zona urbana por tipo de usuario (izquierda) y por estrato en usuarios residenciales (derecha) _____	46
Figura 16. Río Bolo fuente de abastecimiento _____	46
Figura 17. Bocatoma del sistema de abastecimiento de Pradera _____	47
Figura 18 Desarenador del Sistema de abastecimiento de Pradera, Valle del Cauca _____	48
Figura 19. Planta de potabilización de Pradera, Valle del Cauca _____	49
Figura 20. Canal de Aforo y Vertedero Rectangular de mezcla rápida. _____	49
Figura 21. Módulos de floculación mecánica de eje vertical _____	50
Figura 22. Sedimentadores de alta tasa _____	50
Figura 23. Filtros rápidos (lecho de grava, arena y antracita) _____	51
Figura 24. Porcentaje Suscriptores de Alcantarillado Municipio de Pradera _____	56
Figura 25. Área prestación del servicio _____	56
Figura 26. Distribución de la red de alcantarillado según diámetro y material. _____	58
Figura 27. Ubicación de las estructuras de separación _____	59
Figura 28. Estructuras de separación inspeccionadas _____	60

Figura 29. Descarga al zanjón Tamboral	61
Figura 30. Estrategia de drenaje pluvial a través de cunetas y rejillas de captación	63
Figura 31. Captación pluvial mediante sumideros en la urbanización Serrezuela	63
Figura 32. Canal interceptor barrio Berlín	64
Figura 33. Áreas de drenaje pluvial	65
Figura 34. Estado actual de las unidades de tratamiento en la PTAR de Pradera	66
Figura 35. Uso de agua residual afluyente a la PTAR para el riego agrícola	67
Figura 36. Ubicación de los VPC 1-2	69
Figura 37. Asentamiento de desarrollo incompleto que realiza VPD al río Bolo	70
Figura 38. Punto de monitoreo de vertimiento en Pradera	71
Figura 39. Río Bolo, municipio de Pradera – Valle del Cauca	72
Figura 40. Ubicación de los puntos monitoreados sobre el río Bolo.	73
Figura 41. Fuentes receptoras de vertimientos en Pradera y descarga al río Cauca-Tramo II	77
Figura 42. Detalle de la descarga al río Cauca en el tramo II	77
Figura 43. Socialización avances de PSMV con el Municipio y ACUAVALLE S.A. E.S.P. S.A. E.S.P	79
Figura 44. Representación gráfica del sistema de variables evaluadas para el Municipio de Pradera	84
Figura 45. Porcentaje de financiación de los actores del PSMV de Pradera	99
Figura 46. Distribución de inversión por año	100

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Matriz de planificación del PSMV del municipio de Pradera. _____	13
Tabla 2. Resumen Ejecutivo PSMV Cabecera urbana del municipio de Pradera. _____	14
Tabla 3. Entidades Nacionales involucradas en la formulacion y ejecución del plan _____	17
Tabla 4. Entidades Regionales involucradas en la formulacion y ejecución del plan _____	18
Tabla 5. Entidades locales involucradas en la formulacion y ejecución del plan _____	18
Tabla 6. División político-administrativa del municipio de Pradera _____	21
Tabla 7. Predios Incorporados _____	23
Tabla 8. Censo Poblacional de la cabecera municipal de Pradera (1938 a 2018) – DANE _____	31
Tabla 9. Comparación de métodos _____	32
Tabla 10. <i>Proyecciones de población Casco Urbano Municipio de Pradera</i> _____	33
Tabla 11. <i>Proyecciones de población Corregimiento La Granja</i> _____	33
Tabla 12. <i>Proyecciones de población Corregimiento La Granja</i> _____	34
Tabla 13. <i>Municipio de Pradera, distancia a los municipios vecinos y capital del departamento</i> _____	36
Tabla 14. Cantidad de Instituciones de Salud en el Municipio de Pradera _____	37
Tabla 15. Suscriptores Servicio de Energía Eléctrica en el municipio de Pradera (Trimestre 1 de 2022) _____	39
Tabla 16. Suscriptores servicio de gas natural en zona urbana año 2021 _____	40
Tabla 17. Información general de la empresa prestadora _____	40
Tabla 18. Aspectos institucionales del prestador de acueducto _____	42
Tabla 19. Tarifas aplicables al servicio de acueducto del municipio de Pradera _____	45
Tabla 20. Suscriptores del servicio de acueducto municipio de Pradera _____	45
Tabla 21. <i>Tipo y Estado de la Bocatoma</i> _____	47
Tabla 22. Tipo y estado de las aducciones _____	47
Tabla 23. Tipo y estado del desarenador _____	48
Tabla 24. Tipo y estado de las conducciones Desarenador – Planta de potabilización _____	48
Tabla 25. Características Planta de tratamiento Pradera -Valle _____	49
Tabla 26. Tipo y estado de la conducción Planta – Tanques de almacenamiento _____	51
Tabla 27. Datos básicos de los Tanques de Almacenamiento _____	52
Tabla 28. Datos básicos de la conducción de agua tratada _____	52

Tabla 29. Datos básicos de la red de distribución del acueducto _____	53
Tabla 30. Pruebas realizadas en el Laboratorio de la planta de Pradera _____	54
Tabla 31. Principales problemas del sistema de Acueducto en Pradera _____	54
Tabla 32. Identificación e Inventario de prestadores de servicios _____	55
Tabla 33. Cobertura del alcantarillado en cabecera _____	55
Tabla 34. Suscriptores del alcantarillado en cabecera _____	56
Tabla 35. Costos de referencia tarifa regional servicio de alcantarillado _____	57
Tabla 36. Inventario de redes de alcantarillado _____	57
Tabla 37. Colectores principales del alcantarillado _____	58
Tabla 38. Inventario de estructuras de separación _____	59
Tabla 39. Descripción de descargas pluviales _____	65
Tabla 40. Ubicación del terreno de la PTAR _____	67
Tabla 41. Inventario de Vertimientos Puntuales Directos – VPC _____	69
Tabla 42. Inventario de Vertimientos Puntuales Directos _____	70
Tabla 43. Descripción puntos de monitoreo de agua residual _____	71
Tabla 44. Descripción puntos de monitoreo de agua residual _____	73
Tabla 45. Resultados de laboratorio reportados para la fuente receptora _____	73
Tabla 46. Pesos relativos subíndices ICA NSF _____	75
Tabla 47. Clasificación ICA NSF _____	75
Tabla 48. Resultado índice ICA NSF _____	75
Tabla 49. Clasificación ICOMO _____	76
Tabla 50. Resultado índice ICOMO _____	76
Tabla 51. <i>Objetivos de calidad del río Cauca-Tramo IIB</i> _____	78
Tabla 52. Variables esenciales definidas para el desarrollo de la “computadora de papel” _____	80
Tabla 53. Criterios de valoración de efectos entre variables _____	81
Tabla 54. Matriz de evaluación de variables esenciales del PSMV del Municipio de Pradera _____	81
Tabla 55. Clasificación de variables del PSMV del Municipio de Pradera _____	82
Tabla 56. Relación de programas, objetivos, proyectos, actividades y metas del PSMV municipio de Pradera. _____	90
Tabla 57. Cronograma PSMV _____	93
Tabla 58. Plan de acción y fuentes de financiación del PSMV para el municipio de Pradera _____	98
Tabla 59. Resumen de inversiones PSMV municipio de Pradera (12 años de PSMV) _____	99

Tabla 60. Carga contaminante en términos de concentración _____	101
Tabla 61. Cargas contaminantes diaria _____	102
Tabla 62. Cargas per cápita _____	103
Tabla 63. Proyección de cargas generadas, recolectadas, transportadas, tratadas y vertidas _____	105
Tabla 64. Proyección de volúmenes de aguas residual, generadas, colectadas y vertidas _____	106
Tabla 65. Indicadores de seguimiento PSMV municipio de Pradera _____	107

1. PRESENTACIÓN

Constitucionalmente se establece la responsabilidad recaída sobre el Estado en la protección de la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, la planificación del manejo y aprovechamiento con el fin de garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución. Igualmente le concede el deber de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, la imposición de sanciones legales y exigir la reparación de daños causados.

En el año 2002, surge el documento CONPES 3177 “*Acciones Prioritarias Lineamientos para la Formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales*” el cual se enfoca en la construcción de metodologías que permitieran el mejoramiento de la calidad de los cuerpos hídricos teniendo en cuenta las restricciones presupuestales de la nación, los entes territoriales y los usuarios. En este contexto, se formuló el Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales, el cual priorizó los municipios del país, de acuerdo con el impacto ambiental generado por los vertimientos sobre las fuentes hídricas receptoras, y generó estrategias de corto, mediano y largo plazo para resolver esta problemática (MAVDT, 2004). De otro lado, el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) identificó y priorizó las cuencas hidrográficas críticas que, por el efecto acumulativo de vertimientos sin tratamiento previo, agotan la capacidad de asimilación del recurso y comprometen su calidad para los diferentes usos, en detrimento de la salud pública, la producción agrícola, el desarrollo industrial e incluso la generación eléctrica y en general, el normal desarrollo económico y social en las correspondientes áreas de influencia de cada cuenca afectada.

También es deber del Estado asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos a todos los habitantes del territorio nacional, ya sea directa o indirectamente, siendo esta segunda figura donde aparecen las personas prestadoras del servicio público de alcantarillado y sus actividades complementarias – PPSALAC, a quienes según el Decreto Nacional 2667 de 2012, se les delega la competencia para la presentación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV, los cuales fueron reglamentados a través de la Resolución 1433 de 2004 (Resolución 1433 de 2004, 2004).

El vertimiento de las aguas residuales sobre los cuerpos de agua es causal del elevado nivel de contaminación de las fuentes hídricas, situación que afecta la disponibilidad y la calidad del recurso, esta situación genera un riesgo potencial sobre la salud de la población y deteriora la calidad de vida, el entorno y los ecosistemas. El Gobierno Nacional en cabeza del entonces Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial, creó una Política Nacional que reglamenta la formulación e implementación de estrategias para el control de la contaminación hídrica, vinculando objetivos sociales, económicos, ambientales y de impacto sobre la salud ambiental. Esta Política ha favorecido el fortalecimiento de la capacidad regional para avanzar en el control de la contaminación, de manera que se mejore la calidad de los cuerpos de agua receptores con el propósito de garantizar el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico, mitigar riesgos sobre la salud pública, y favorecer los procesos ecológicos. Con base en lo anterior se obliga a las entidades prestadoras del servicio de alcantarillado la presentación a la autoridad ambiental del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos –PSMV, conforme a la reglamentación expedida por el MVCT, el cual deberá contener las actividades e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los

vertimientos.

A la luz de la resolución 0631 de 2015 en el artículo 8 y las características propias del municipio de Pradera, en el horizonte del PSMV, los límites permisibles calculados corresponden a vertimientos puntuales de ARD de los prestadores de servicios públicos de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales con una carga menor a 625 Kg/día de DBO₅.

Considerando las condiciones aquí presentadas, se hace necesaria la actualización del PSMV de la cabecera municipal de Pradera, para lo cual se integrarán las variables identificadas con la experiencia adquirida por la empresa ACUAVALLE S.A. E.S.P. S.A. E.S.P., la cual ha incorporado la prestación del servicio como un mecanismo de planeación, puntualizando sus metas individuales y fundamentándolo en los objetivos de calidad del Río Cauca, establecidos por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC.

A continuación, se presenta el desarrollo del documento correspondiente a la formulación del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV para la cabecera urbana del municipio de Pradera, ubicado en la zona sur oriental del Valle del Cauca.

2. RESUMEN EJECUTIVO

El PSMV de la cabecera municipal de Pradera, fue formulado inicialmente en el año 2021 por Eointegral Ltda en el marco del contrato de consultoría No. 2000.13.12.002-2019, esta formulación se realizó siguiendo los lineamientos de la Guía metodológica para la formulación de PSMV, publicada por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), en el cual se empleó la información del Plan de Desarrollo Municipal 2016 - 2019, PBOT, RAS, estudios del sistema de alcantarillado y fuentes receptoras entre otros.

A través del contrato de consultoría 071-2022 celebrado en julio de 2022 entre ACUAVALLE S.A. E.S.P. S.A E.S.P. y Alejandro de la Rosa Cifuentes *“Formulación y/o actualización de los planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), incluyendo los estudios y/o diseños necesarios para la optimización de los sistemas de alcantarillado operados por ACUAVALLE S.A. E.S.P. S.A E.S.P.”*, se encuentra la actualización y/o ajuste al PSMV de la cabecera municipal del municipio de Pradera para darle alcance a los requerimientos de información adicional solicitados por la autoridad ambiental.

El presente documento muestra el diagnóstico de la situación ajustada al año 2022, la identificación de variables y la formulación del plan con las actividades e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos en un horizonte de 12 años. En la Tabla 2 se presenta el resumen ejecutivo del PSMV de la cabecera municipal de Pradera.

Tabla 1. Matriz de planificación del PSMV del municipio de Pradera.

RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Finalidad: Contribuir al cumplimiento de los objetivos de calidad del río Cauca a través de la reducción de la carga contaminante vertida por el casco urbano al Río Cauca.	Parámetros de calidad del Río Cauca en el Tramo IIB	Caracterización de la fuente	Se realiza la adecuación de la estación de bombeo (EBAR) y se construye la PTAR del casco urbano.
Objetivo: Mitigar los impactos ambientales sobre las fuentes hídricas asociados a la disposición de aguas residuales domésticas en el marco de la gestión sostenible de los vertimientos cumpliendo con la normatividad ambiental vigente y los objetivos de calidad de la fuente receptora.	N° de vertimientos eliminados.	Informe de seguimiento semestral presentado a CVC por ACUAVALLE S.A. E.S.P.	Que el personal a cargo (Alcaldía y/o ACUAVALLE S.A. E.S.P.) de realizar la implementación del sistema de seguimiento y monitoreo al PSMV realice las gestiones de los recursos ante las ventanillas, y que se ejecuten las obras de alcantarillado y de tratamiento priorizadas en el plan de acción.
	Cumplimiento de la normatividad de vertimientos (Resolución 0631 de 2015).	Informe anual de caracterización de los vertimientos.	
Objetivos Específicos			
Mejoramiento del sistema de alcantarillado mediante pre-inversión en estudios y diseños, construcción, reposición y rehabilitación de estructuras y redes existentes, a fin de garantizar la cobertura y eficaz	Km de mantenimiento / km programados % de cobertura # de vertimientos eliminados	Informe de seguimiento semestral presentado a CVC por ACUAVALLE S.A. E.S.P.	Se realiza la formulación del PMA y se cumple con el cronograma establecido de mantenimiento y de ejecución de obras anuales priorizadas.

RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
prestación del servicio en todos los sectores de la cabecera municipal.	ML de reposición de red de alcantarillado/programado	Actas de entrega parcial y/o final	
Garantizar la reducción de cargas contaminantes provenientes del vertimiento de aguas residuales domésticas en el horizonte del plan de saneamiento y manejo de vertimientos, mediante la implementación de un sistema de tratamiento en la cabecera municipal.	Cumplimiento de la normatividad de vertimientos (Resolución 0631 de 2015).	Informe anual de caracterización de los vertimientos	Se gestionan la totalidad de recursos requeridos para la construcción de la PTAR
	Días de operación de la PTAR/365 días	Informes de operación de la PTAR y STARD	Se pone en marcha la PTAR con la aplicación del programa de operación y mantenimiento, ejecutado por personal calificado.
Brindar al responsable de la prestación del servicio público de alcantarillado y sus actividades complementarias, un instrumento de planeación y seguimiento, orientado al cumplimiento de la normatividad vigente en materia de vertimientos líquidos sobre las fuentes hídricas, con sostenibilidad financiera de la operación.	% de ejecución del PSMV	Informe semestral presentado a CVC por parte de ACUAVALLE S.A. E.S.P., con los soportes correspondientes.	Se cuenta con personal asignado para realizar el seguimiento a la ejecución del PSMV por parte del municipio y de ACUAVALLE S.A. E.S.P.

Tabla 2. Resumen Ejecutivo PSMV Cabecera urbana del municipio de Pradera.

PROGRAMA	PROYECTO	ACTIVIDADES	TOTAL
1. Mejoramiento del sistema de alcantarillado	1.1. Elaboración/actualización del estudio de Plan Maestro de alcantarillado – PMA	Gestión de Recursos para Construcción de Obras del Plan Maestro de Alcantarillado	\$ 37.500.000
		Mantenimiento de redes de alcantarillado sanitario	\$ 126.000.000
	1.2. Reposición, operación y mantenimiento de redes y estructuras de alcantarillado	Mantenimiento de estructuras de drenaje pluvial (rejillas, sumideros, canales y cunetas)	\$ 300.000.000
		Reposición de redes de alcantarillado sanitario	\$ 2.745.000.000
		Mantenimiento EBAR Corregimiento las Granjas (Incluye línea de impulsión)	\$ 378.000.000

PROGRAMA	PROYECTO	ACTIVIDADES	TOTAL
	1.3. Eliminación de vertimientos y optimización del sistema de alcantarillado	Gestión para optimización del sistema de alcantarillado sanitario y optimización de la estación de bombeo de agua residual – EBAR del Corregimiento de La Granja, municipio de Pradera – Valle del Cauca.	\$ 25.000.000
		Mesas de concertación trimestrales Municipio/ACUAVALLE S.A. E.S.P., para definición de operador de alcantarillado y EBAR Corregimiento de La Granja	\$ 12.000.000
		Obra de optimización del sistema de alcantarillado sanitario y optimización de la estación de bombeo de agua residual – EBAR del Corregimiento de La Granja, municipio de Pradera – Valle del Cauca.	\$ 3.711.996.917
		Gestión para Estudios Técnicos y/o jurídicos para determinar reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)- Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita	\$ 37.500.000
		Estudios Técnicos y/o jurídicos para determinar reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita	\$ 230.000.000
		Implementación obras resultantes de Estudios Técnicos y/o jurídicos para reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita	\$ 5.200.000.000
		Reposición redes de alcantarillado Colector Bolito, colector calle 3 y calle 7 y colector Comuneros en el municipio de Pradera, Valle del Cauca	\$ 15.199.128.629
2. Reducción de cargas contaminantes	2.1. Trámites y preinversión para el sistema de tratamiento de aguas residuales	Suscripción de Convenio de Facturación para operación y mantenimiento de PTAR casco urbano, entre ACUAVALLE S.A. E.S.P. S.A. E.S.P. y TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.	\$ 10.000.000
		Caracterización de vertimientos	\$ 110.000.000
		Estudio tarifario para la operación de la PTAR.	\$ 50.000.000

PROGRAMA	PROYECTO	ACTIVIDADES	TOTAL
		Permiso de vertimientos	\$ 30.000.000
		Actualización de Estudios, Diseños y Presupuesto para Optimización (Rehabilitación) y puesta en marcha PTAR	\$ 100.000.000
	2.2. Optimización y puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas residuales	Optimización (Rehabilitación) y puesta en marcha PTAR según Estudios realizados (Incluye Aislamiento forestal alrededor del lote de la PTAR)	\$ 6.083.525.760
	2.3. Operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de agua residual	Operación y mantenimiento de PTAR	\$ 17.712.000.000
3. Fortalecimiento institucional	3.1. Seguimiento y control	Seguimiento a ejecución de PSMV	\$ 432.000.000
		Seguimiento y control a usuarios con actividades comerciales, oficiales y especiales (Decreto 3930 de 2010)	\$ 19.200.000
	3.2. Educación y sensibilización ambiental	Campañas de sensibilización ambiental a comunidad	\$ 228.000.000
TOTAL			\$ 52.776.851.306

El costo total de las actividades planificadas asciende a un valor de CINCUENTA Y DOS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y SEIS MILLONES OCHOCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL TRESCIENTOS SEIS PESOS (\$ 52.776.851.306). Las inversiones de presupuesto serán responsabilidad de la alcaldía municipal en conjunto con la empresa prestadora del servicio de alcantarillado – ACUAVALLE S.A. E.S.P. S.A. E.S.P., y el operador de la PTAR, TX-SEINCO S.A.S. E.S.P., quienes deberán recurrir a diferentes fuentes de financiación o entes financiadores de orden regional y nacional para gestionar los recursos requeridos para ejecutar las actividades consignadas en este Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV.

3. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV por su naturaleza tiene inclusión en el sector agua potable y saneamiento básico, además hace parte de la cadena de valor de los servicios públicos domiciliarios puntualmente de alcantarillado, por lo cual se hace indispensable realizar una identificación de los actores encargados de la prestación de este servicio público referente en el municipio. Siendo así, se presentan a continuación las entidades identificadas y que están involucradas en la formulación, ejecución y seguimiento del presente PSMV (Ecointegral LTDA., 2019):

3.1. ÁMBITO NACIONAL

Tabla 3. Entidades Nacionales involucradas en la formulación y ejecución del plan

ACTOR	DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIÓN Y RESPONSABILIDAD EN LA FORMULACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PSMV
Presidencia de la República de Colombia	El presidente de la república será el encargado de señalar las políticas de administración y control de la eficiencia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios, para lo cual ha designado a la superintendencia de servicios públicos domiciliarios la vigilancia y control de las empresas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios.
Congreso de la República de Colombia	Ejerce control político y administrativo sobre el gobierno, mediante el monitoreo continuo y constante del poder ejecutivo y todos sus funcionarios. Es el encargado de expedir las Leyes estatutarias que se utilizan para el desarrollo de los textos constitucionales, los cuales reconocen y garantizan los derechos fundamentales.
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS	Es la entidad pública encargada de definir la política Nacional Ambiental y promover la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, a fin de asegurar el desarrollo sostenible y garantizar el derecho de todos los ciudadanos a gozar y heredar un ambiente sano.
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT	Es la entidad pública del orden nacional que de acuerdo con las condiciones de acceso y financiación de vivienda, y de prestación de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, es responsable de formular, adoptar, dirigir, coordinar y ejecutar la política pública, planes y proyectos en materia de vivienda urbana, agua potable y saneamiento básico, desarrollo territorial y urbano planificado del país y de la consolidación del sistema de ciudades, con patrones de uso eficiente y sostenible del suelo.
Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA	La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA tiene como propósito fundamental la regulación del sector con el fin de evitar la monopolización de los servicios, promoción de la competencia, impulsar la sostenibilidad del sector, evitando abusos de posición dominante, garantizando la prestación de servicios de calidad, con tarifas razonables y amplia cobertura.
Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD	La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD es la entidad sobre la cual el presidente de la república delega las acciones de protección y promoción de los derechos y los deberes de los usuarios y prestadores de los servicios públicos.
Financiera de Desarrollo Territorial S.A. – FINDETER	Su relación como actor involucrado es la de otorgar recursos para la construcción, ampliación y reposición de infraestructura correspondiente al sector de agua potable y saneamiento básico.

Fuente: Ecointegral Ltda, 2019

3.2. ÁMBITO REGIONAL

Tabla 4. Entidades Regionales involucradas en la formulación y ejecución del plan

ACTOR	DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIÓN Y RESPONSABILIDAD EN LA FORMULACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PSMV
Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC.	La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC de acuerdo con su misión es la entidad encargada de administrar los recursos naturales renovables y el medio ambiente del Valle del Cauca, que como máxima autoridad ambiental y en alianza con actores sociales propende por un ambiente sano, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población y la competitividad de la región en el marco del desarrollo sostenible. Es la encargada de la aprobación del PSMV
Gobernación del Departamento del Valle del Cauca	La gobernación es la encargada de dirigir y coordinar la acción administrativa del departamento y actuar en su nombre como gestor y promotor del desarrollo integral su territorio, de conformidad con la Constitución y las leyes.
Vallecaucana de Aguas S.A. E.S.P. (Gestor PDA)	Desarrollar las acciones necesarias para alcanzar el cumplimiento de los objetivos de la política del sector de agua potable y saneamiento básico, la observancia de los principios y el cumplimiento de los objetivos y las metas del PAP-PDA, así como atender los temas a nivel departamental relacionados con el sector de agua potable y saneamiento básico como representante del Gobernador. El municipio de Pradera como parte del Plan Departamental de Aguas pretende financiar algunas de las inversiones necesarias para el PSMV a través del Gestor del PDA, con recursos de la nación.

Fuente: EcoinTEGRAL Ltda, 2019

3.3. ÁMBITO LOCAL

Tabla 5. Entidades locales involucradas en la formulación y ejecución del plan

ACTOR	DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIÓN Y RESPONSABILIDAD EN LA FORMULACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PSMV
Alcaldía Municipal	El municipio de Pradera como entidad territorial es sobre quien recae la responsabilidad de garantizar a la comunidad el acceso al agua potable y al saneamiento básico. Para el cumplimiento de lo anterior, ejerce la prestación indirecta del servicio público domiciliario inherente al presente proyecto, a través de la Empresa ACUAVALLE S.A. E.S.P. S.A. E.S.P.
Secretaría de Planeación e Infraestructura	Tiene como funciones el planear, ejecutar, evaluar y controlar los programas de diseño, ejecución e interventoría en la construcción, mantenimiento y conservación de obras civiles, edificios públicos, parques y zonas verdes, mantenimiento y conservación de la malla vial del Municipio. Formular, dirigir, controlar y evaluar los proyectos que hayan sido aprobados dentro del Plan de Desarrollo del Municipio, el Plan de Ordenamiento Territorial, el Plan Ambiental y los Planes Sectoriales.
ACUAVALLE S.A. E.S.P. S.A. E.S.P.	Empresa descentralizada de carácter departamental, creada para garantizar la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado en varios municipios del Valle del Cauca inclusive la zona urbana del municipio de Pradera. Es la encargada de presentar el PSMV ante la autoridad ambiental y de su ejecución.

Fuente: EcoinTEGRAL Ltda, 2019

4. ANTECEDENTES

El PSMV del casco urbano del municipio de Pradera fue formulado inicialmente en el año 2019 por EcoinTEGRAL Ltda en el marco del contrato de consultoría No. 2000.13.12.002-2019 que fue contratado por Vallecana de Aguas. Este documento se radicó ante la Corporación en el año 2021 mediante radicado 767972021, para su respectiva evaluación. Teniendo en cuenta que se realizaron observaciones por parte de la Corporación y en aras de subsanar y dar alcance a los requerimientos realizados para lograr la aprobación del PSMV de la cabecera municipal de Pradera, ACUAVALLE S.A. E.S.P., celebró con Alejandro de la Rosa Cifuentes Sarria, el contrato de consultoría No 071-22 que tiene como objeto *“FORMULACIÓN Y/O ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANES DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS (PSMV), INCLUYENDO LOS ESTUDIOS Y/O DISEÑOS NECESARIOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO OPERADOS POR ACUAVALLE S.A. E.S.P.*

Dentro de este contrato se pretende dar alcance a los requerimientos realizados por la Corporación mediante radicado 0721-871512021 del 28 de julio de 2022 (ver **Anexo 1**), por lo anterior se realizó una actualización y verificación del diagnóstico actual del municipio de Pradera, donde se actualizó la información como: proyección de población, proyección de cargas contaminantes y se realizaron ajustes al plan de acción de acuerdo a la realidad actual del municipio

5. DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO

5.1. GENERALIDADES

5.1.1. Localización general del municipio

El municipio de Pradera se encuentra localizado en el departamento del Valle del Cauca en la vertiente oriental de la cordillera central, a 3° 25' 20" Latitud Norte, 76° 14' 42" Longitud Oeste meridiano de Greenwich, a 1070 metros sobre el nivel del mar, su temperatura promedio es de 23 C, con una extensión total de 407 km² de los cuales 255 km² corresponden al área rural y 152 km² al área urbana (Secretaria Departamental de Salud, 2020).

La Figura 1 presenta la ubicación del municipio de Pradera en el contexto nacional, departamental y municipal.

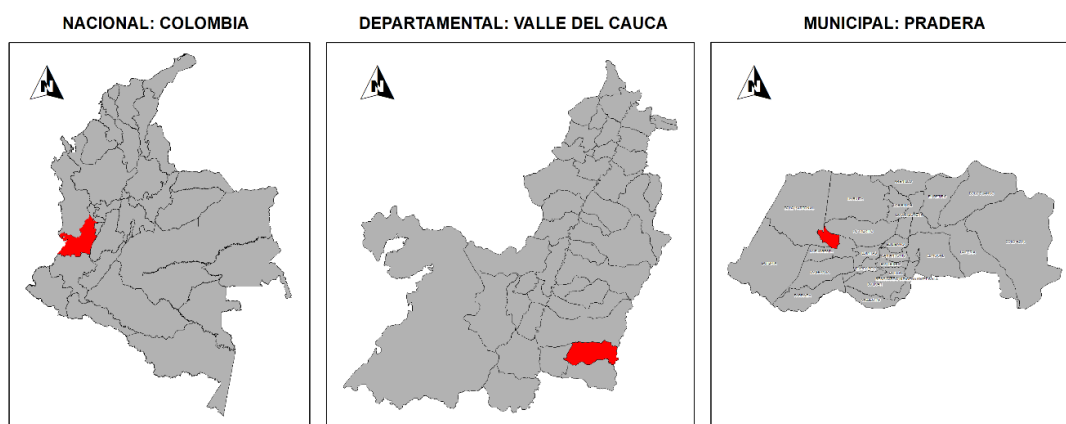


Figura 1. Localización general del municipio de Pradera
Fuente: Cifuentes (2022)

La Figura 2, muestra la imagen satelital del municipio de Pradera.



Figura 2. Imagen satelital cabecera municipal de Pradera.
Fuente: Gobernación del Valle del Cauca – Geoportal Valle Avanza (2022)

El municipio de Pradera con una extensión total de 407 km², define sus límites territoriales de la siguiente forma (Secretaría Departamental de Salud, 2018):

- **Norte:** Municipio de Palmira
- **Occidente:** Departamento del Tolima
- **Sur:** Municipio de Florida
- **Oriente:** Municipios de Candelaria

5.1.2. División Político – Administrativa

La zona urbana del municipio de Pradera, se encuentra conformada por 38 barrios y urbanizaciones. La Tabla 6 presenta la división político-administrativa de la zona urbana del municipio.

Tabla 6. División político-administrativa del municipio de Pradera

NÚCLEO URBANO	BARRIOS
Cabecera Municipal	Antonio Ricaurte, Bello Horizonte, Berlín, Comuneros, Villamarina, La Bodega, La Colina, Las Vegas, La Misericordia, La Lorena, La Esperanza, Manuel José Ramírez, San Roque, Marsella, San José, Primero de Mayo, Providencia, Puertas del Sol, Las Palmas, Puerto Nuevo, El Cairo, Oriente, Panchinita, Jorge Eliecer Gaitán, Altos de la Colina, Portal de Castilla, Las Margaritas, Bosques de la Pradera, Serrezuela, La María I, La María II, El

NÚCLEO URBANO	BARRIOS
	Prado, Altos de la Pradera, La Michela, Bosques de la Colina, La Esmeralda, Alto del Castillo, Centro

Fuente: Alcaldía Municipal de Pradera, (2016)

El suelo urbano se conforma por los terrenos localizados dentro del perímetro urbano que es igual al perímetro sanitario de servicios de acueducto y alcantarillado y esta contenido en 251,94 hectáreas (ver Figura 3), sin embargo, según información suministrada por el municipio y por VALLECAUCANA DE AGUAS S.A. E.S.P. (Ver **Anexo 22**) se pretenden conectar las aguas residuales generadas por el corregimiento La Granja al alcantarillado de la cabecera municipal de Pradera para ser conducidas y tratadas en la PTAR del municipio, hasta el momento, el proyecto no se ha ejecutado ni contratado. El municipio de Pradera solicitó a ACUAVALLE S.A. E.S.P. la Operación del alcantarillado y EBAR del corregimiento Las Granjas mediante oficio No. 160-53-03 (Ver **Anexo 20**)

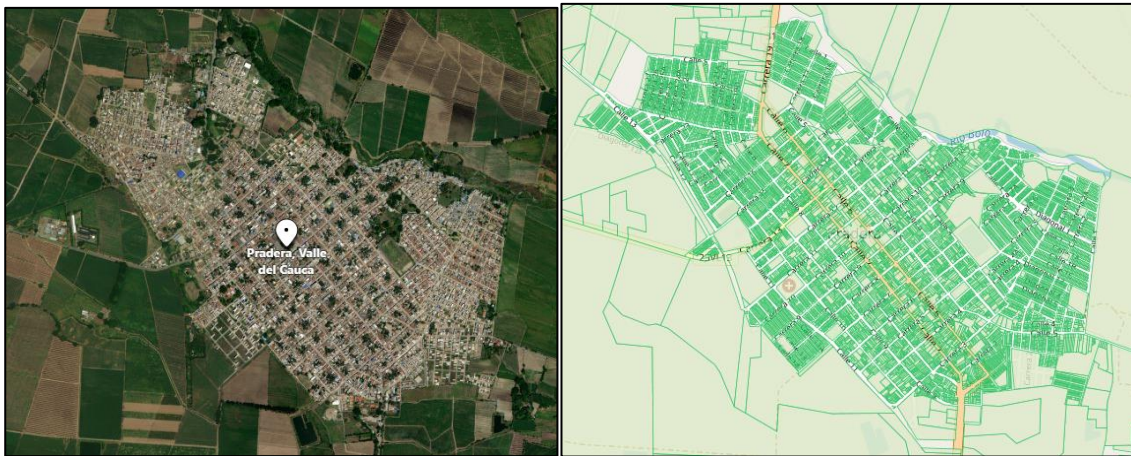


Figura 3. División urbanística de la cabecera municipal.
Fuente: Cifuentes (2022)

El corregimiento de La Granja, se encuentra ubicado al sur occidente de la cabecera municipal, limitando al norte con el corregimiento de La Floresta, al occidente con La Tupia, al sur con Párraga y al oriente con Lomitas y El Recreo (Alcaldía Municipal de Pradera, 2002). La Figura 4 presenta la conformación urbana de la Granja.

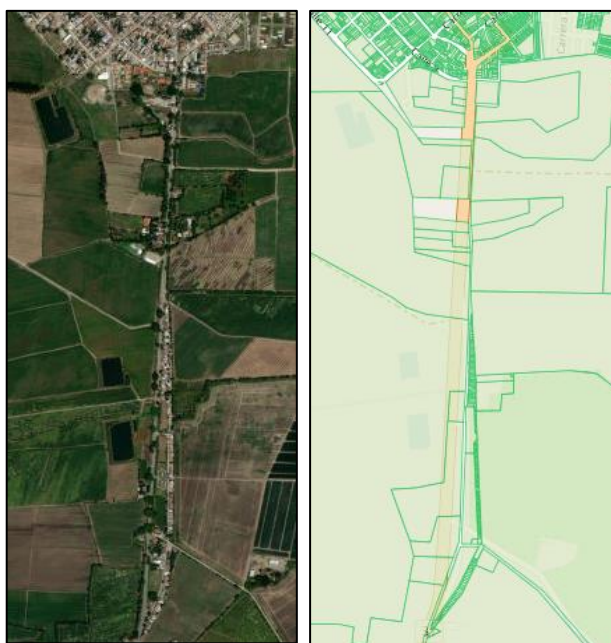


Figura 4. División urbanística del corregimiento La Granja.

Fuente: Cifuentes (2022)

5.1.3. Área de Expansión

De acuerdo a lo establecido mediante el Acuerdo 005 de 2018, se incorporan 12 predios rurales para la expansión Urbana, acogiéndonos a normatividad vigente. En la Tabla 7, se evidencia el área de los predios, establecida en el Acuerdo 005.

Tabla 7. Predios Incorporados

Áreas Acuerdo 005
19,79 ha
1,141623 ha
94,004 m2
1 ha 2159 m2
1 ha 0954 m2
80000,79 m2
79750,37 m2
5 ha 5551 m2
3 ha 8492,20 m2
12,159 m2
16,0670 m2
4 ha 6987 m2
Área Total: 53,33

Fuente: Municipio de Pradera, 2018

5.2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

5.2.1. Relieve

El municipio de Pradera exhibe alturas que van desde los 1.000 m.s.n.m. hasta algo más de 4.000 m. Pradera se caracteriza por su zona montañosa con pendientes muy marcadas, casi la tercera parte del municipio corresponde a terrenos planos con alturas inferiores a los 1200 m.s.n.m. algo más de la mitad del territorio está por debajo de los 2.000 m.s.n.m. La otra mitad del municipio se distribuye más o menos equitativamente entre los 2.000 y los 3.000 m para lo que sería una cuarta parte del territorio y finalmente una extensión igual para los terrenos más altos es decir entre los 3.000 y los 4.000 m.

Existen algunos sitios sobre la divisoria de la cordillera que sobrepasan los 4.000 m pero esto solo ocurre en puntos excepcionales hacia el páramo de las Tinajas y en el sector más alto del corregimiento de Bolo Blanco. (Alcaldía de Pradera, 2002)

5.2.2. Clima

Por su relieve se distribuye en los pisos térmicos cálido, medio, frío y páramo, su temperatura promedio es 27 °C y la zonificación climática propuesta para el municipio de Pradera se encuentra desagregada en cuatro (4) pisos térmicos que se describen a continuación (Dirección Local de Salud Pradera, 2020):

- Piso térmico cálido con un promedio de 10% del territorio, aproximadamente 41 Km².
- Piso térmico medio con un promedio de 43.7% del territorio, aproximadamente 178 Km².
- Piso térmico frío con un promedio de 24.7% del territorio, aproximadamente 98 Km².
- Piso térmico páramo con un promedio de 22.1% del territorio, aproximadamente 90 Km².

5.2.3. Hidrografía

La hidrografía del municipio está representada principalmente por los ríos Blanco, Bolo Azul, Bolo y Párraga, además de 13 quebradas de menor orden entre las que sobresale La Vilela, que surcan el municipio y abastecen de agua distintas actividades productivas en la localidad (Riascos et al., 2014). Complementan la red hídrica municipal cuerpos lenticos como las lagunas Cristales y Santa Teresa y los lagos La Sirenita, Bolo Blanco y Marmolejo. Además, zanjones como Chumbún y Chimbique y acequias como Tamboral, Chaverra y Zainera.

El río Bolo que surge de la confluencia de los ríos Bolo Blanco y Bolo Azul, abastece de agua el acueducto municipal (con proyecciones para atender al municipio de Candelaria), así como las necesidades de una vasta región agrícola dedicada principalmente al cultivo de caña de azúcar (Riascos et al., 2014).



Figura 5. Mapa Hidrografía Municipio de Pradera

5.2.4. Geomorfología

En el municipio de Pradera se encuentran las siguientes unidades geomorfológicas:

Unidades del Paisaje

En la cuenca del río Bolo como ocurre también en las cuencas vecinas del Fraile y Párraga se pueden reconocer seis (6) unidades geomorfológicas principales:

- Formas Glaciares Heredadas.
- Vertientes Montañosas Altas.
- Depresión Tectónica Intermedia.
- Colinas de Piedemonte.
- Abanicos Aluviales de Piedemonte y
- Valle Aluvial.

Formas Glaciares Heredadas

Corresponde a la zona más alta del Municipio desde los 2.800 m.s.n.m. hasta el eje de la Cordillera a unos 4.000 m. Esta porción incluye la planicie del Páramo (o Subpáramo) y la primera parte de los cañones de los ríos. Casi toda la zona presenta un basamento rocoso constituido por rocas del Batolito de Santa Bárbara, excepto en las cabeceras de los ríos Bolo Azul y Bolo Blanco donde afloran esquistos verdes del Complejo Cajamarca. En esta zona son fáciles de distinguir diversas formas de paisajes glaciales tanto estructurales como de erosión (denudativas) y de acumulación (agradacionales).

Las geoformas denudativas constituyen la mayor parte de esta unidad y muestran extensas superficies de ablación en roca, cubiertas por andosoles, el horizonte A con alto contenido de materia orgánica y espesores importantes que forman a veces turberas en zonas de menor pendiente.

Otras geoformas típicas son los Circos Glaciales y las Lagunas donde nacen muchos de los ríos y quebradas.

Las geoformas de denudación son aquellas formadas por depósitos de caída de rocas (talus) y de pequeños pero numerosos depósitos de pie de vertiente, en su mayoría coluviones.

Por la excelente conservación de las geoformas glaciales, se puede asumir que los procesos morfodinámicos actuales, al menos desde el Holoceno, han actuado de manera muy pasiva.

Es posible que el paisaje se haya formado en periodos glaciales pertenecientes al Estadial Murillo temprano (28.000 años) o quizás más antiguos.

Según el informe de INGEOMINAS 1998, los procesos morfodinámicos actuales que se pudieron observar dentro de esta unidad son mínimos y se restringen únicamente a las vertientes o laderas, donde es posible ver erosión laminar y algunos movimientos en masa de carácter superficial (desgarres o deslizamientos superficiales), con lo cual se puede afirmar que al menos desde el Holoceno, las zonas generadoras de avenidas torrenciales en las cuencas de Bolo Azul y Bolo Blanco, tributan sus escombros por debajo de la cota 2.600.

Vertientes Montañosas Altas

Se localizan en la parte media de la cuenca del Bolo entre las Formas Glaciales y la Depresión Tectónica Intermedia. La característica más destacada de la unidad la constituyen las altas pendientes que hacia la mitad de la vertiente alcanzan el 30% y en la parte inferior, hasta llegar a los cauces son casi verticales. En general son cañones en “V” de más de 1000 m de altura entre valle y cima con vertientes largas, rectas y continuas que alcanzan hasta 4 km. de longitud.

Depresión Tectónica Intermedia

El sistema de Fallas de Romeral define una franja de dirección norte-sur de aproximadamente 3 km. de ancho que atraviesa toda la zona de estudio, e incluye las fallas identificadas como Guengüe, Bellavista, el Retiro y Romeral.

Esta franja forma una depresión que resalta en el paisaje del área no solo por deflectar drenajes sino también por formar una topografía de relieve moderado rodeada por zonas más escarpadas. Debido a su posición topográfica como una depresión intramontana, existen numerosos depósitos cuaternarios aluviales, aluvio-torrenciales y de vertiente como los de la quebrada la Maltina (El Retiro).

Colinas de Piedemonte

Esta unidad se encuentra localizada justo al occidente de la unidad anterior y constituye el último escalón de la cordillera para alcanzar el Valle del río Cauca. Esta desarrollada sobre saprolitos de rocas basálticas de la formación Amaime que alcanza espesores del orden de 3 a 5 m, en menor proporción, el sector occidental incluye también sedimentos terciarios y del cuaternario antiguo en avanzado estado de meteorización.

Constituye un paisaje de pendientes moderadas con topes muy redondeados, alturas entre cresta y valle inferiores a 200 m y vertientes convexas-cóncavas que llegan a valles amplios formados por delgados depósitos de lavado de laderas. Los suelos de esta unidad son de color ocrerojizo y en general presentan un alto grado de desarrollo. Presentan un horizonte A con espesores de 30 cm. y uno B con espesores de hasta 50 cm. El horizonte C también de color rojizo, en general muy cohesivo, casi impermeable y de carácter arcillo-limoso.

Abanicos del Piedemonte y Valle Aluvial

Los abanicos del piedemonte son una de las geoformas más características del área, forman extensas superficies de transición entre la zona montañosa cordillerana y la llanura de inundación del río Cauca y sus afluentes. Se forman a partir del punto de quiebre del piedemonte y en general ocupan áreas proporcionales a los tamaños de las cuencas actuales con pendientes entre 2% y 7%.

Los abanicos están compuestos por numerosos depósitos superpuestos, tanto aluviales como aluvial - torrenciales producto de los procesos erosivos ocurridos en las cuencas del territorio municipal durante el Cuaternario. Los decimétricos a métricos en las áreas cercanas al ápice, hasta sucesiones de gravas finas, arenas y limos en las zonas distales. Verticalmente forman una sucesión compleja al alternarse los canales activos con las zonas de depósito de material fino, correspondientes a ambientes de menor energía de eventos con edades diferentes.

5.2.5. Zonas de riesgo

Las zonas de riesgo del municipio de Pradera se clasifican por amenazas (Secretaría de Salud, 2020):

Amenaza por Remoción en Masa

Cuando se habla de probabilidad de ocurrencia de un proceso de remoción en masa, se debe tener en cuenta que su dimensión temporal a escala regional, es función de la precipitación o lluvias extremas y la sismicidad. Ingeominas op. cit. realizó el estudio de los eventos disparados por sismos, a escala regional y local para la cuenca del Bolo, generando un mapa de sismicidad detonante, el cual está dado en función de las aceleraciones máximas y probables y aunque no se tiene evidencia de procesos de remoción en masa detonados por sismos en la cuenca, se incluyó este factor en la clasificación de amenaza, porque se sabe que hay fuentes cercanas de sismicidad activa que pueden ocasionar daños en la zona (Ingeominas op. cit.).

Las lluvias extremas para la clasificación de amenaza están dadas en función de las lluvias críticas concentradas para períodos de retorno de dos años. Ante la dificultad de establecer un modelo espacial y porque solo se pudieron incluir las variables por sismos y precipitación, los mapas de amenaza generados están dirigidos a predecir qué áreas podrían ser más afectadas sin indicar cuando puede ocurrir el evento, por lo cual recomienda denominarlos como de Amenaza Relativa.

Categorías de Amenazas Relativas

Aunque los mapas generados por Ingeominas, 1998 para el área de Pradera revisten cierto grado de

incertidumbre principalmente porque los agentes detonantes no pudieron ser establecidos con plenitud con lo cual los períodos de retorno no se pueden establecer claramente, si pueden servir como una guía, la mejor disponible hasta el momento para zonificar el riesgo de remoción en masa en el municipio, frente a la amenaza por precipitación, sismicidad y amenaza total. En las tablas que aparecen a continuación puede verse una clasificación propuesta por Ingeominas 1998 en las cuales se muestra el grado de amenaza relativa de Remoción en Masa por Precipitación (Hp).

Si bien el municipio de Pradera tiene una precipitación promedio anual que oscila entre 1400 y los 2.000 mm y la faja más lluviosa se ubica hacia los pisos medios el territorio, se han reportado numerosos eventos de precipitación extraordinarios que desencadenan fenómenos de remoción en masa.

Remoción en Masa - Amenaza por Sismicidad

El territorio Pradereño este cruzado por un número relativamente alto de fallas superficiales y. Profundas que podrían eventualmente desencadenar un movimiento sísmico importante.

Remoción en Masa - Amenaza por Precipitación (Hp)

El factor detonante aquí resulta de la sumatoria de la amenaza relativa por precipitación (Hp) y por Sismicidad (Hs). Además de la amenaza natural impuesta por las características geológicas, geomorfológicas, geotécnicas, climáticas y ambientales, la intervención humana puede hacer más o menos crítica la posibilidad de un evento catastrófico

5.2.6. Cobertura y Uso del Suelo

El primer estudio sobre los suelos del municipio de Pradera este contenido en el Estudio de Suelos CVC, 1975 y posteriormente en el Plan de los ríos Bolo, Fraile y Desbaratado, 1.989 elaborado por el Grupo de Suelos de la Subdirección de Patrimonio Ambiental de la CVC.

En el informe de IGEO MINAS 1998 se propone una clasificación usando la asociación de suelos y la unidad fisiográfica. Esta última, que es la más exhaustiva en términos del análisis de geoformas edáficas, lleva consigo una clasificación múltiple incluyendo: pendiente, profundidad, textura y fertilidad.

Según este estudio en el municipio de Pradera hay 8 asociaciones a saber (PBOT, 2002):

- Asociación La Diana (D)
- Asociación San Cayetano (C)
- Asociación Pedregal (P)
- Asociación Palmera (L)
- Asociación Mirador (M)
- Asociación Sylvania (S)
- Asociación Los Abanicos (A)

- Asociación El Aluvial (Q)

5.2.6.1. Asociación La Diana (D)

Esta asociación ocupa una faja de tierra templada en los corregimientos de la Feria y Potreritos. Las pendientes son colinadas, la profundidad es moderada, la textura fina y la fertilidad media. Dominan las laderas de montañas medias a bajas, de producción agrícola buena y un estado de conservación aceptable en términos generales.

5.2.6.2. Asociación San Cayetano (C)

Se extiende por toda la parte baja de los corregimientos de Vallecito, Lomitas y Potreritos localizándose sobre colinas disectadas, depósitos de piedemonte y ápices de abanicos coalescentes. Sus laderas son quebradas, los espesores moderados, texturas finas y fertilidad media a baja. No son terrenos agrícolas propiamente dichos y gran parte de la superficie se encuentra sometida a procesos de erosión hídrica superficial con cimas y cuchillas muchas veces desprovistas de cubierta vegetal e incluso de suelos.

5.2.6.3. Asociación Pedregal (P)

Cubre las colinas ubicadas al nororiente del casco Urbano del municipio de Pradera, corregimiento de Potreritos. El relieve es quebrado, los suelos moderadamente profundos de texturas medias a finas y fertilidad alta. A excepción de los abanicos no hay cultivos en estas tierras afectadas por erosión laminar generalizada.

5.2.6.4. Asociación Palmera (L)

Comprende una franja del páramo y el subpáramo en la margen izquierda del río Bolo Azul. Las precipitaciones pluviales si bien no son muy altas si son persistentes induciendo el lixiviado de los suelos. Incluye paisajes de lava basáltica, laderas onduladas hasta escarpadas, valles postglaciares y depósitos morrénicos. Sus suelos son variados desde profundos hasta muy delgados e incluso inexistentes, texturas preferencialmente gruesas, fertilidad media a baja, abundantes contenidos de materia orgánica en el perfil pero con una dinámica de los procesos edáficos baja, por las condiciones climáticas. Están destinados a la conservación de bosques y praderas naturales y gran parte de su superficie abarca cuerpos naturales de agua. En las partes más altas de la cabecera de Bolo Azul y sus quebradas afluentes, los suelos muestran zonas de derrumbes generalizados recientes.

5.2.6.5. Asociación Mirador (M)

Se concentra en la cuenca alta del río Bolo Azul, margen derecha y quebrada el Silencio hasta la divisoria de la cordillera y en el río Bolo Blanco en los corregimientos de Bolo Azul y el Retiro. Como en el caso anterior son reservas naturales del páramo y subpáramo con suelos desde escarpados en el cañón del río Bolo con un intenso lixiviado de nutrientes, hasta planos en los valles postglaciares, en estos últimos los espesores son máximos, aunque las bajas temperaturas tornan en extremo lentos los procesos de formación de suelo. Las capas de suelos desaparecen en las áreas de misceláneo rocoso. Las texturas van de medias a gruesas, en tanto que la fertilidad es marcadamente baja. Como la Asociación anterior, su vocación es forestal y presenta también derrumbes recientes generalizados.

5.2.6.6. Asociación Silvania (S)

Se ubica entre los niveles altoandino y subandino en el corregimiento de El Retiro (parte occidental) y La Feria. Su topografía es heterogénea y presente en terrazas y valles aluviales-coluviales de superficies planas y suelos profundos de El Retiro y en las gargantas más escarpadas de suelos fuertemente lixiviados sobre el eje principal del río Bolo. Texturalmente tienden a ser suelos gruesos y su fertilidad es media.

Esta asociación incluye principalmente las tierras frías con un cierto predominio de la ganadería y de la actividad forestal: la primera con problemas de erosión en terracetas por pisoteo del ganado en laderas empinadas y la segunda con introducción de especies de coníferas (Bolo y Bolo Blanco).

5.2.6.7. Asociación Los Abanicos (A)

Son tierras bajas, suavemente inclinadas y como su nombre lo indica constituyen la parte central y distal de amplios abanicos coalescentes. La franja superior de estos abanicos es eminentemente ganadera, dentro de la zona de vida denominada bosque húmedo Premontano (bh-PM). La franja inferior está dedicada al cultivo de la caña, dentro del bosque seco Tropical (bs-T), donde además se ubica el casco Urbano de Pradera.

5.2.6.8. Asociación El Aluvial (Q)

Todos los suelos de esta unidad se ubican dentro de la zona climática del bosque seco Tropical (bs-T) y pertenecen al dominio de la llanura aluvial. Poseen una topografía plana, no tienen limitaciones en su profundidad efectiva, las texturas presentan tendencias hacia finas y la fertilidad puede considerarse como moderadamente alta.

Su uso actual es para producción intensiva de caña de azúcar, para lo cual se usan los caudales del río Bolo y Párraga, los cuales son según INGEOMINAS casi totalmente absorbidos por esta agroindustria y devueltos como aguas servidas, lo cual tiene incidencia en las fluctuaciones de los niveles freáticos. Por otra parte, un gran porcentaje de los desechos de las plantaciones se incorpora a muchos de estos suelos con lo cual se favorece su conservación.

5.3. CARACTERÍSTICAS SOCIO – ECONÓMICAS

5.3.1. Economía

Desde la creación del municipio de Pradera, mediante Ordenanza No. 1 del 27 de Enero de 1.871, la base económica del municipio ha sido la agricultura y la ganadería. El comercio se constituye como una actividad de menor escala.

A partir de la década de 1.991, con la apertura económica y la internacionalización de la economía, el municipio sufrió cambio en su economía pasando de una economía agrícola a una economía extensiva de la caña. Como consecuencia de lo anterior, se generaron procesos de desplazamiento de la mano de obra a ciudades como Cali y Palmira que se han constituido en polos de generación de empleo. Y convirtiendo el municipio en receptor de mano de obra para el trabajo en la agroindustria.

El municipio actualmente cuenta con las industrias: Grupo Empresarial Riopaila Castilla, Ingenio Mayagüez, Trapiche Santa Helena, Trapiche María Luisa, Agrícola Varahonda, Hacienda Vilela,

Granja Santa Anita, Mercapava S.A. y grupos de empresas asociadas a la prestación de servicio (Municipio de Pradera, 2016).

5.3.2. Población

Con base en los censos nacionales de población realizados por el DANE (ver Tabla 8), la cabecera municipal de Pradera muestra una tendencia a incrementar su población

Tabla 8. Censo Poblacional de la cabecera municipal de Pradera (1938 a 2018) – DANE

Censos	
Año	Población
1938	3511
1951	6092
1964	11223
1973	17082
1985	28206
1993	32990
2005	41334
2018	41422

Fuente: DANE (1938;1951;1964;1973;1985;1993;2005;2018)

De acuerdo a los datos suministrados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el municipio de Pradera es un municipio de sexta categoría, con una extensión de 407 km² y una densidad poblacional de 87 habitantes por km², de acuerdo a información consignada en el Plan de Desarrollo Municipal de Pradera (2020), la población total del municipio de Pradera para el año 2018 fue 43.552 personas, de los cuales el 87,31% que corresponde a 42.052 habitantes están domiciliados en la zona urbana y el 12,69% restante en la zona rural, el municipio en 2018 contaba con 23.073 hombres y 25.092 mujeres (Concejo Municipal de Pradera, 2020).

5.3.3. Proyecciones de población

De esta manera, la estimación de la población urbana para el año proyectado (2032) se realizó con base a los registros estadísticos del DANE y los métodos de proyección establecidos en el título B del RAS 2010 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010), el cual es recomendado por las guías de construcción de PSMV. Se tuvieron en cuenta los métodos Aritmético, Geométrico y Exponencial (RAS, 2000). La Tabla 9 muestra la comparación del número de habitantes obtenido, con las proyecciones desde el año 2018, en todas las tasas de crecimiento y métodos, dando como resultado definitivo la selección del método que refleja de forma más fidedigna la dinámica de crecimiento poblacional tenida por el municipio. El cálculo total de la población se puede ver en **Anexo 2**).

Tabla 9. Comparación de métodos

% Error	1,70%								
Proyección DANE	42330								
	r promedio								
% Error	0,98%	0,98%	0,51%	-0,08%	0,04%	1,02%	1,46%	1,46%	3,77%
Resultado aritmético	42643	42643	42844	43100	43045	42623	42434	42434	41442
	r promedio	Prom	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7
% Error	-1,46%	-1,46%	-5,51%	-4,81%	-3,42%	-2,04%	3,77%	1,15%	3,77%
Resultado Geométrico	43694	43694	45438	45134	44539	43942	41442	42569	41442
	r promedio	Prom	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7
% Error	-1,82%	-1,82%	-5,33%	-4,62%	-3,24%	-1,88%	0,46%	1,18%	0,46%
Resultado Exponencial	43849	43849	45361	45052	44459	43874	42865	42554	42865
	r promedio	Prom	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7

Al comparar todos los resultados y teniendo en cuenta las particularidades de cada uno de los métodos se escoge la tasa de crecimiento más aproximada a la población año 2021, calculada con los datos de los suscriptores suministrada por ACUAVALLE S.A. E.S.P., y se comparan de manera gráfica en la Figura 6.

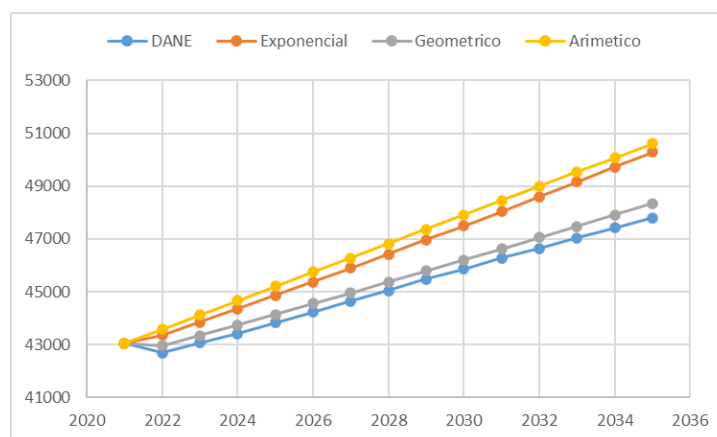


Figura 6. Comparación de resultados obtenidos en métodos de proyección de población

Una vez escogido el método Aritmético y la tasa de crecimiento que mejor se adaptan a las dinámicas poblacionales que está viviendo el municipio, se determina la población flotante con base en sus características culturales y turísticas de acuerdo con la clasificación de la Secretaría de Turismo del Valle del Cauca (Ver **Anexo 2**).

Con base en lo anterior, se clasifica el municipio en primera categoría teniendo en cuenta su capacidad hotelera y atractivo turístico. Por lo tanto, para el municipio de Pradera la población objetivo en un horizonte mínimo de 12 años es la presentada en la Tabla 10.

Tabla 10. *Proyecciones de población Casco Urbano Municipio de Pradera*

Año	Proyección Población	Población Flotante	Población Total
2021	43064	1292	44356
2022	43586	1308	44893
2023	44126	1324	45450
2024	44667	1340	46007
2025	45208	1356	46564
2026	45749	1372	47122
2027	46290	1389	47679
2028	46831	1405	48236
2029	47372	1421	48793
2030	47913	1437	49350
2031	48454	1454	49907
2032	48994	1470	50464

Por otro lado, debido a que posteriormente se realizará el cálculo de cargas que se recolectaran y tratarán en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del municipio de Pradera, es necesario realizar el cálculo de la proyección de la población del Corregimiento La Granja, presumiendo que a mediano plazo las aguas residuales de dicho corregimiento descargarán en la PTAR del municipio (Ver **Anexo 3**).

La población actual se obtuvo utilizando información secundaria correspondiente al casco urbano del corregimiento La Granja del municipio de Pradera. Según el DANE 2005 la densidad de población promedio del municipio es de 3,6 personas por vivienda, por tanto, para las 212 viviendas encontradas en las visitas técnicas se tendrían 763 personas.

Para realizar las proyecciones de población se tendrá en cuenta la tasa de crecimiento para la zona rural del Valle del Cauca que corresponde al 0.4%, adicionalmente, se usará la tasa actual de la zona rural del municipio de Pradera (3.6 Habitantes/año). A continuación, se presentan los 3 métodos de proyecciones de población (ver Tabla 11).

Tabla 11. *Proyecciones de población Corregimiento La Granja*

Año	Aritmético	Geométrico	Exponencial
2021	763,20	763,20	763,20
2022	770,83	770,83	770,87
2023	778,46	778,54	778,62
2024	786,10	786,33	786,44
2025	793,73	794,19	794,35
2026	801,36	802,13	802,33
2027	808,99	810,15	810,39
2028	816,62	818,25	818,54
2029	824,26	826,44	826,76
2030	831,89	834,70	835,07
2031	839,52	843,05	843,47
2032	847,15	851,48	851,94

De acuerdo con las tendencias observadas, se concluye que la aplicación de los tres métodos de proyección genera resultados muy similares, por lo cual se escoge el método geométrico (que representa un valor intermedio entre los tres métodos).

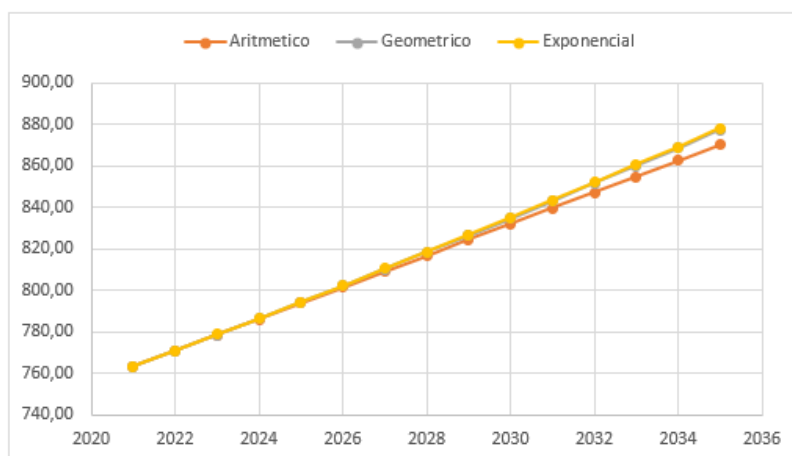


Figura 7. Comparación de resultados obtenidos en métodos de proyección de población (Corregimiento La Granja)

Una vez escogido el método Geométrico, se determina la población flotante con base en sus características culturales y turísticas de acuerdo con la clasificación de la Secretaría de Turismo del Valle del Cauca (Ver **Anexo 3**).

Con base en lo anterior, se clasifica el municipio en primera categoría teniendo en cuenta su capacidad hotelera y atractivo turístico. Por lo tanto, para el corregimiento de La Granja localizado en el municipio de Pradera la población objetivo en un horizonte mínimo de 12 años es la presentada en la Tabla 12

Tabla 12. Proyecciones de población Corregimiento La Granja

Año	Proyección Población	Población Flotante	Población Total
2021	763	22,90	786
2022	771	23,12	794
2023	779	23,36	802
2024	786	23,59	810
2025	794	23,83	818
2026	802	24,06	826
2027	810	24,30	834
2028	818	24,55	843
2029	826	24,79	851
2030	835	25,04	860
2031	843	25,29	868
2032	851	25,54	877

5.3.4. Viviendas construidas en el municipio

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV 2018, el área urbana del Municipio de Pradera cuenta con 12.518 Unidades de Vivienda y 12.068 hogares para una población total de 41.422 habitantes.

5.3.5. Estratificación

La empresa de servicios públicos ACUAVALLE S.A. E.S.P., presenta en su reporte de Diagnostico de Entidades Prestadores de Servicios Públicos, la relación de suscriptores por estrato tanto en los servicios de acueducto y alcantarillado, al Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI). La Figura 8 muestra que el 98% del total de suscriptores de acueducto corresponde a usuarios de tipo residencial de los cuales el 52% corresponde a usuarios de estrato 2. Por otro lado, el 98% del total de suscriptores de alcantarillado corresponde a usuarios de tipo residencial de los cuales el 57% corresponde a usuarios de estrato 2.

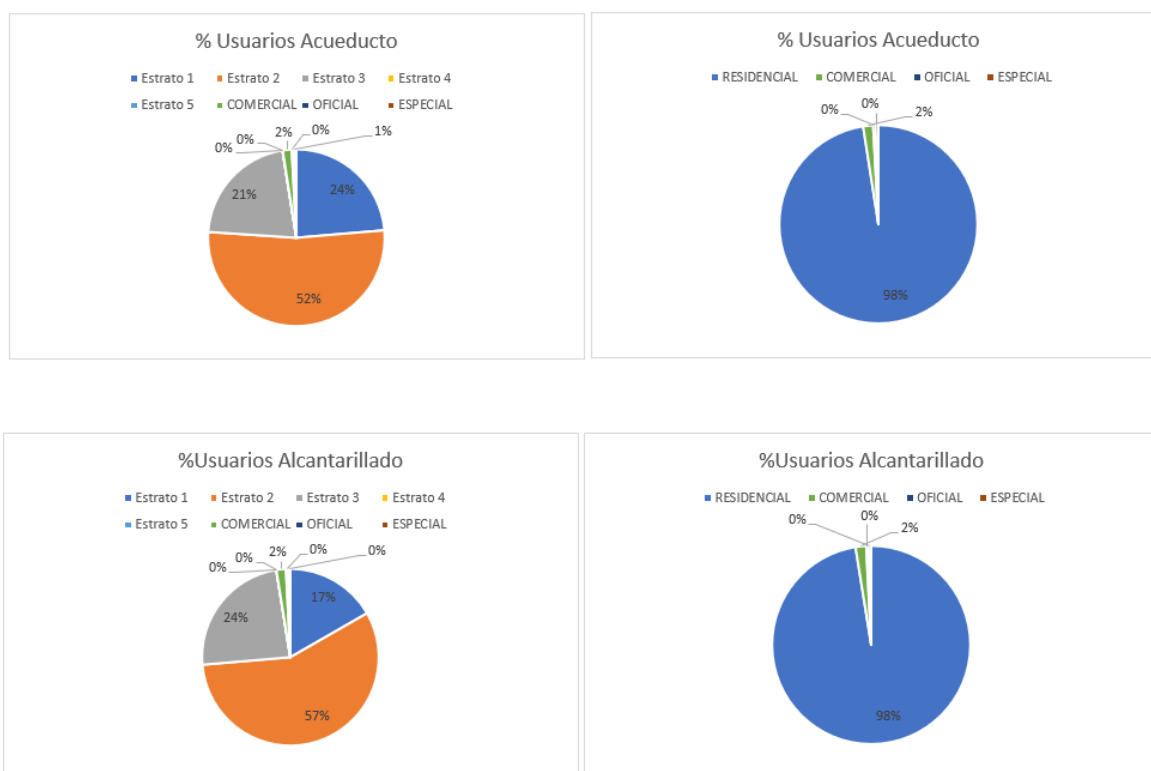


Figura 8. Porcentaje usuarios acueducto y alcantarillado municipio de Pradera

5.3.6. Infraestructura vial

El municipio de Pradera cuenta con las siguientes vías de acceso (Concejo Municipal de Pradera, 2020):

- Aéreas: Por ser un municipio de segundo orden no se cuenta con un terminal aéreo, el municipio de Palmira presta sus servicios con el aeropuerto ubicado en el corregimiento de Palmaseca.
- Terrestres: Cuenta con un corredor vial, siendo las vías principales: Vía Cali-Candelaria-Palmira-Pradera-Florida. Además, cuenta con una interconexión con el Pacífico por la Vía a Buenaventura a 192 Km.

La Tabla 13 muestra la distancia y el tiempo de recorrido entre el municipio de Pradera y los municipios principales más cercanos.

Tabla 13. Municipio de Pradera, distancia a los municipios vecinos y capital del departamento

Municipio vecino	Distancia en Kilómetros entre el municipio y su municipio vecino	Tipo de transporte entre el municipio y el municipio vecino	Tiempo estimado del traslado entre el municipio al municipio vecino
			Minutos
Cali	55,2	Terrestre	50
Palmira	20,7	Terrestre	20
Candelaria	15,0	Terrestre	20
Florida	20,0	Terrestre	25

Fuente: Secretaría de Salud, 2020

La Figura 9, muestra la infraestructura vial del municipio de Pradera.

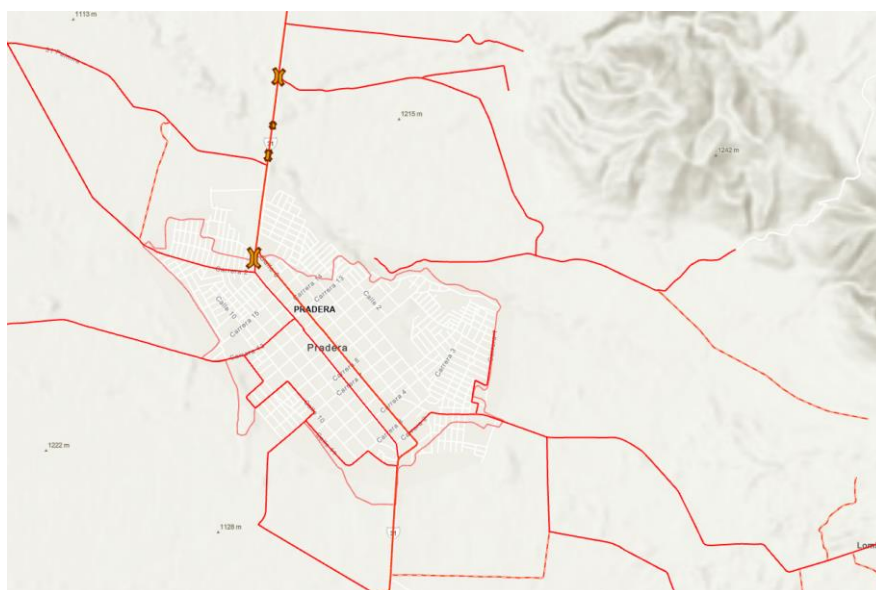


Figura 9. Sistema vial municipio de Pradera
Fuente: Visor Geográfico Avanzado CVC, 2022

5.3.7. Sector salud

En el municipio se encuentran operando las siguientes instituciones: E.S.E. Hospital San Roque Empresa Social del Estado; IPS Vivir, IPS Santa Helena, IPS ASI Pradera, Centro Médico y de

Rehabilitación E.U. dando cobertura del 100% de los usuarios afiliados al régimen contributivo y el subsidiado en un nivel bajo de complejidad (nivel 1) (Concejo Municipal de Pradera, 2020).

La Tabla 14 presenta la cantidad de instituciones de salud en el municipio de Pradera

Tabla 14. Cantidad de Instituciones de Salud en el Municipio de Pradera

Puestos de Salud		Centros de Salud		EPS		ESE
Urbano	Rural	Urbano	Rural	Pública	Privado	
9	13	4	0	3	3	1

Fuente: PBOT, 2002

En cuanto a cobertura del régimen subsidiado, la afiliación al Sistema General de Seguridad Social en Salud- SGSSS el Municipio de Pradera presenta para el año 2018, 78.32% por debajo del indicador departamental la cual está en 90.05, con diferencias estadísticamente no significativas entre los dos.

La Figura 10 presenta la distribución de la población del municipio según el régimen de salud al que se encuentra afiliado, de acuerdo con información del Ministerio de Salud citada por el DNP (2020)

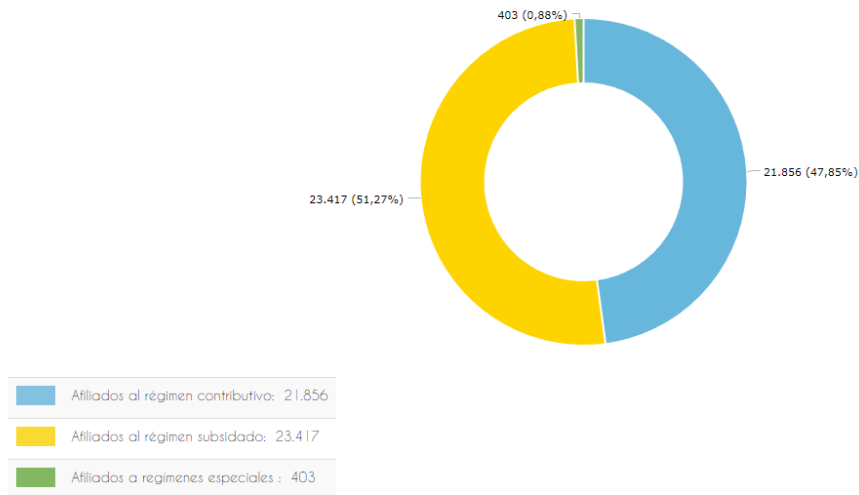


Figura 10. Distribución Población Municipio de Pradera

5.3.8. Sector educación

El Municipio de Pradera Valle, carece de una infraestructura educativa adecuada para la adopción de nuevas tendencias pedagógicas basadas en procesos de participación más activa por parte del estudiante, la normatividad educativa vigente en el país enmarcada en la Ley 115 de 1994 y la norma NTC-4595 del año 1999 y su actualización de 2015 llevando a cabo por el Ministerio de Educación e ICONTEC. De acuerdo a lo anterior el Municipio de Pradera presenta muchas carencias en la implementación de herramientas tecnológicas en las instituciones educativas, por lo cual es necesario generar conocimiento, y contar con nuevas herramientas que ayuden a fortalecer las prácticas de aprendizaje en los estudiantes. Teniendo en cuenta las afectaciones que generó la Pandemia COVID-19, en cuanto a la forma de dictar clases, se hace necesario adoptar nuevas estrategias y plataformas

tecnológicas de aprendizaje dando cobertura a todos los estudiantes de las instituciones educativas urbanas y rurales (Concejo Municipal de Pradera, 2020).

El Municipio cuenta con tres (3) Instituciones Educativas para el sector urbano; (3) instituciones educativas para el sector rural compuestas por treinta y nueve (39) sedes. Las sedes educativas adscritas al Resguardo Kwet Wala, fueron cerradas por decisión del IDEBIC.

Cabe anotar que ninguna sede de las Instituciones Educativas del Municipio cumple al 100% con las condiciones mínimas que señala la norma NSR-10 de construcciones sismo-resistentes, por lo que es necesario implementar paulatinamente en las infraestructuras educativas el proceso de reforzamiento estructural (PBOT, 2002).

El reto más importante es avanzar hacia el cierre de brecha en la cobertura neta de la educación preescolar y media, mejorar la infraestructura física y dotación de las instituciones educativas oficiales (así mismo el Municipio de Pradera Valle, requiere gestionar los recursos y realizar las acciones necesarias para aumentar la cobertura de los programas de alimentación y transporte escolar).

De acuerdo con el DNP (2022) el municipio de Pradera tiene una cobertura neta en educación del 79,30%, la cual es inferior al promedio nacional (91,99%) y departamental (81,96%). La Figura 11 presenta la comparación de la cobertura en educación de Pradera frente a algunos municipios del Valle del Cauca y el total departamental y nacional.

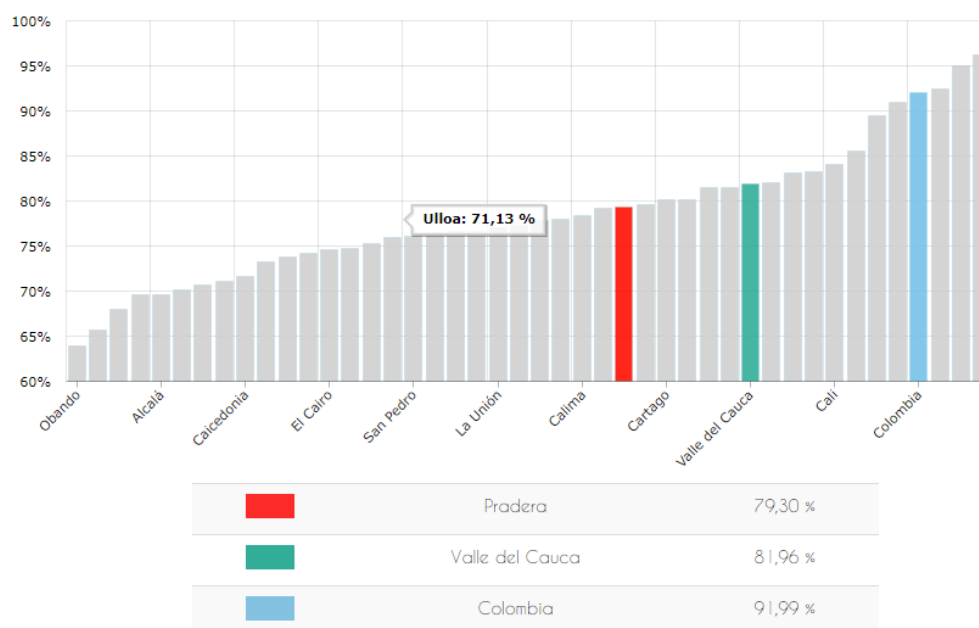


Figura 11. Cobertura neta en educación total
Fuente: Ministerio de Educación Nacional (2020) citado en DNP (2022)

5.4. SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS

La prestación de servicios públicos de carácter domiciliario están en operadores privados y públicos del nivel departamental así respectivamente: Acueducto y Alcantarillado – ACUAVALLE S.A. E.S.P.; empresa de energía eléctrica-CELSIA; gas domiciliario-Gases de Occidente; telecomunicaciones mediante servicios de telefonía celular; empresa de energía eléctrica – CELSIA S.A. E.S.P.

5.4.1. Acueducto

El servicio de acueducto es prestado por la Sociedad de Acueductos y Alcantarillados del Valle del Cauca S.A. E.S.P. – ACUAVALLE S.A. E.S.P. Durante la vigencia 2020, se obtuvo un Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA) promedio de 0,4% en el municipio (Contraloría Departamental del Valle del Cauca, 2021), lo cual permite el clasificar el nivel de riesgo de la calidad del agua como “Sin riesgo – apta para consumo humano” según la Resolución 2115 de 2007. En el área urbana de prestación del servicio se cuenta con una cobertura del 100% (Contraloría Departamental del Valle del Cauca, 2021).

5.4.2. Alcantarillado

El servicio de alcantarillado es prestado por ACUAVALLE S.A. E.S.P., según datos de DANE presenta una cobertura de 98,1% para el casco urbano del municipio de Pradera y 77,20% para la zona rural.

5.4.3. Energía Eléctrica.

CELSIA es la principal empresa responsable del suministro de energía eléctrica en municipio de Pradera, reportando en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI) para el primer trimestre del año 2022 un total de 11.412 suscriptores, de los cuales el 96% corresponden a usuarios de tipo residencial

Tabla 15. Suscriptores Servicio de Energía Eléctrica en el municipio de Pradera (Trimestre 1 de 2022)

VARIABLE CALCULADA	N° USUARIOS ZONA URBANA
Estrato 1	2.165
Estrato 2	6.306
Estrato 3	2.485
Estrato 4	4
Total Residencial	10.960
Industrial	8
Comercial	397
Oficial	41
Otros	4
Total No Residencial	452
TOTAL SUSCRIPTORES URBANOS	11.412

Fuente: SUI (2021)

Adicionalmente, en el SUI se reportan cinco (5) usuarios residenciales los cuales reciben suministro de energía por parte de la empresa Distribuidora y Comercializadora de Energía Eléctrica S.A. E.S.P.

Por otro lado, existe reporte de un (1) usuario residencial y cuatro (4) usuarios comerciales que reciben suministro de energía por parte de la empresa VATIA S.A. E.S.P.

5.4.4. Gas Natural

El servicio de gas natural es prestado por la empresa Gases de Occidente S.A. E.S.P quien reporta para el año 2022, con corte al mes de julio un total de 11.874 suscriptores en la zona urbana del municipio de los cuales el 87% corresponden a usuarios de tipo residencial. En la Tabla 16 se presenta en detalle los suscriptores reportados durante el año 2022 al SUI con corte a julio por parte del operador del servicio.

Tabla 16. Suscriptores servicio de gas natural en zona urbana año 2021

TIPO DE USUARIO	SUSCRIPTORES
Estrato 1	3702
Estrato 2	5398
Estrato 3	1233
Estrato 4	1
SUBTOTAL RESIDENCIAL	10.364
Comercial	77
Otros	6
SUBTOTAL NO RESIDENCIAL	83
TOTAL	11.874

Fuente: SUI (2022)

5.4.5. Servicio de Aseo

El servicio de aseo es prestado por la empresa Aseo Pradera S.A. E.S.P., perteneciente al grupo Veolia. La información general de la empresa se presenta en la Tabla 17.

Tabla 17. Información general de la empresa prestadora

DESCRIPCIÓN	DETALLE
TIPO DE SOCIEDAD	ANÓNIMA
ÁREA DE PRESTACIÓN	MUNICIPIO DE PRADERA
SERVICIOS PRESTADOS	ASEO – RECOLECCIÓN, TRANSPORTE, BARRIDO Y LIMPIEZA DE ÁREAS PÚBLICAS Y COMERCIALIZACIÓN
DURACIÓN	INDEFINIDA
FECHA DE CONSTITUCIÓN	26 DE SEPTIEMBRE DE 1997

Fuente. EcoinTEGRAL Ltda, 2019

5.4.6. Internet

De acuerdo con el Geovisor del CNPV (DANE, 2018), el servicio de internet tenía una cobertura en la cabecera municipal del 26,9% el 2018. La Figura 12 muestra el porcentaje de penetración de banda ancha en el municipio con respecto a la de otros municipios del Valle del Cauca, la departamental y la nacional.

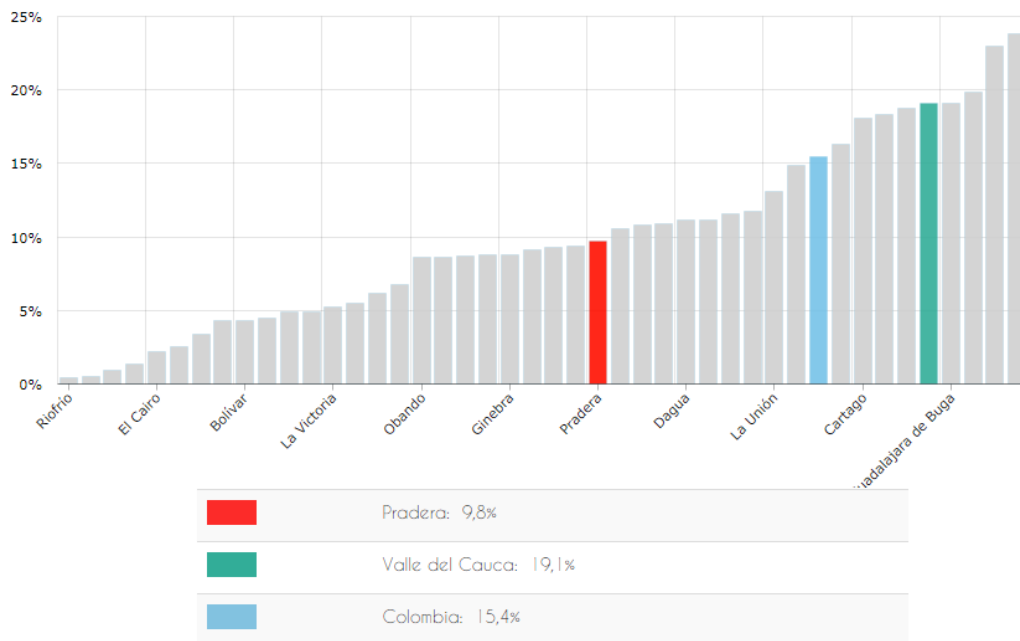


Figura 12. Penetración de banda ancha en el municipio

Fuente: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2020) citado en DNP (2022)

6. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

6.1. ASPECTOS INSTITUCIONALES OPERADOR DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

La empresa “Sociedad de Acueductos y Alcantarillados del Valle del Cauca, ACUAVALLE S.A. E.S.P. presta el servicio de acueducto y alcantarillado en la cabecera municipal y los centros poblados: Bolo Hartonal, la Granja, La Floresta y La Tupia (Alcaldía Municipio de Pradera, 2020). En la Tabla 18, se encuentran algunos aspectos institucionales del prestador de servicio.

Tabla 18. Aspectos institucionales del prestador de acueducto

DESCRIPCIÓN	ASPECTO INSTITUCIONAL
Razón social	Sociedad de Acueductos y Alcantarillados del Valle del Cauca S.A. E.S.P.
Sigla	ACUAVALLE S.A. E.S.P.
NIT	890.399.032-88
Logo institucional	
Naturaleza jurídica	Sociedad por acciones
Tipo de empresa	Oficial
Participación accionaria	Estatal: 100%
Relación municipal de la empresa	Descentralizada
ID RUPS	443
Clasificación	Superior a 2.500 suscriptores

Fuente: Registro Único de Prestadores de Servicios Públicos-RUPS – SUL. [Sitio web: <https://www.datos.gov.co>]

Por ser Sociedad por Acciones, ACUAVALLE S.A. E.S.P. responde a las nuevas exigencias legales y la figura de asociación es considerada como la alternativa más adecuada dentro del concepto de economía de escala. Durante sus años de existencia, ACUAVALLE S.A. E.S.P. ha administrado y operado eficazmente, los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, en los municipios socios de la entidad, contando con la estructura orgánica que se muestra en la Figura 13.

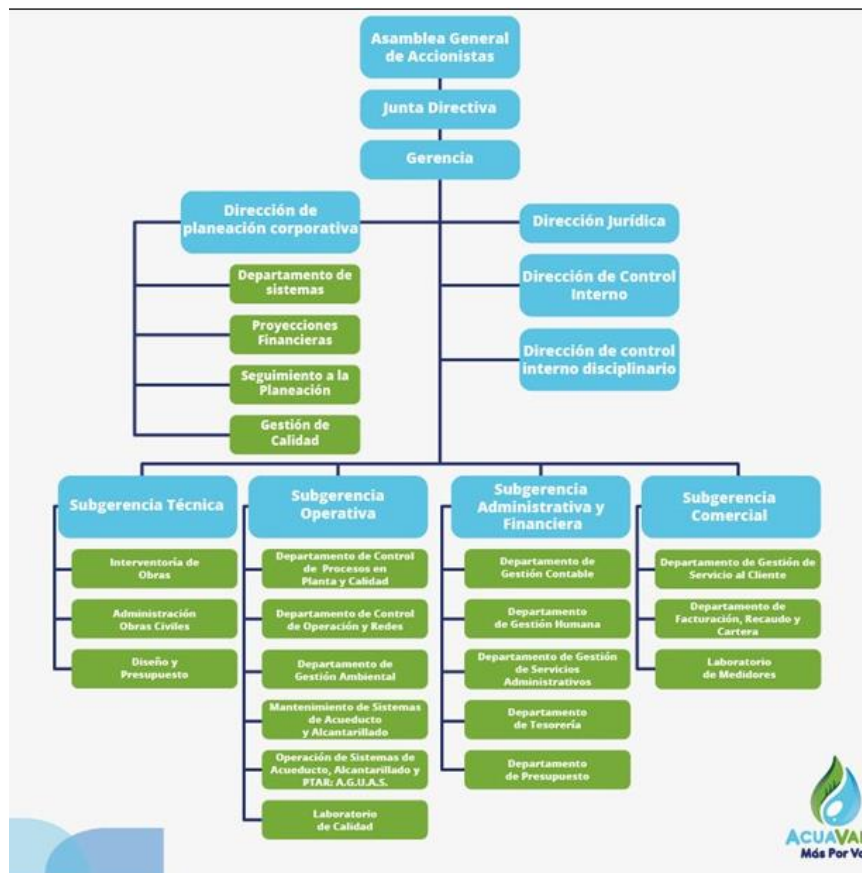


Figura 13 Organigrama de ACUAVALLE S.A. E.S.P.

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P. (2022)

El enfoque operativo de la empresa se reparte en 10 sectores, denominados Aguas (Agrupación Geográfica de Usuarios de ACUAVALLE S.A. E.S.P.). La operación directa de los servicios de acueducto y alcantarillado, en los municipios se realiza a través de cada AGUA, las cuales ejecutan las funciones con alcance local como son la operación y mantenimiento de bocatamos, conducciones, plantas de potabilización, tanques de almacenamiento y redes de distribución, reparaciones generales de tuberías matrices e instalaciones domiciliarias, redes de alcantarillado y PTARs, entre otras. En la Figura 14 se indica el mapa de AGUAS.

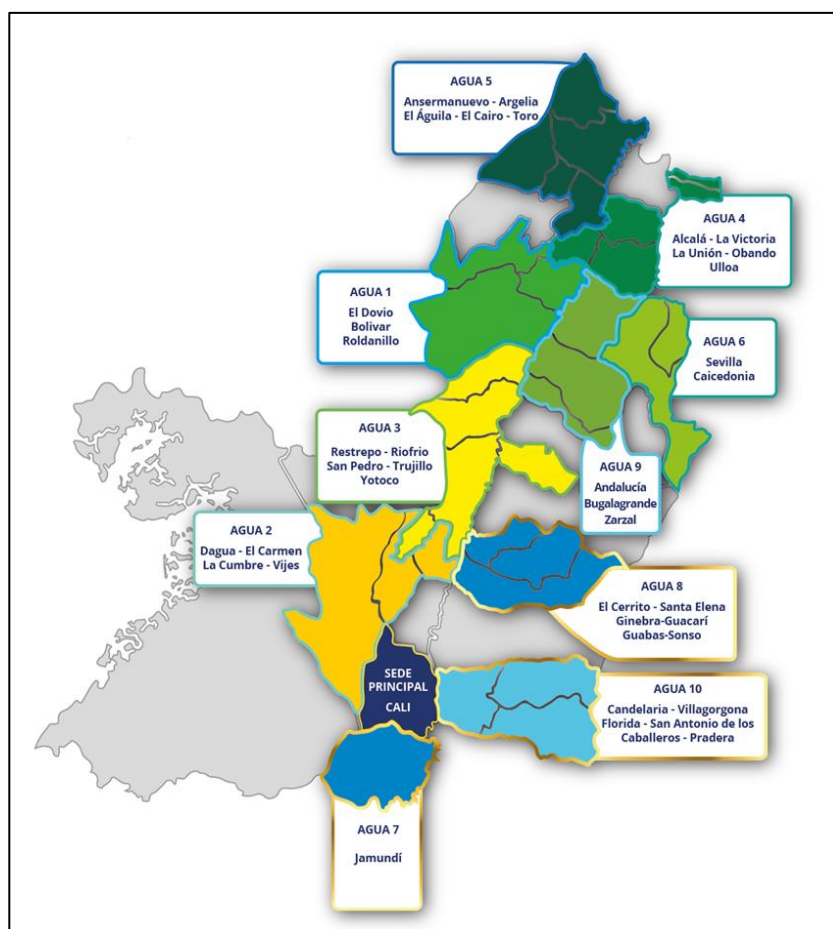


Figura 14. Mapa de Agrupación Geográfica de Usuarios de ACUAVALLE S.A. E.S.P.
Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P. (2020)

Las Aguas están a cargo de cinco (5) Ingenieros, seis (6) equipos conformados por técnico y auxiliar, es decir, 12 operadores de redes de alcantarillado, seis (6) operadores de Plantas de Tratamiento, y cuatro (4) operadores para estación de bombeo, para un total de 22 personas, el cual debe dar solución oportuna y eficaz, a la problemática a nivel operativo del área de agua (acueducto) y saneamiento de 33 centros poblados y seis (6) PTARs. Si se tiene en cuenta que en todos los casos se trata de una red de alcantarillado sanitario, que en la práctica funciona como combinado (en un país con un régimen de lluvias bimodal, con ciclos de los fenómenos del niño y la niña con un período medio de duración de aproximadamente cuatro años), con tuberías con diámetros en su mayoría de 8" y 10", y cuyo material predominante es el concreto simple, se trata entonces de un sistema de redes hidráulicas con una alta vulnerabilidad ante un evento de pluviosidad o ante una reparación, por lo que es común que los sistemas de alcantarillado presenten "emergencias", cuya solución implique la atención y acompañamiento del personal del sector, pero cuyo radio de acción es aproximadamente cuatro (4) municipios por operador. Lo anterior implica que el tiempo que tome la reparación del daño, es un periodo durante el cual se impacta la atención sobre los otros sistemas, dando lugar a que posterguen actividades programadas de prevención y mantenimientos de las redes.

6.2. SISTEMA DE ACUEDUCTO

6.2.1. Aspectos comerciales del Servicio de Acueducto

El municipio de Pradera atendido por ACUAVALLE S.A. E.S.P. pertenece a la unidad operativa AGUA 10 del prestador junto a los municipios de Candelaria, Florida y los corregimientos de Villa Gorgona (Candelaria) y San Antonio de los Caballeros (Florida). En la Tabla 19, se presenta la información sobre las tarifas de la prestación del servicio de acueducto, por tipo de usuario (uso o estrato).

Tabla 19. Tarifas aplicables al servicio de acueducto del municipio de Pradera

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Cargo Fijo	\$/suscriptor	\$ 6.042,92
Cargo por Consumo	\$/m ³	\$ 1.645,43
Costo medio de operación - CMO	\$/m ³	\$ 1.004,92
Costo medio de inversión - CMI	\$/m ³	\$ 632,04
Costo Medio de Tasas Ambientales - CMT	\$/m ³	\$ 8,47

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P., 2021

Para el mes de mayo del año 2022 en el municipio de Pradera se reportan al SUI 12.257 suscriptores. Por su parte, ACUAVALLE S.A. E.S.P. reporta para el mes de junio del año 2022, un total de 11.631 suscriptores. La Tabla 20, presenta la información de número de suscriptores por tipo de usuario.

Tabla 20. Suscriptores del servicio de acueducto municipio de Pradera

TIPO DE USUARIO	ESTRATO	Nº USUARIOS ACUEDUCTO (SUI)	Nº USUARIOS ACUEDUCTO (ACUAVALLE S.A. E.S.P.)
Residencial	Estrato 1	2.897	2.383
	Estrato 2	6.426	6.359
	Estrato 3	2.626	2631
	Estrato 4	4	4
	Estrato 5	1	1
COMERCIAL	NA	199	199
OFICIAL	NA	48	30
ESPECIAL	NA	56	25
TOTAL		12.257	11.632

Fuente: Reporte SUI, 2022

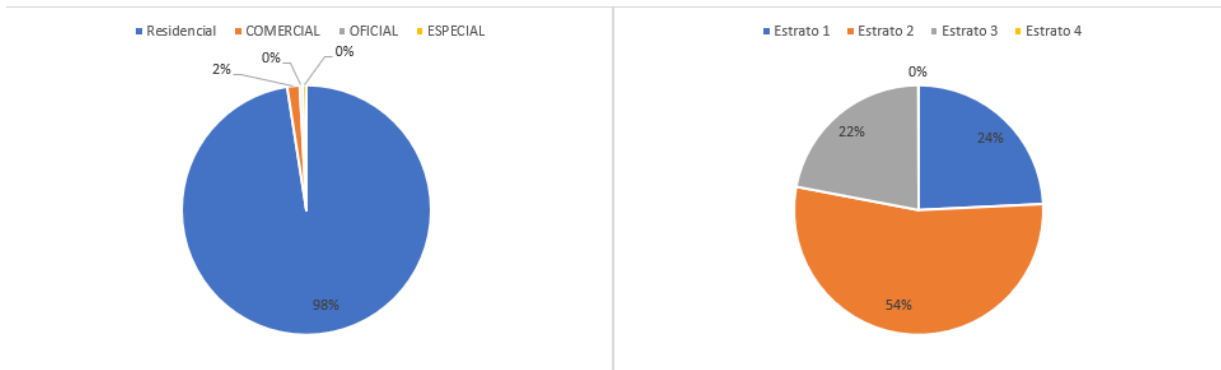


Figura 15. Distribución porcentual de suscriptores del servicio de acueducto en zona urbana por tipo de usuario (izquierda) y por estrato en usuarios residenciales (derecha)
Fuente: Adaptado de SUI (2022)

6.2.2. Descripción del sistema de acueducto

ACUAVALLE S.A. E.S.P. como Entidad Administradora del sistema de acueducto, posee en el municipio de Pradera, instalaciones para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua. El sistema funciona por gravedad (ACUAVALLE S.A. E.S.P, 2019).

6.2.2.1. Fuente de Abastecimiento.

La cabecera municipal de Pradera se abastece del Río Bolo, principal fuente hídrica del municipio que tienen por tributarios las Subcuencas de Bolo Azul, Bolo Blanco, El Nogal, los Negros, el Tamboral, el Muerto, la Leona y Aguaclara (Alcaldía del municipio de Pradera, 2016).

El río Bolo tiene pendientes que varían entre el 20% y el 10% en los primeros 17 km, luego esta disminuye paulatinamente hasta llegar al 4% a su paso por Pradera (Alcaldía del municipio de Pradera, 2016). Para el abastecimiento del casco urbano de Pradera, ACUAVALLE S.A. E.S.P. cuenta con una concesión de aguas de 327 l/s.

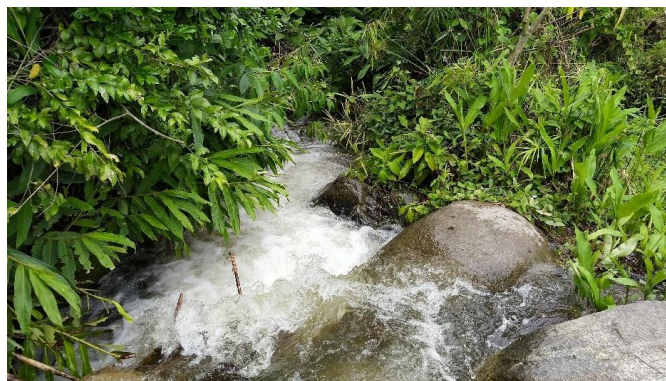


Figura 16. Río Bolo fuente de abastecimiento
Fuente: Ecointegral Ltda., 2019.

6.2.2.2. Captación.

La bocatoma es mixta, con una captación lateral y de fondo, la cual tiene un aforo de 240 l/s. Se localiza en las coordenadas N 3° 24' 2,07" y W 76° 9' 59,99" (Figura 17).



Figura 17. Bocatoma del sistema de abastecimiento de Pradera
Fuente: EcoinTEGRAL Ltda., 2019.

El Municipio de Pradera Valle presenta inconvenientes muy frecuentes en épocas de invierno por la interrupción del servicio de agua, debido a la vulnerabilidad del sistema del Río Bolo. Para ello ACUAVALLE S.A. E.S.P. ha estudiado opciones de reubicación de la captación aguas arriba de la actual bocatoma, obra que es esencial y primordial para no afectar la continuidad del abastecimiento, pues como se mencionó en época de invierno la sedimentación de partículas bloquea a las estructuras de captación y aducción impidiendo la entrada y tratamiento del caudal requerido para el suministro del agua a la población. Las características generales de la bocatoma se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21. Tipo y Estado de la Bocatoma

Fuente	Tipo	Capacidad (l/s)	Estado
Río Bolo	Mixta	240	Bueno

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P. 2019

Una vez captada el agua en la bocatoma de fondo en el río Bolo, ésta se conduce por gravedad mediante unas tuberías de aducción paralelas, que llegan hasta el desarenador. Las características de estas conducciones se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22. Tipo y estado de las aducciones

Aducción	Tipo	Diámetro y material	Capacidad (l/s)	Long (m)	Estado	Fuente de información	
Río Bolo	Tubo	10" AC	80	100	Regular	ACUAVALLE	S.A.
Río Bolo	Tubo	10" AC	80	100	Regular	ACUAVALLE	S.A.
Total			160				

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P. 2019

6.2.2.3. Desarenador.

En la planta existe un desarenador con una válvula de 10" que sirve para evacuar lodos; semanalmente se debe lavar el desarenador, mantenimiento periódico en el que se incluye el cepillado de las paredes de la estructura, debido a que llega gran cantidad de sedimentos procedentes de la fuente de abastecimiento. En la Figura 18 se muestra el desarenador de Pradera.



Figura 18 Desarenador del Sistema de abastecimiento de Pradera, Valle del Cauca
Fuente: Ecointegral Ltda., 2019.

A la fecha del informe existe una piscina en concreto que sirve para almacenar agua sobrante que se utiliza en horas de máxima demanda de servicio, la cual se bombea hacia la planta. En la Tabla 23 se presentan las características del desarenador.

Tabla 23. Tipo y estado del desarenador

Desarenador	Material	Capacidad (l/s)	Estado	Fuente información
Río bolo	Concreto	240	Bueno	ACUAVALLE S.A. E.S.P.

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P. 2019

Una vez desarenada el agua se conduce mediante dos tuberías de conducción a la planta, En la Tabla 24 se presentan las características de dichas tuberías.

Tabla 24. Tipo y estado de las conducciones Desarenador – Planta de potabilización

Aducción	Tipo	Diámetro y material	Long. (m)	Estado	Fuente de información
1	Tubo	10" Gres	120	Regular	ACUAVALLE S.A. E.S.P.
2	Tubo	12" AC	120	Bueno	ACUAVALLE S.A. E.S.P.

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P., 2019

6.2.2.4. Planta de potabilización

La planta de tratamiento es de tipo convencional optimizada, construida hace cerca de 44 años, con capacidad instalada de 67 l/s para un total de alrededor de 9000 usuarios que equivalen a 42.246 habitantes aproximadamente. En la Tabla 25 se presenta una breve descripción de los componentes de la planta.

Tabla 25. Características Planta de tratamiento Pradera -Valle

Procesos:	Mezcla rápida
	Floculación Mecánica
	Sedimentación Convencional y de Alta tasa
	Filtración rápida
	Desinfección con cloro gaseoso
Capacidad Instalada	130 l/s
Caudal promedio de operación	121,4 l/s

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P., 2010



Figura 19. Planta de potabilización de Pradera, Valle del Cauca

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P., 2019

6.2.2.5. Mezcla rápida

La mezcla rápida se efectúa en el resalto hidráulico de la canaleta parshall, la cual sirve de aforador del agua de entrada, proveniente del desarenador. En este punto se adiciona el sulfato de aluminio como coagulante y cal para estabilización del pH. Adicionalmente se agrega al agua carbón activado.



Figura 20. Canal de Aforo y Vertedero Rectangular de mezcla rápida.

Fuente: Ecointegral Ltda., 2019.

6.2.2.6. Floculación

La planta cuenta con tres (3) módulos de floculación mecánica divididos cada uno en dos líneas con dos cámaras cada una, que operan satisfactoriamente; cada uno tiene su motor de agitación y de eje vertical. En los módulos se lleva a cabo la formación del floc que posteriormente será sedimentado.



Figura 21. Módulos de floculación mecánica de eje vertical
Fuente: EcoinTEGRAL Ltda., 2019.

6.2.2.7. Sedimentación

Inicialmente la planta se construyó empleando la sedimentación convencional y fue optimizada para que trabajara en alta tasa. Algunas placas se encuentran deterioradas y es necesario que se evalúe el cambio de algunas de éstas.



Figura 22. Sedimentadores de alta tasa
Fuente: EcoinTEGRAL Ltda., 2019.

6.2.2.8. Filtración Rápida

La planta del municipio de Pradera cuenta con tres (3) filtros rápidos, cuyo lecho filtrante está compuesto de grava, arena y antracita. Las labores de mantenimiento de estas unidades se realizan utilizando el agua proveniente de un tanque de almacenamiento elevado disponible en la planta, que tiene un volumen aproximado de 138 m³.



Figura 23. Filtros rápidos (lecho de grava, arena y antracita)
Fuente: Ecointegral Ltda., 2019.

El tanque elevado se alimenta mediante 2 bombas que funcionan alternadamente para impulsar el agua; el mismo tanque se utiliza para lavar las demás estructuras de la planta y para el consumo de esta.

También existe una bomba auxiliar que impulsa 30 l/s y tiene por función reforzar el caudal a 160 l/s en las horas de mayor demanda en la población.

6.2.2.9. Desinfección

El agua filtrada se almacena en un tanque de contacto de cloro, en el cual aplican cloro gaseoso en dosis suficiente para obtener residuales mínimos en la red, con el fin de cumplir lo establecido en las normas colombianas vigentes del Ministerio de la Protección Social (Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones reglamentarias). Se dispone de clorador y dos tambores de cloro de 900 Kg, el sistema opera adecuadamente.

6.2.2.10. Conducción del agua tratada a los tanques

El agua se trata desde la planta de tratamiento hasta llegar a los tanques de almacenamiento, la cual es transportada por 2 tuberías, cuyas características se presentan en la Tabla 26.

Tabla 26. Tipo y estado de la conducción Planta – Tanques de almacenamiento

Conducción	Tipo	Diámetro y material	Edad (años)	Long. (m)	Estado	Fuente de información
1	Tubo	8" AC	>30	580	Regular	ACUAVALLE S.A. E.S.P.
2	Tubo	16" AC	>30	580	Regular	ACUAVALLE S.A. E.S.P.

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P. 2010

Es importante resaltar que en estas conducciones se presentan daños con mucha frecuencia por la antigüedad de las tuberías.

6.2.2.11. Tanques de almacenamiento y compensación

Existen dos (2) tanques de almacenamiento rectangulares de tipo enterrado, ubicados en el área de la planta de tratamiento (Ver Tabla 27).

Tabla 27. Datos básicos de los Tanques de Almacenamiento

No	Tipo	Material	Altura (M)	Capacidad M³	Estado	Fuente de Información
1	Enterrado	Concreto	2,54	307,1	Bueno	ACUAVALLE S.A. E.S.P.
2	Enterrado	Concreto	2,36	564,6	Bueno	ACUAVALLE S.A. E.S.P.
3	Enterrado	Concreto	ND	1.450	Bueno	ACUAVALLE S.A. E.S.P.
Total				2.321,7		

ND: No disponible en los documentos consultados

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P., 2019

Los niveles de los tanques se controlan mediante dos (2) cabinas telemétricas, que envían la información a un tablero digital en la planta de tratamiento.

6.2.2.12. Conducción de Agua Tratada

De los tanques de almacenamiento salen tres tuberías principales de conducción que transportan el agua a la red de distribución, la cual funciona a gravedad. En la Tabla 28 se presenta la información de estas conducciones.

Tabla 28. Datos básicos de la conducción de agua tratada

Descripción conducción	Diámetro	Material	Longitud (m)	Capacidad (l/s)	Edad años	Información
1 (red)	8"	HF	1.100	300	> 40	ACUAVALLE S.A. E.S.P.
1 (red)	6"	H.F	350		> 40	ACUAVALLE S.A. E.S.P.
2 (red)	12"	AC	1.190		> 40	ACUAVALLE S.A. E.S.P.
2 (red)	10"	AC	320		> 40	ACUAVALLE S.A. E.S.P.
3 (red)	14"	AC - PVC	895		> 30	ACUAVALLE S.A. E.S.P.

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P., 2019

La conducción 3 era en tubería de 14 AC – 20, pero se hizo ampliación y reposición en 14 PVC; estas conducciones vienen presentando fallas muy frecuentes por roturas en las juntas o uniones de HF.

6.2.2.13. Red de distribución

La Red de distribución está dividida en tuberías secundarias, que forman un enmallado que rodea la

población. La red se divide en 20 sectores, provistos de 120 válvulas de control con sus respectivas cajas y tapas, así como 43 hidratantes en buen estado y 9 válvulas de purga.

La red de distribución tiene una longitud total de 55.738,5 m. En la Tabla 29 se muestra la distribución por material y diámetros.

Tabla 29. Datos básicos de la red de distribución del acueducto

DIÁMETRO	MATERIAL	LONGITUD (m)	PORCENTAJE	CAPACIDAD (L/S)	INFORMACIÓN
1"	PVC	238,5		307	
2"	PVC	1.522			
3"	PVC	26.869			
4"	PVC	18.245			
6"	PVC	1.016			
12"	PVC	240			
14"	PVC	535			
Subtotal PVC		48.665,5	87,31		ACUAVALLE S.A. E.S.P.
3"	AC/HG/HF	385			
4"	AC/HG/HF	1.332			
6"	AC/HG/HF	832,5			
8"	AC/HG/HF	1.764,5			
10"	AC/HG/HF	225,5			
12"	AC/HG/HF	1.804,5			
14"	AC/HG/HF	729			
Subtotal AC/HG/HF		7.073	12.69		ACUAVALLE S.A. E.S.P.
Longitud Total		55.738,5	100		ACUAVALLE S.A. E.S.P.

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P., 2019

Se estima que el 12,69% de la tubería, cuyo material es de AC, HG y HF tiene una edad que supera los 35 años, por lo que presentan incrustaciones, fugas y roturas, lo cual ocasiona pérdidas y falta de balance en el sistema.

6.2.2.14. Conexiones Domiciliarias

Existen más de 8.000 conexiones domiciliarias. Las conexiones existentes se hacen en manguera PF + UAD en un porcentaje cercano al 90%, existen aproximadamente 200 conexiones en HG, identificadas como conexiones que requieren reposición inmediata.

6.2.2.15. Macro y Micromedición

En la planta de tratamiento se afora el caudal mediante una canaleta parshall ubicada en el canal de entrada. También existe un macromedidor de 10" a la salida de la planta sobre la línea de 16" AC, al cual se le toma periódicamente cada hora la lectura en m³; se recomienda que debe instalarse otro macromedidor en la línea de 8" AC y en la de 12" AC para tener las lecturas y volúmenes totales reales.

Además, existe un medidor de 2", instalado en la conducción de agua que va desde el pueblo hasta el corregimiento La Tupia.

El 100% de los usuarios de acueducto cuenta con micromedidores instalados, se mantiene un promedio en el año del 96% de medición efectiva.

6.2.2.16. Laboratorio de control de calidad

La planta cuenta con un laboratorio de control de calidad del agua de consumo, que posee los equipos básicos para las pruebas fisicoquímicas y bacteriológicas de control que realizan. Los registros históricos indican que se cumplen las normas colombianas vigentes en cuanto al número de análisis mínimos. Las pruebas de calidad del agua que se realizan en el laboratorio de la planta se muestran en la Tabla 30

Tabla 30. Pruebas realizadas en el Laboratorio de la planta de Pradera

Prueba de jarras	Demanda de cloro	Turbiedad	Color	pH
SI	NO	SI	SI	SI

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P., (2021).

La prueba de demanda de cloro se realiza en el Laboratorio central de ACUAVALLE S.A. E.S.P. En general la planta opera eficientemente y entrega agua de buena calidad a los usuarios del sistema de acueducto. Sin embargo, el estado de las redes de distribución hace que en los barrios periféricos se presenten deficiencias en la calidad del agua.

Consultado el personal operativo de ACUAVALLE S.A. E.S.P., acerca de los principales problemas del sistema de agua y su calificación, se obtuvo la información resumida en la Tabla 31.

Tabla 31. Principales problemas del sistema de Acueducto en Pradera

Problema	Calificación
Adecuación de la bocatoma para épocas de invierno	5,00
Adecuación de la aducción	5,00
Manejo de la cuenca hidrográfica para garantizar el caudal de la región	4,00
Reposición de redes de distribución	4,00

Fuente: Encuesta para ACUAVALLE S.A. E.S.P., 2019

6.3. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

6.3.1. Inventario de los prestadores

En el municipio Pradera, el prestador del servicio público de alcantarillado es ACUAVALLE S.A. E.S.P., empresa oficial por acciones constituida por varias entidades territoriales del departamento del Valle del Cauca, entre ellas Pradera. La prestación del servicio de alcantarillado en las municipalidades socias se deriva del contrato de sociedad que fue suscrito por estas y que le da nacimiento, el cual se viene ejecutando desde antes de la promulgación de la Ley 142 de 1994.

La Tabla 32 presenta de forma resumida lo referente a las responsabilidades sobre la operación del alcantarillado sanitario, las estructuras de drenaje pluvial y la futura planta de tratamiento de aguas residuales de la cabecera urbana del municipio.

Tabla 32 Identificación e Inventario de prestadores de servicios

SERVICIO	OPERADOR	OBSERVACIÓN
Alcantarillado Sanitario	ACUAVALLE S.A. E.S.P.	En oficio AC-6469 emitido el 10 de noviembre de 2021 (Anexo 4) por el prestador del servicio, se menciona que ACUAVALLE S.A. E.S.P. administra y opera el servicio “... en su propio nombre, haciendo uso de sus propias redes y para ello no requiere de la celebración de convenio o contrato alguno que le permita desarrollar su objeto, pues lo hace por ministerio de la Constitución y la Ley”.
Alcantarillado pluvial/ manejo pluvial	Administración* municipal	
Planta de tratamiento de aguas residuales	TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.	De acuerdo a información recolectada en socialización llevada a cabo entre la Consultoría y el Municipio y a la Resolución No. 394 100-54-02 del 14 de agosto de 2019, donde se adjudica a TX-SEINCO S.A.S. E.S.P. el proceso de contratación mediante licitación pública No. 02-PRADERA-2019 cuyo objeto es “CONTRATAR MEDIANTE UN PROCESO DE CONCESIÓN LA REHABILITACIÓN, INVERSIÓN, MEJORAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-PTAR DEL MUNICIPIO DE PRADERA-VALLE DEL CAUCA” (Ver Anexo 5)

Fuente: Cifuentes, 2022

* De acuerdo con información obtenida en campo

6.3.2. Número de usuarios y cobertura de servicio

La información referente a suscriptores y cobertura del sistema de alcantarillado se consultó en fuentes de información secundaria como el portal Geovisor del DANE y el SUI, así como en el reporte oficial del operador. La Tabla 33, recoge los datos de cobertura mientras que la Tabla 34, la información de los suscriptores.

Tabla 33. Cobertura del alcantarillado en cabecera

COBERTURA Y/O SUSCRIPTORES	DOCUMENTO	REFERENCIA
80%	Plan Básico de ordenamiento Territorial - PBOT	(Alcaldía Municipal de Pradera, 2002)
98,2%	Geovisor Censo Nacional de	(DANE, 2018)

Total de viviendas con cobertura 10859	Población y Viviendas – 2018	
---	------------------------------	--

Tabla 34. Suscriptores del alcantarillado en cabecera

TIPO	(ACUAVALLE S.A. E.S.P., 2022)	(SUI, 2022)
Residencial	10665	10005
Comercial	190	183
Oficial	27	42
Especial/otros	21	43
Total	10903	10273



Figura 24. Porcentaje Suscriptores de Alcantarillado Municipio de Pradera

De acuerdo con Cifuentes (2022), el área de la prestación del servicio de alcantarillado sanitario del casco urbano comprende aproximadamente 251,94 ha, que corresponden a la porción de la cabecera en la que ACUAVALLE S.A. E.S.P. opera el servicio, como se muestra en la Figura 25.



Figura 25. Área prestación del servicio
Fuente: Cifuentes (2022)

6.3.3. Estructura Tarifaria

De acuerdo con la información suministrada por ACUAVALLE S.A. E.S.P., para el municipio de Pradera se tiene la estructura tarifaria presentada en la Tabla 35:

Tabla 35. Costos de referencia tarifa regional servicio de alcantarillado

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Cargo Fijo	\$/suscriptor	\$ 3.571,07
Cargo por Consumo	\$/m ³	\$ 1.027,86
Costo medio de operación - CMO	\$/m ³	\$ 405,98
Costo medio de inversión - CMI	\$/m ³	\$ 552,41
Costo Medio de Tasas Ambientales - CMT	\$/m ³	\$ 69,47

Fuente: ACUAVALLE S.A. E.S.P. (2021)

6.3.4. Descripción de la infraestructura existente y diagnóstico del sistema de recolección y transporte de aguas residuales

El alcantarillado de la cabecera opera a gravedad y cuenta con una longitud aproximada de 52,7 km lineales, en los que predominan los diámetros pequeños (50% de la red en 8"). Lo anterior, sugiere que la red fue concebida originalmente para la recolección y transporte de aguas residuales de origen sanitario, pero progresivamente se le incorporaron conexiones erradas de agua lluvia a través de sumideros en las vías principales y del drenaje interno de viviendas, lo que hace que en la actualidad el sistema opere como un sistema combinado (Ecointegral Ltda., 2019).

Si bien, la cabecera cuenta con algunos sumideros, canales y estructuras de separación construidos para la gestión del agua lluvia, no se cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial propiamente dicho y técnicamente diseñado (Ecointegral Ltda., 2019).

Con respecto a la red de colectores, cabe mencionar que el 60% se encuentran en mal estado debido a su antigüedad que supera los 40 años, y muchos tramos presentan una capacidad hidráulica insuficiente para los caudales que ingresan al sistema (Ecointegral Ltda., 2019).

En la red de alcantarillado predominan las tuberías de bajo diámetro construidos en hormigón en los tramos más antiguos, y de PVC en aquellos que han sido instalados recientemente o han recibido reposición (Ecointegral Ltda., 2019). La Tabla 36 y Figura 26, presentan las características de los colectores que conforman la red y su distribución por diámetro y material respectivamente.

Tabla 36. Inventario de redes de alcantarillado

DIÁMETRO (Pulg.)	MATERIAL	LONGITUD (m)
8	PVC-HR	26.388
10	PVC-HR	8.556
12	PVC-HR	5.885
14	PVC	1.276
15	PVC-HR	1.985
16	PVC	1.026
18	PVC	2.266
20	PVC	633
21	HR	741
24	PVC-HR	1.888
27	PVC	377
30	PVC	546
36	PVC	347

Tabla 38. Inventario de estructuras de separación

ESTRUCTURA	UBICACIÓN	GEOGRÁFICAS
ES-1	Carrera 9 frente a parque recreacional (El Bolo)	3° 25' 21,13" W 76° 14' 12,99" N
ES-2	Calle 11 con Carrera 3 (Descarga a Acequia El Cairo)	3° 24' 43,95" W 76° 14' 27,62" N
ES-3	Carrera 16 con Calle 7	3° 25' 26,32" W 76° 14' 47,59" N
ES-4	Cañal detrás del Barrio Villa Marina	3° 25' 41,19" W 76° 15' 8,29" N
ES-5	Emisor Final (hacia la PTAR)	3° 25' 31,24" W 76° 15' 11,66" N

Fuente: Adaptado de EcoinTEGRAL Ltda. (2019)

La Figura 27 y Figura 28, presentan el esquema de ubicación de las ES e imágenes tomadas en terreno de dichas estructuras respectivamente. Cabe mencionar que solo se visitaron 4 de 5 por problemas de seguridad en la zona.

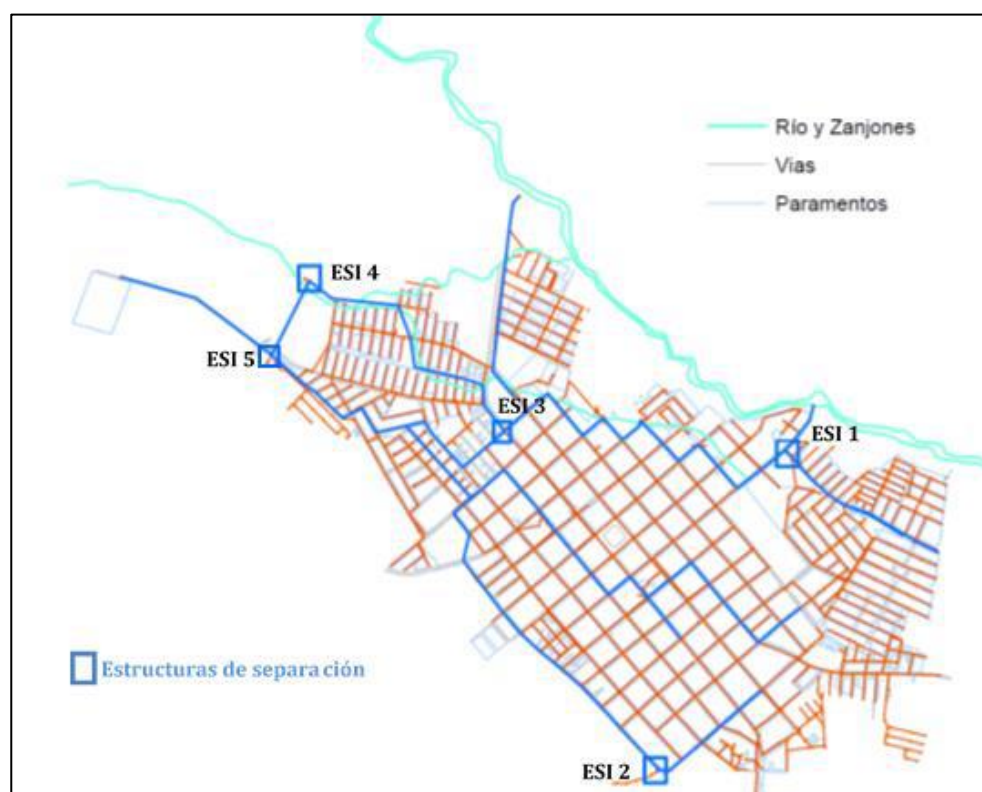


Figura 27. Ubicación de las estructuras de separación
Fuente: EcoinTEGRAL Ltda. (2019)



Figura 28. Estructuras de separación inspeccionadas

El colector combinado de mayor tamaño en la red presenta un diámetro de 1,3 m y estructura en HR; recibe gran parte de las aguas combinadas que drenan del municipio y las conduce hacia el sector de la planta de tratamiento, que se encuentra fuera de servicio. La ES-5 que se encuentra previo a la descarga del emisor principal, deriva el exceso pluvial hacia el zanjón Tamboral. Cabe mencionar que en la actualidad parte de las aguas sanitarias se encuentra drenando al mismo zanjón dado el mal estado del emisor final (Ecointegral Ltda., 2019). La Figura 29, muestra el vertimiento principal del alcantarillado.



Figura 29. Descarga al zanjón Tamboral
Fuente: Cifuentes, 2022

El colector de la carrera 3, transporta caudales combinados hasta la *ES-2* localizada en el barrio El Cairo, la cual tiene su conducto de fuga hacia una acequia del sector; en verano el agua residual continua hacia la calle 11 en dirección a la zona donde se ubica el sistema de tratamiento (Ecointegral Ltda., 2019).

En la Carrera 16 con Calle 7, se encuentra ubicada la *ES-3*. Debido a su ubicación en la zona céntrica de la localidad su descarga de excesos no se realiza sobre alguna fuente hídrica, sino que se entrega sobre un canal existente al interior de la zona denominada Club de Leones. Así pues, la *ES-3* entrega el caudal de excesos hacia el colector que conduce a la *ES-4*, y la derivación de las aguas sanitarias se conduce hacia la zona de la PTAR.

En el sector Las Vegas/Marsella, se ubica la *ES-1* con su conducto de exceso hacia el río Bolo. El mal funcionamiento de esta estructura genera la formación de un Vertimiento Puntual Colectivo – VPC en esta zona de la localidad. Adicional a esto, en el sector se ubican asentamientos humanos de desarrollo incompleto con conexiones fraudulentas de vertimientos sanitarios al conducto de fuga de la *ES-1* lo que contribuye a agudizar la problemática (Ecointegral Ltda., 2019).

En la actualidad, las aguas residuales de la zona urbana de Pradera no reciben tratamiento antes de ser vertidos a los cuerpos receptores. Lo anterior debido a que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR de la localidad, construida entre los años 2009 y 2010 se encuentra fuera de servicio, entre otros aspectos por problemas de índole administrativo y operativo que condujeron al abandono de la infraestructura en una zona con problemas de seguridad, lo que derivó en su desmantelamiento (Ecointegral Ltda., 2019).

6.3.4.1. Descripción del sistema de alcantarillado del corregimiento La Granja

El alcantarillado del centro poblado del corregimiento La Granja está conformado por dos tramos, el primero de ellos ubicado en el sector Luis Carlos Galán, que cuenta con cinco (5) cámaras de inspección y termina en un tanque séptico que vierte su efluente en la acequia Bolito; este tramo se encuentra en regular estado y una de sus cámaras se rebosa, lo que representa un riesgo sanitario para la comunidad circundante. El segundo tramo, que inicia en el sector INCORA y finaliza en El Triunfo, comprende catorce (14) cámaras de inspección. El corregimiento contaba con una Estación de Bombeo de Aguas Residuales – EBAR con la que se impulsaba el agua residual doméstica producida en la zona, hasta una cámara de inspección del alcantarillado de la cabecera. Sin embargo, esta se encuentra fuera de operación y sus equipos han sido hurtados, lo que provoca que el agua residual del corregimiento se descargue directamente sobre la acequia el Bolito.

6.3.4.2. Conexiones Erradas

El alcantarillado de la cabecera municipal de Pradera se diseñó originalmente como un sistema para la recolección y transporte de aguas residuales sanitarias, al que se le incorporaron descargas pluviales con el fin de mitigar las problemáticas asociadas al drenaje de estos caudales.

La incorporación del agua lluvia a la red sanitaria en la que predominan colectores de diámetros pequeños (más del 50% de los colectores tiene un diámetro de 8”), supera la capacidad hidráulica en tramos críticos del sistema y deriva en la ocurrencia de rebose en cámaras de inspección, e inundación en zonas periféricas del casco urbano (Ecointegral Ltda., 2019).

Por tal motivo, se puede concluir que los aportes pluviales a los colectores y cámaras del alcantarillado son conexiones erradas al sistema de drenaje, dado que su acopio no fue contemplado en el diseño original de la red, y su incorporación genera los problemas hidráulicos al sistema ya descritos.

6.3.5. Descripción de la Infraestructura existente y diagnóstico del sistema de recolección, transporte y manejo de aguas lluvias.

Debido a la topografía plana de la localidad, la principal estrategia de drenaje pluvial consiste en la captación del agua lluvia a través de un sistema de sumideros instalados en diferentes sectores de la población (Ecointegral Ltda., 2019). Cabe recalcar que, de acuerdo con lo informado por el funcionario que acompañó la visita, dichos sumideros se han conectado en su gran mayoría a colectores que no tienen la capacidad hidráulica para recibir los altos caudales pluviales, por lo que se generan problemáticas en la operación de la red. Por otra parte, también se emplea en el drenaje de agua lluvia estrategias como el escurrimiento directo sobre las vías, y su conducción mediante cunetas paralelas a estas (Figura 30).



Figura 30. Estrategia de drenaje pluvial a través de cunetas y rejillas de captación

Fuente: EcoinTEGRAL Ltda. (2019)

El sector de la urbanización Serrezuela cuenta con una red pluvial con sumideros para la captación de agua lluvia, la cual descarga sobre el río Bolo. Dicha red fue construida con el objetivo de mitigar los efectos de las constantes inundaciones que afectaban la zona, pero el deficiente mantenimiento de los sumideros hace que no cumpla adecuadamente la función para la cual fue construida. La Figura 31 muestra cárcamos y sumideros en el sector de Serrezuela.



Figura 31. Captación pluvial mediante sumideros en la urbanización Serrezuela

Por otra parte, en el sector del barrio Berlín existe un canal revestido de aproximadamente 500 metros de longitud que intercepta el agua lluvia que escurre desde el oriente hacia la zona urbana, y la descarga sobre el río Bolo. Durante la visita técnica a campo se encontró que dicho canal presenta un deficiente estado de mantenimiento, lo que permite inferir que su funcionamiento hidráulico es también deficiente (Figura 32).



Figura 32. Canal interceptor barrio Berlín

Finalmente, como parte del manejo pluvial en Pradera se cuenta con cinco (5) estructuras de separación ubicadas en distintos puntos de la localidad para la gestión de los excesos pluviales. Dichas estructuras y su ubicación ya fueron descritas en la Tabla 38. Cabe mencionar que su operación y mantenimiento no es óptimo.

6.3.6. Determinación del área de drenaje

A partir del análisis de las curvas de nivel se pudo establecer que la cabecera municipal de Pradera presenta tres (3) subcuencas de drenaje: el *área de drenaje 2* ubicada al norte de la localidad con una extensión de 39,62 ha, que orienta el escurrimiento hacia el río Bolo, el *área de drenaje 3* con una extensión aproximada de 90 ha ubicada en el sur de la cabecera que hace lo propio hacia la quebrada El Cairo, y por último el *área de drenaje 1* que presentan la mayor extensión con 122, 27 ha, ubicada en la zona centro que corresponde a la zona donde se encontraban antiguamente zanjones como el Bolito, que fueron “secados” en el proceso de urbanización no planificada; este sector actualmente es una zona crítica de inundación dado que durante el invierno el agua lluvia ocupa las zonas naturales de drenaje de los antiguos cauces. El área total de drenaje en Pradera es de 251,95 ha. La Figura 33 presenta de forma esquemática el drenaje pluvial en el casco urbano.

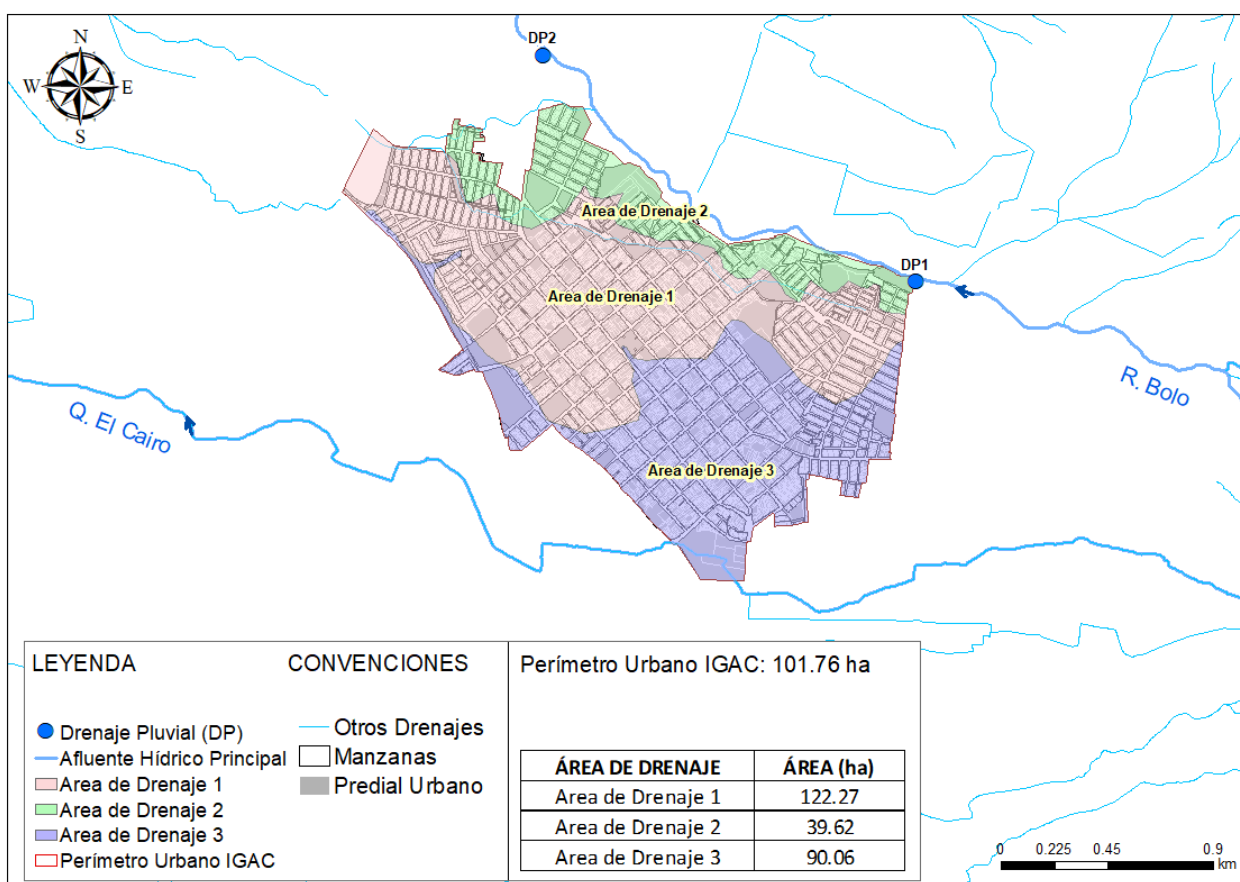


Figura 33. Áreas de drenaje pluvial
Fuente: Cifuentes, (2022)

6.3.6.1. Identificación y georreferenciación de puntos de descarga pluvial

Cifuentes (2022) identificó los puntos de descarga pluvial presentado en la Tabla 39

Tabla 39. Descripción de descargas pluviales

DESCARGA	COORDENADAS		FUENTE RECEPTORA	OBSERVACIONES
DP-1	Latitud	3°25'19,63" N	Río Bolo	Corresponde a la descarga del canal Berlín
	Longitud	76°13'53,17" W		
DP-2	Latitud	3°25'50,90" N	Río Bolo	Corresponde a la descarga del alcantarillado pluvial de la urbanización Serrezuela
	Longitud	76°16'48,45" W		

6.4. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Mediante contrato licitado por la CVC en el año 2007 por un valor de \$ 4.549.202.083, se dio vía libre a la construcción de la PTAR para la cabecera municipal de Pradera, la cual se concluyó entre el año 2009 y 2010, mismo periodo en el que entró en operación.

La tecnología construida incluyó una estación de bombeo, sistema de tratamiento preliminar con rejillas de cribado y desarenador, tratamiento anaerobio mediante un reactor UASB, filtro percolador y sedimentación secundaria. Adicionalmente, se construyeron lechos de secado para el tratamiento de lodos (Ecointegral Ltda., 2019).

Sin embargo, debido a problemas de índole administrativo y operativo la planta cayó en abandono; fueron hurtados los equipos en todas las etapas de tratamiento y la infraestructura en general se deterioró a tal punto que está completamente inoperante en la actualidad. La Figura 34, presenta algunas evidencias del estado avanzado de deterioro de la infraestructura de la PTAR.



Figura 34. Estado actual de las unidades de tratamiento en la PTAR de Pradera
Fuente: Ecointegral Ltda. (2019)

Dado que la PTAR se encuentra fuera de servicio, el agua residual que alcanza la zona de tratamiento es orientada mediante diques (costales llenos de arena) hacia canales perimetrales que la usan para el riego de cultivos de caña de azúcar como se muestra en Figura 35.



Figura 35. Uso de agua residual afluente a la PTAR para el riego agrícola

Fuente: EcoinTEGRAL Ltda. (2019)

Teniendo en cuenta lo anterior, se describen las características generales del terreno donde se ubican actualmente las instalaciones en desuso de la PTAR. Se trata de un terreno de 2,7 ha al noroccidente del casco urbano en el corregimiento de Bolo Hartonal, a una distancia aproximada de 700 metros del punto de vertimiento principal del alcantarillado denominado VPC-1. La Tabla 40, presenta la georreferenciación del lote donde se asienta la infraestructura de tratamiento existente.

Tabla 40. Ubicación del terreno de la PTAR

PUNTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
Esquina 1	3°25'41.80" N	76°15'32.97" W
Esquina 2	3°25'40.46" N	76°15'28.55" W
Esquina 3	3°25'36.39" N	76°15'35.05" W
Esquina 4	3°25'34.65" N	76°15'30.86" W

Actualmente, mediante Resolución No. 394 100-54-02 del 14 de agosto de 2019, se adjudica a TX-SEINCO S.A.S. E.S.P. el proceso de contratación mediante licitación pública No. 02-PRADERA-2019 cuyo objeto es “CONTRATAR MEDIANTE UN PROCESO DE CONCESIÓN LA REHABILITACIÓN, INVERSIÓN, MEJORAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-PTAR DEL MUNICIPIO DE PRADERA-VALLE DEL CAUCA” (Ver **Anexo 5**) como operador de la PTAR del municipio de Pradera. TX-SEINCO S.A.S. E.S.P. suministró sus planes operativos del proyecto de rehabilitación, operación y mantenimiento de la PTAR de Pradera (Ver **Anexo 6**)

7. VERTIMIENTOS

Acorde con el Decreto 1076 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015), un vertimiento líquido es “cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado”. Por otro lado, el Decreto 2667 de 2012 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012), proporciona un concepto más completo sobre lo que es en general un vertimiento: “cualquier descarga final al recurso hídrico, de un elemento, sustancia o compuesto que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios o aguas residuales”. Como se observa, la primera definición refiere a que el vertimiento puede ser en un cuerpo de agua o un alcantarillado, sin embargo, para efectos del presente documento, los vertimientos serán referidos solo a las descargas existentes a cuerpos de agua como lo compila el Decreto 1076 de 2015.

De otro lado, el concepto específico de vertimiento puntual se expresa teniendo en cuenta el Artículo 3 de este mismo Decreto, el cual indica que un vertimiento puntual directo al recurso hídrico “es aquel vertimiento realizado en un punto fijo y directamente al recurso hídrico”. Adicionalmente, teniendo en cuenta el Artículo 2.2.3.3.1.2 del Decreto 1076 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015), se deduce que vertimiento puntual es aquel en el cual se puede precisar el punto exacto de descarga al recurso. Es decir, que puede ser una descarga proveniente de un alcantarillado colectivo (canal cerrado) o una descarga directa proveniente de una vivienda o grupo pequeño de viviendas cercanas al recurso.

La identificación de los vertimientos puntuales fue realizada a partir de la información recolectada en campo.

7.1. TIPOS DE VERTIMIENTOS

A continuación, se hará referencia a dos (2) tipos de vertimientos puntuales:

- Vertimiento Puntual Colectivo (VPC). Proveniente del sistema de alcantarillado con descarga a fuente hídrica.
- Vertimiento Puntual Directo (VPD). Generados por una vivienda o pequeño grupo de viviendas que descargan a fuente hídrica.

7.2. VERTIMIENTOS PUNTUALES

7.2.1. Vertimientos Puntuales Colectivos – VPC

Se identificaron un total de dos (2) Vertimientos Puntuales Colectivos – VPC, localizados en la cabecera municipal. La Tabla 41, presenta la descripción detallada de cada uno de los VPC identificados.

Tabla 41. Inventario de Vertimientos Puntuales Directos – VPC

VERTIMIENTO	COORDENADAS		FUENTE RECEPTORA	OBSERVACIONES
VPC-1	Longitud	76°15'11,60" W	Zanjón Tamboral	Vertimiento principal del alcantarillado que descarga mediante cabezal de 1,30 m. Se produce por el conducto de fuga de la ES-5
	Latitud	3°25'31,02" N		
VPC-2	Longitud	76°14'9,31" W	Rio Bolo	Ubicado en el sector de Las Vegas. Se produce debido al colapso del colector Bolito que provoca una mala operación de la ES-1
	Latitud	3°25'25,22" N		
	Latitud	3°24'4,34" N		

Fuente: Cifuentes (2022)

De acuerdo con lo anterior, la Figura 36 presenta de forma esquemática la ubicación de los VPC en el mapa de Pradera.



Figura 36. Ubicación de los VPC 1-2

7.2.2. Vertimientos Puntuales Directos – VPD y/o Usuarios No Conectados UNC

Para definir el concepto de Usuario No Conectado se debe establecer en principio el concepto de usuario. Este concepto fue inicialmente definido en el Decreto 1594 de 1984 (Ministerio de Agricultura, 1984) y compilado por el Decreto 1076 de 2015, indicando respecto al tema de saneamiento, que “es usuario toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que cuya actividad pueda producir vertimiento directo o indirecto al recurso”.

En la Ley 142 de 1994 (Congreso de la República de Colombia, 1994) y de igual manera en el Decreto 302 de 2000 (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000), (actualmente compilado en el Decreto 1077 de 2015), y la resolución 0330 de 2017 - Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2017 (Resolución 0330 de 2017, 2017), usuario se define como: “Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público domiciliario, bien como

propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio”. Por otro lado, como complemento a la anterior definición se encuentra el Decreto 2667 de 2012 (Compilado por el Decreto 1076 de 2015) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012) el cual define como usuario a “toda persona natural o jurídica, de derecho público o privado, cuya actividad produzca vertimientos puntuales”.

Para efectos del presente documento y acorde con las definiciones anteriormente planteadas, los usuarios no conectados se toman como los usuarios (viviendas) que no se benefician con la prestación del servicio de alcantarillado facilitado por la empresa existente en el municipio y que por lo tanto realizan un vertimiento puntual directo a la fuente receptora (actualmente río Bolo).

A partir del recorrido al municipio, y de acuerdo con información suministrada por los operadores de ACUAVALLE S.A. E.S.P. que realizaron el acompañamiento, se identificó el Vertimiento Puntual Directo – VPD correspondiente a Usuarios No Conectados- UNC del sector denominado Las Vegas que se muestran en la Tabla 42. Cabe aclarar que, las coordenadas son aproximadas de la zona y que no fue posible identificar el número de viviendas asociadas debido a problemas de seguridad. Sin embargo, en información recopilada y suministrada por el municipio (Sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00, ver **Anexo 7**), se indica que, en su momento, se estimaron aproximadamente 130 viviendas localizadas en los barrios Marsella, Primero de Mayo, Las Vegas y el sector La Playita que se encuentran en riesgo de destrucción y que son generadoras del VPD identificado. Para la situación anteriormente descrita, se adelantan una serie de proyectos adelantados por el municipio relacionados con la reubicación de las familias que habitan los sectores en mención (Ver **Anexo 8**).

Tabla 42. Inventario de Vertimientos Puntuales Directos

VERTIMIENTO	COORDENADAS		FUENTE RECEPTORA	OBSERVACIONES
VPD-1	Longitud	3° 25' 24.05" N	Rio Bolo	En el sector se ubican asentamientos humanos de desarrollo incompleto por lo que hay múltiples vertimientos directos. No fue posible cuantificarlos por ser un sector con complejidades de orden público
	Latitud	76° 14' 10.58" W		



Figura 37. Asentamiento de desarrollo incompleto que realiza VPD al río Bolo

8. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

El muestreo de agua residual y fuentes receptoras reviste especial importancia en la construcción participativa de estrategias orientadas a disminuir el grado de contaminación de las fuentes hídricas, siendo una herramienta base para la conceptualización de diseños de sistemas de tratamiento, verificación del cumplimiento de la normatividad vigente o la implementación de un sistema de gestión. Al respecto, Saneamiento Ambiental SAAM S.A.S, ejecutó el monitoreo en el municipio de Pradera el día 31 de agosto del año 2021, de acuerdo con la Resolución de acreditación 0394 de 7 mayo 2021 expedida por el IDEAM, conforme a la metodología SM 1060 y los lineamientos de su sistema de gestión, en los puntos de referencia suministrados por las partes interesadas para este informe.

Saneamiento Ambiental – SAAM S.A.S, ejecutó la jornada de monitoreo contando con personal competente que trabaja imparcialmente conforme el sistema de gestión. El punto de vertimiento se monitoreó en una jornada de 24 horas, dividida en dos jornadas de 12 horas cada una (7:00-19:00 J1; 19:00-7:00 J2). Para cada jornada se colectó una muestra compuesta por alícuotas tomadas cada hora, de igual manera se realizó el aforo de caudal y medición de parámetros *in situ* según los planes de muestreo. El monitoreo se realizó sobre el VPC-1 en dos (2) jornadas de doce (12) horas para un monitoreo total de veinticuatro (24) horas. La Tabla 43 y la Figura 38 muestran la descripción general de los puntos de monitoreo de agua residual y su ubicación en el municipio.

Tabla 43. Descripción puntos de monitoreo de agua residual

PUNTO DE MONITOREO	COORDENADAS	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO	MÉTODO DE AFORO
V1	3° 25' 31.41" N 76° 13' 12.05" W	Vertimiento principal del alcantarillado sobre el zanjón Tamboral	Área por secciones y velocidad por flotadores

Fuente: SAAM S.A.S. (2021)



Figura 38. Punto de monitoreo de vertimiento en Pradera

Fuente: SAAM S.A.S. (2021)

9. FUENTES DE AGUA RECEPTORAS

El muestreo de agua residual y fuentes receptoras reviste especial importancia en la construcción participativa de estrategias orientadas a disminuir el grado de contaminación de las fuentes hídricas, siendo una herramienta base para la conceptualización de diseños de sistemas de tratamiento, verificación del cumplimiento de la normatividad vigente o la implementación de un sistema de gestión. Al respecto, Saneamiento Ambiental SAAM S.A.S, ejecutó el monitoreo en el municipio de Pradera el día 31 de agosto del año 2021, de acuerdo con la Resolución de acreditación 0394 de 7 mayo 2021 expedida por el IDEAM, conforme a la metodología SM 1060 y los lineamientos de su sistema de gestión, en los puntos de referencia suministrados por las partes interesadas para este informe.

9.1. DESCRIPCIÓN FUENTE RECEPTORA

La principal fuente receptora de aguas residuales de la cabecera municipal de Pradera es el río Bolo, el cual nace en la cordillera Central, a una altura aproximada de 3.800 metros sobre el nivel del mar, y confluye con el río Fraile para formar el río Guachal, el cual entrega sus aguas en la margen derecha del río Cauca.

La cuenca del río Bolo tiene un área aproximada de 370 Km², presenta una longitud aproximada de 64 km y sus principales afluentes son los ríos Aguaclara, Bolo Blanco, Bolo Azul y las quebradas El Silencio, El Danubio, Los Negros, El Muerto, Tamboral, El Tablón y La Leona (CVC, 2012).



Figura 39. Río Bolo, municipio de Pradera – Valle del Cauca
Fuente: EcoinTEGRAL Ltda., 2019

9.2. CARACTERIZACIÓN FUENTE RECEPTORA

Para determinar la calidad de la fuente receptora, el día 31 de agosto de 2021 Se realizó el monitoreo del río Bolo antes (F1) y después (F2) de los vertimientos con la finalidad de conocer la influencia de estos sobre la calidad del cuerpo superficial. La duración del monitoreo fue de 8 horas (8:00-16:00). Para cada jornada se colectó una muestra compuesta por alícuotas tomadas cada hora, de igual manera se realizó el aforo de caudal y medición de parámetros *in situ* según los planes de muestreo.

La Tabla 44 presenta la descripción de los puntos de monitoreo y el método de aforo desarrollado en cada caso. Por su parte, la Figura 40 presenta la ubicación en terreno de cada punto monitoreado.

Tabla 44. Descripción puntos de monitoreo de agua residual

PUNTO DE MONITOREO	COORDENADAS	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO	MÉTODO DE AFORO
Aguas arriba (F1)	3° 25' 17,89" N 76° 13' 45,75" W	Sección en el río Bolo antes de pradera	Área por secciones y velocidad por moliente
Aguas abajo (F2)	3° 25' 51,79" N 76° 14' 43,91" W	Sección en el río Bolo después del puente de pradera	Área por secciones y velocidad por moliente

Fuente: SAAM S.A.S (2021).



Figura 40. Ubicación de los puntos monitoreados sobre el río Bolo.

Fuente: SAAM S.A.S (2021).

La Tabla 45, presenta el resumen de los resultados de la caracterización del río Bolo antes y después de la descarga de los vertimientos monitoreados.

Tabla 45. Resultados de laboratorio reportados para la fuente receptora

PARAMETRO		UNIDAD	RESULTADOS	
			F1	F2
1	pH máximo	Unidad	7,32	8,14
2	pH mínimo	Unidad	6,91	7,81
3	Temperatura Máxima	°C	21,20	22,70
4	Conductividad Eléctrica	uS/cm	193,70	286,70
5	Oxígeno Disuelto	mg/L O ₂	4,70	5,83
6	Demanda Química de Oxígeno	mg/L O ₂	<50,00	<50,00
7	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L O ₂	<10,00	<10,00
8	Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	<8,00	<8,00

	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	
			F1	F2
9	Grasas y Aceites	mg/L	13,40	14,00
10	Turbiedad	UNT	2,20	0,30
11	Nitratos	mg/L	0,40	0,40
12	Fosfatos	mg/L	<0,10	<0,10
13	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	113,00	210,000
14	Coliformes Totales	NMP/100 mL	17000,00	750000,00

Fuente: Fuente: SAAM S.A.S (2021).

De acuerdo con los resultados de laboratorio, no se observa una variación en los parámetros indicadores de contaminación DBO₅, DQO y SST que evidencien una afectación asociada al vertimiento. Incluso se observa la recuperación aguas bajo del cauce en términos de oxígeno disuelto lo que indica una buena capacidad de autodepuración del río Bolo; en los dos puntos evaluados, el oxígeno disuelto se encuentra por encima de los 4 mg/L que se considera el límite inferior a partir del cual se pone en riesgo la supervivencia de la vida acuática. Sin embargo, se observa una pérdida de calidad microbiológica que puede evidenciarse en el aumento aguas abajo en la concentración de coliformes fecales y totales. Esto limita los usos posibles para la fuente superficial, como el agrícola o para consumo, debido a los riesgos sanitarios que implican los microorganismos presentes

9.3. CALIDAD DE LA FUENTE RECEPTORA

Para el análisis de la calidad del agua de la fuente receptora se tuvo en cuenta los Índices Físicoquímicos de Calidad de Agua: Índice de Calidad de Agua (ICA) en Corrientes Superficiales (IDEAM, 2011) e Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO).

9.3.1. Índice de Calidad de Agua ICA-NSF

El Índice de calidad del agua desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos (NSF) determina condiciones físicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua, permite reconocer en un intervalo de tiempo específico problemas de contaminación en un punto determinado y puede representar el estado en general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos (SNET, 2012). Este índice utiliza nueve (9) subíndices como variables de respuesta igual número de parámetros que reflejan la calidad entre 0 y 100 según las curvas de función establecidas por el método, dependiendo de la concentración del parámetro relacionado y el peso relativo establecidos según la Tabla 46 (Jiménez y Vélez, 2006).

Tabla 46. Pesos relativos subíndices ICA NSF

	PARAMETRO	UNIDADES	PESO PONDERADO
1	Oxígeno Disuelto	% de saturación	0,17
2	Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	0,08
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L O ₂	0,1
4	Temperatura	°C	0,1
5	pH	Unidades de pH	0,12
6	Turbiedad	NTU	0,08
7	Fosfatos	mg/L PO ₄ -P	0,1
8	Nitratos	mg/L NO ₃	0,1
9	Coliformes Fecales	#/100 mL	0,15

Fuente: SAAM S.A.S. (2021).

El valor obtenido es transformado en una característica que define la calidad final del agua acuerdo con la escala de clasificación mostrada en la Tabla 47.

Tabla 47. Clasificación ICA NSF

CALIFICACIÓN DE CALIDAD	VALOR
EXCELENTE	91-100
BUENA	71-90
MEDIA	51-70
MALA	26-50
MUY MALA	0-25

Fuente: SAAM S.A.S. (2021)

A través de este índice, se busca hacer visible los cambios en la calidad del agua en tramos particulares: aguas arriba (F1) y aguas abajo (F2) de la descarga hacia la fuente receptora en el tiempo del monitoreo. Los resultados de ICA NSF se registran en la siguiente Tabla 48 para F1 y F2.

Tabla 48. Resultado índice ICA NSF

PUNTO	ICA	CALIFICACIÓN
Aguas arriba F1	70,05	Buena
Aguas abajo F2	69,15	Media

Fuente: SAAM S.A.S. (2021)

El resultado del índice ICA-NSF da a entender que el tramo estudiado presenta características de calidad **Buena** en F1 y pasa a calidad **Media** en F2; lo anterior debido a que los parámetros que integran el índice presentan variaciones representativas en las características microbiológicas en el punto F2.

9.3.2. Índice de Contaminación por Materia Orgánica – ICOMO

Para analizar la contaminación por materia orgánica que usualmente es la de mayor interés, se empleó el ICOMO propuesto por Ramírez, Restrepo y Viña (1997) definido de forma concreta, sin interferencias o ruidos causados por el comportamiento de otras variables. Este indicador se define como el valor promedio de los índices de tres variables; DBO₅, coliformes totales y porcentaje de saturación del oxígeno. Los ICOMO tienen un rango de variación entre 0 y 1 (Tabla 49), donde el aumento desde el valor más bajo se relaciona con el aumento de contaminación en el cuerpo del agua

(Ramírez, Restrepo y Viña, 1997).

Tabla 49. Clasificación ICOMO

CALIFICACIÓN DE CALIDAD	VALOR
NINGUNO	0- 0,2
BAJA	>0,2-0,4
MEDIA	>0,4-0,6
ALTA	>0,6-0,8
MUY ALTA	>0,8-1

Fuente: SAAM S.A.S. (2021.)

La Tabla 50, registra el índice ICOMO calculados para cada punto en la fuente.

Tabla 50. Resultado índice ICOMO

PUNTO	ICA	CALIFICACIÓN
Aguas arriba F1	0,70	Alta
Aguas abajo F2	0,67	Alta

Fuente: SAAM S.A.S. (2021).

Según la calificación ICOMO obtenida y los resultados generales para la fuente, a pesar de que no se tienen variaciones representativas respecto a los parámetros que tienen incidencia por el aporte de la materia orgánica, el índice refleja una sensibilidad a las concentraciones de coliformes totales presentes en los puntos estudiados, la fuente receptora recibe una calificación de contaminación como Alta en F1 y F2.

Se hace notable la influencia de la cantidad de coliformes, por lo cual se infiere que ya se presenta una contaminación a priori al tramo en estudio, por lo que es considerable analizar qué tipo de actividades podrían estar interviniendo en la calidad agua arriba, además es importante considerar que este parámetro microbiológico es analizado sobre una muestra puntual por lo cual el índice es influenciado a la condición sucedida en el momento de la toma de muestra.

9.3.3. Análisis de impactos por cargas vertidas en los objetivos de calidad del recurso hídrico

Se realizó la evaluación de la calidad fisicoquímica del agua superficial en estudio respecto a los objetivos de calidad fijados mediante Resolución 0298 de abril de 2023 “Por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad y se consulta la propuesta de metas de reducción para la cuenca del río Cauca” por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Para el caso del casco urbano de Pradera, los objetivos de calidad de agua son los correspondientes al Tramo IIB del río Cauca entre la bocatoma de EMCALI hasta la estación Vijes. La Figura 41 y la Figura 42 presentan de forma esquemática la dinámica del río Bolo, que hace parte de la subcuenca del río Fraile, hasta su desembocadura sobre el río Cauca. Por su parte la tabla 51 presenta los objetivos de calidad de agua para el tramo en cuestión.

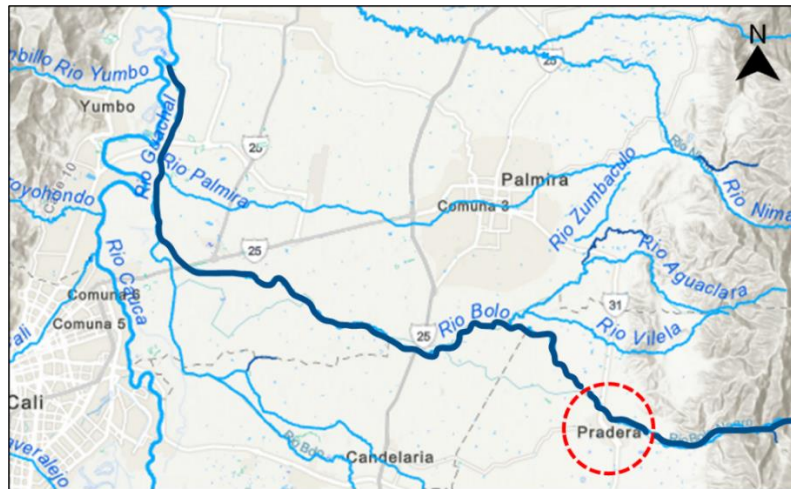


Figura 41. Fuentes receptoras de vertimientos en Pradera y descarga al río Cauca-Tramo IIB



Figura 42. Detalle de la descarga al río Cauca en el tramo IIB

Tabla 51. Objetivos de calidad del río Cauca-Tramo IIB

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
IIB Desde: Bocatoma de EMCALI - Hasta: Estación Vijos	Estético		Pb	(mg/L)	≤0,05	≤0,05	≤0,05
			Se	(mg/L)	≤0,01	≤0,01	≤0,01
			Sulfatos	(mg/L)	≤400,00	≤400,00	≤400,00
			Tensioactivos (Sustancias activas de azul de metileno)	(mg/L)	≤0,50	≤0,50	≤0,50
		Puerto Isaacs	No se aceptará película visible de grasa y aceites flotantes, materiales flotantes, radioisótopos y otros no removibles por tratamiento convencional que puedan afectar la salud humana				
			Oxígeno disuelto	(mg/l)	≥3,00	≥3,00	≥4,00
			DBO ₅	(mg/l)	≤7,00	≤5,00	≤5,00
			NO ₃	(mg/l)	≤10,00	≤10,00	≤10,00
			SST	(mg/l)	≤150,0	≤120,0	≤100,0
			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00
			pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00
			Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana				
			Ausencia de grasas y aceites que formen película visible				
			Ausencia de sustancias que produzcan olor				
		Vijos	Oxígeno disuelto	(mg/l)	≥1,20	≥1,20	≥4,00
			DBO ₅	(mg/l)	≤7,00	≤5,00	≤5,00
			NO ₃	(mg/l)	≤10,00	≤10,00	≤10,00
			SST	(mg/l)	≤150,0	≤120,0	≤100,0
			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00
			pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00
			Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana				
			Ausencia de grasas y aceites que formen película visible				
			Ausencia de sustancias que produzcan olor				

Fuente: CVC (2023)

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el análisis de la fuente receptora (Tabla 45) se concluye que la calidad del agua vertida por el río Bolo no se ajusta a los objetivos de calidad definidos para el tramo IIB del río Cauca de acuerdo con la Resolución 0298 de 2023. Esto se debe principalmente al elevado nivel de coliformes totales y fecales, que se están descargando sobre la fuente receptora; de igual manera el oxígeno disuelto, el cual se encuentra muy por debajo por lo exigido por la norma

En ese sentido, se deben tomar las acciones necesarias para la implementación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales del municipio, que permita ajustar el vertimiento a los valores normativos consignados en la Resolución 0631 de 2015 para vertimientos del sistema público de alcantarillado. Lo anterior con el objetivo de contrarrestar el impacto que puede ejercer el río Bolo sobre la calidad del Cauca al recibir sus aguas.

10. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para el análisis de la situación actual del casco urbano del municipio de Pradera, se utilizó la metodología de la computadora de papel, descrita en la guía metodológica para la formulación de los PSMV, que utiliza la construcción secuencial de una matriz cuadrada de doble entrada, cuyas filas y columnas presentan las mismas variables, previamente identificadas como las esenciales para entender la problemática. La matriz es evaluada por el nivel de incidencia de cada una de las variables sobre las demás, lo que permite determinar el grado de influencia y dependencia entre las variables analizadas.



Figura 43. Socialización avances de PSMV con el Municipio y ACUAVALLE S.A. E.S.P.

10.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

La definición de las variables que serán usadas para el desarrollo de la computadora de papel, parten del trabajo de campo realizado previamente que permitió generar un panorama de la situación que actualmente se presenta en la cabecera del municipio de Pradera respecto a los tipos de vertimientos y establecer las condiciones que no permiten un adecuado manejo de las aguas residuales de la cabecera del municipio de Pradera, condiciones que se encuentran afectando actualmente las características naturales del río Bolo y Zanjón Tamboral.

Tabla 52. Variables esenciales definidas para el desarrollo de la “computadora de papel

No.	TÍTULO LARGO	TÍTULO CORTO	DESCRIPCIÓN
1	Vertimientos Puntuales Colectivos de ARD	VPC ARD	En el municipio de Pradera se ha concebido un sistema de alcantarillado sanitario. Se realiza la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas para ser conducidas a través de colectores que descargan en el zanjón Tamboral. Existe otro VPC ubicado en el sector de Las Vegas. Se produce debido al colapso del colector Bolito que provoca una mala operación de la ES-1.
2	Vertimientos Puntuales Directos de ARD	VPD ARD	En el municipio de Pradera se presentan asentamientos humanos cerca de las orillas del río Bolo y se presume vertimientos puntuales directos en la zona que fue difícil de acceder por la inseguridad que se presenta en las zonas.
3	Asentamientos Humanos con Desarrollo Incompleto	AHDI	En algunas zonas se presenta asentamiento de personas de origen ilegal que, se adaptan a la condición en la que viven buscando soluciones de saneamiento según estén a su alcance, es decir, realizan obras sin sustento técnico para acceder al servicio de alcantarillado o en el peor de los casos, crean un vertimiento de aguas residuales domésticas directo al suelo. Uno de los puntos agravantes de la situación es que en las zonas en mención se generan altos índices de inseguridad, lo que no permite el fácil acceso al sitio.
4	Calidad de la fuente	CFR	El sistema de alcantarillado actual contempla la recolección de las aguas residuales domésticas mediante colectores haciendo la recolección y transporte rodeando el municipio para interceptar las aguas residuales domésticas y llevarlas a la zona de tratamiento, a fin de evitar vertimientos hacia el zanjón Tamboral que posteriormente conecta con el río Bolo; sin embargo, a la fecha no hay tratamiento dado que la PTAR construida fue desequipada y está fuera de funcionamiento. Las aguas residuales llegan a la estructura de separación existente y drenan gran cantidad de las aguas residuales domésticas hacia el zanjón Tamboral.
5	Estado del alcantarillado sanitario	EALCS	Actualmente el alcantarillado funciona adecuadamente, a pesar de que hay tramos que sugieren haber sido construidos hace tiempo y tal vez haber cumplido su periodo útil. No obstante, existen algunas dificultades de mantenimiento de éstos, ya que este solo se hace de forma correctiva, mas no preventiva. El sistema funciona a gravedad desde la recolección y transporte hasta la zona de vertimiento.
6	Inexistencia de alcantarillado pluvial	NO ALCPL	En algunas zonas del municipio existen canales y colectores que se han destinado a la evacuación de aguas lluvias, éstos derivan hacia cauces naturales que se mezclan con vertimientos de aguas residuales domésticas que igual confluyen a la misma zona, generando si no inundaciones, contaminación de fuentes hídricas.
7	Inexistencia de Tratamiento de ARD	NO PTAR	El deterioro de la calidad de la fuente no puede ser mitigado solo con la intervención de las redes de alcantarillado, debe existir una solución de tratamiento de las aguas residuales domésticas que complete la cadena de valor del servicio de alcantarillado y que tenga efectos positivos en la calidad de la fuente receptora. No se cuenta con la etapa de tratamiento actualmente.
8	Operador Sistema de Tratamiento	OSTAR	Una de las razones que manifiesta el municipio de que la PTAR este fuera de operación es que no fue posible determinar un operador para ese sistema de tratamiento, y por ello, se presentó el incidente de desmantelamiento de las estructuras. Al parecer, según las reuniones establecidas tanto con el municipio como con ACUAVALLE S.A. E.S.P. que es el operador del agua potable y el alcantarillado.

10.2. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

Siguiendo con la metodología recomendada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial que se fundamente en el instrumento de planificación desarrollado por Frederic Vester denominado la computadora de papel se hace el análisis de la relación de efectos entre las variables de acuerdo a los criterios de evaluación que se muestran en la Tabla 53, tal como lo establece la Guía para la Formulación de PSMV (MAVDT, 2005).

Tabla 53. Criterios de valoración de efectos entre variables

CALIFICACIÓN	EFEECTO
0	Sin efecto
1	Efecto mínimo
2	Efecto regular
3	Efecto fuerte

Fuente: (MAVDT, 2005).

El efecto de cada variable sobre las demás se evalúa mediante la calificación que se muestra en la Tabla 53. El suministro de la información a la matriz se realiza entrando siempre por las filas, realizando el cruce de las dos variables que se estén evaluando según el efecto que tiene la variable horizontal sobre la vertical. Es importante resaltar que la calificación dada en el cruce de las variables se realiza apreciando el efecto que a futuro el trabajo sobre la variable puede repercutir positivamente sobre la otra, con el fin de obtener los totales activos y pasivos de las variables.

En la Tabla 54 se muestra la calificación que se ha asignado a las variables en la matriz, donde como ya se mencionó se realiza un análisis de los factores y situaciones que se interrelacionan, donde las posibles intervenciones al problema planteado que es la contaminación al río Bolo por descargas de agua residual, se analizan, observando la respuesta del sistema cuando se hayan aplicado las estrategias planteadas en el corto, mediano y largo plazo.

Tabla 54. Matriz de evaluación de variables esenciales del PSMV del Municipio de Pradera

MATRIZ	VPC ARD	VPD ARD	AHDI	CFR	EALCS	NO ALCPL	NO PTAR	OSTAR
VPC ARD		0	2	3	0	0	1	0
VPD ARD	0		2	3	0	0	1	0
AHDI	3	3		3	0	0	0	0
CFR	0	0	0		0	0	0	0
EALCS	3	3	0	3		0	2	0
NO ALCPL	0	0	0	3	3		2	0
NO PTAR	3	3	0	3	0	0		2
OSTAR	0	0	0	2	0	0	3	

Fuente: Cifuentes, 2022

El cálculo del total de variables activas, críticas, reactivas e indiferentes permite conocer el efecto de la variable sobre las demás, sobre el sistema y el efecto de las demás variables sobre ella también,

es decir el efecto del sistema sobre la variable (MAVDT, 2005).

Tabla 55. Clasificación de variables del PSMV del Municipio de Pradera

N°	VARIABLE	TOTAL PASIVO	TOTAL ACTIVO	CLASIFICACIÓN
1	Vertimientos Puntuales Colectivos de ARD	6	9	Activa
2	Vertimientos Puntuales Directos de ARD	7	6	Activa
3	Asentamientos Humanos con Desarrollo Incompleto	1	9	Activa
4	Calidad de la fuente	20	0	Reactiva
5	Estado del alcantarillado sanitario	12	11	Crítica
6	Inexistencia de alcantarillado pluvial	4	8	Activa
7	Inexistencia de Tratamiento de ARD	11	12	Crítica
8	Operador del Sistema de Tratamiento	4	10	Activa
	Totales	65	65	

De acuerdo con el análisis realizado, se identifica para el municipio de Pradera la siguiente clasificación de variables:

Variable Activa: Tiene un total activo alto y un total pasivo bajo. Influye mucho sobre el sistema, sin sufrir mucho el efecto de las demás variables. Tienen efectos importantes sobre las demás, es decir sobre el sistema en general y deben intervenirse.

- Vertimientos Puntuales Colectivos de ARD
- Vertimientos Puntuales Directos de ARD
- Asentamientos Humanos de Desarrollo Incompleto
- Inexistencia de Alcantarillado Pluvial
- Estado del Alcantarillado Sanitario
- Inexistencia de tratamiento de ARD

Variable Reactiva: Tiene un total activo bajo y un total pasivo alto. Sufre mucho los efectos de las demás variables, sin influir mucho sobre el sistema. Se utilizarán como indicador de cambio o de eficacia de las intervenciones, es decir que serán las variables de control y seguimiento al PSMV.

- Calidad de la fuente

Variable Crítica: Tiene un total activo alto y un total pasivo alto. Sufre mucho los efectos de las demás variables, e influye mucho sobre el sistema. Son variables de alto riesgo lo cual implica una necesidad de hacer seguimiento y análisis muy especial puesto que pueden desestabilizar el sistema en cualquier momento.

- No se presentan variables críticas para el municipio de Pradera

Variable Indiferente: Tiene un total activo bajo y un total pasivo bajo. Sufre pocos efectos de las demás, e influye poco sobre el sistema. Son variables de ensayo y se evalúan con el fin de determinar cómo influyen con las demás y verificar la existencia de relación o refutar su intervención ya sea positiva o negativa en el sistema.

- Operador del Sistema de Tratamiento

Por lo anteriormente encontrado, es claro que para la ejecución del PSMV debe partirse de la necesidad de eliminación de vertimientos de aguas residuales domésticas puntuales y colectivos, reducción de las cargas contaminantes con la implementación del sistema de tratamiento de las aguas residuales y mejorar las condiciones de las redes y estructuras de alcantarillado sanitario, implementar una red de alcantarillado pluvial, reubicar los Asentamientos Humanos de Desarrollo Incompleto y definir el operador del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas a fin de mitigar los impactos de la contaminación por aguas residuales domésticas.

En la Figura 44 se muestra la representación gráfica del sistema de variables donde se ubican las variables definidas como esenciales dentro de cada cuadrante que las ha de delimitar como activas, críticas, reactivas e indiferentes por los resultados obtenidos de la matriz de evaluación de variables esenciales.

Las variables activas como VPD, VPC, AHDI, EALCS, NOALCPL y NOPTAR muestran que son variables que influyen mucho sobre el sistema, pero que no sufren de manera considerable el efecto de las demás variables, también son aquellas variables que deben trabajarse en un período de tiempo corto del cronograma establecido. Estas variables son activas en el sistema pues son las que tienen un efecto directo sobre el sistema que se evalúa, la eliminación de estos vertimientos permite que la calidad de la fuente mejore y se espera que los resultados se puedan observar en el corto plazo.

Para la variable reactiva de la Calidad de la fuente (CFR), se tiene que esta variable sufre mucho por los efectos de las demás variables, donde los vertimientos que se identificaron son la principal causa de la contaminación que tienen que soportar los cuerpos hídricos, a su paso por la cabecera municipal de Pradera. Al verse tan influenciada esta variable por las otras, se identifica que los resultados que puedan observarse en la calidad de la fuente receptora, dependen fuertemente del trabajo que se realice en el corto plazo sobre las variables críticas, que son los diferentes tipos de vertimientos que se han identificado, por tanto, en el mediano plazo (5 años) se plantea que se han de observar mejoras en la calidad de la fuente receptora, gracias a la eliminación de los vertimientos y la construcción de la PTAR.

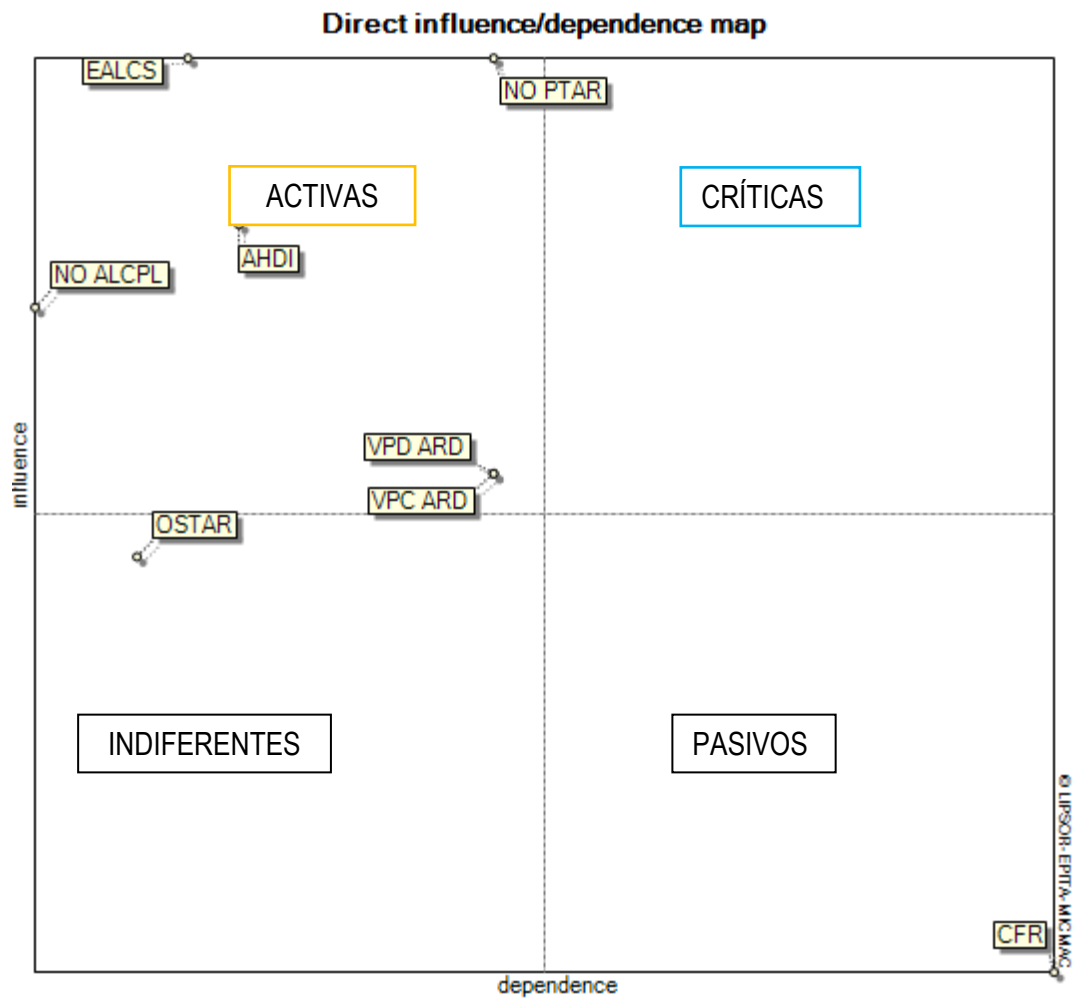


Figura 44. Representación gráfica del sistema de variables evaluadas para el Municipio de Pradera

11. PROSPECTIVA

11.1. ANÁLISIS ESTRATÉGICO

Con base en el análisis de la situación actual respecto a saneamiento y manejo de vertimientos, el análisis de las variables presentado, aunado con la situación encontrada en el diagnóstico realizado, se definen los ejes estratégicos que fundamentan la formulación del PSMV.

11.2. DEFINICIÓN DE EJES ESTRATÉGICOS

Con base en el análisis de la situación realizado para el municipio de Pradera, se definen como ejes estratégicos del PSMV de Pradera, los que se presentan a continuación:

1. Mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, incluyendo la gestión y control sobre los vertimientos puntuales identificados en el municipio.
2. Reducción de cargas contaminantes a través de la implementación de sistema de tratamiento de aguas residuales
3. Fortalecimiento de la institucionalidad relacionada con la gestión de los vertimientos en el municipio, garantizando una prestación sostenible del servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

11.3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

11.3.1. Objetivo General

Mitigar los impactos ambientales sobre las fuentes hídricas asociados a la disposición de aguas residuales domésticas en el marco del cumplimiento de la Resolución 0631 de 2015 o la que la modifique o sustituya.

11.3.2. Objetivos Específicos

- Mitigar el impacto generado por la descarga de las aguas residuales del municipio de Pradera sobre las fuentes hídricas superficiales.
- Recuperar el sistema de tratamiento de agua residual doméstica para el municipio de Pradera.
- Implementar una solución que permita conducir todas las aguas residuales domésticas del corregimiento al lote donde se reconstruirá la PTAR e implementar un sistema de alcantarillado pluvial.
- Diseñar e implementar un programa de concertación pedagógica con el municipio de Pradera, con el fin de dar sostenibilidad a los sistemas propuestos.

11.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS

11.4.1. Programa 1. Mejoramiento del sistema de alcantarillado

11.4.1.1. Proyecto 1.1. Gestión de Recursos para Construcción de Obras del Plan Maestro de Alcantarillado

Contempla la gestión de recursos para construcción de obras propuestas en del Plan Maestro de Alcantarillado (existente) para la cabecera municipal de Pradera. Este proyecto contempla las siguientes actividades:

- Gestión de recursos para construcción de colectores propuestos en el Plan Maestro de Alcantarillado.

11.4.1.2. Proyecto 1.2. Reposición, operación y mantenimiento de redes y estructuras

Un gran porcentaje de las redes de alcantarillado existente en los 30 municipios operados por ACUAVALLE S.A. E.S.P., han cumplido su vida útil o en su defecto presenta problemas de capacidad hidráulica y/o colmatación, por lo que cada año se hace necesaria su reposición. Con el fin de garantizar la correcta recolección y transporte de las aguas residuales, ACUAVALLE S.A. E.S.P. planifica en su Plan de Obras e Inversiones Regulado (POIR), la reposición anual a realizar en cada municipio. Las actividades anuales para el cumplimiento de este proyecto son:

- Mantenimiento Red de alcantarillado
- Mantenimiento alcantarillado pluvial (incluye rejillas, sumideros, canales y cunetas)
- Reposición Red Alcantarillado
- Operación y mantenimiento alcantarillado sector Las Granjas

11.4.1.3. Proyecto 1.3 Eliminación de vertimientos y optimización del sistema de alcantarillado

Se propone la implementación de soluciones técnicas a través de la ejecución de obras: colectores, interceptores, emisores finales, estaciones de bombeo, y cualquier estructura hidráulica que contribuya a la interceptación y eliminación de vertimientos, orientados a la reducción de la contaminación de las fuentes receptoras.

Adicionalmente, se propone ejecutar obras de optimización que aporten a la mejora de la infraestructura instalada, que resulte en una mayor eficiencia del sistema de alcantarillado: Aumento de diámetro que permita aumentar capacidad hidráulica, cambio de material que permita aumentar la

eficiencia hidráulica, corrección de pendientes que permita mejoras de capacidad de autolimpieza, entre otros. Este proyecto contempla las siguientes actividades:

- Gestión para optimización del sistema de alcantarillado sanitario y optimización de la estación de bombeo de agua residual – EBAR del Corregimiento de La Granja, municipio de Pradera – Valle del Cauca.
- Estudio de alternativas de solución de eliminación de vertimientos sector Las Granjas (aprobado por ACUAVALLE S.A. E.S.P.)
- Construcción de solución de eliminación de vertimientos sector Las Granjas
- Gestión para Estudios Técnicos y/o jurídicos para determinar reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita)
- Estudios Técnicos y/o jurídicos para determinar reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita.
- Implementación obras resultantes de Estudios Técnicos y/o jurídicos para reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita.
- Reposición redes de alcantarillado Colector Bolito, colector calle 3 y calle 7 y colector Comuneros en el municipio de Pradera, Valle del Cauca

11.4.2. Programa 2. Reducción de cargas contaminantes

11.4.2.1. Proyecto 2.1. Trámites y pre- inversión para el sistema de tratamiento de aguas residuales

De acuerdo con el Artículo 2.2.3.2.21.4. del Decreto 1076 de 2015: “En todo sistema de alcantarillado se deberán someter los residuos líquidos a un tratamiento que garantice la conservación de las características de la corriente receptora...”. Por lo anterior, se requiere de una serie de actividades previas que permitan garantizar la rehabilitación, puesta en marcha y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales en la cabecera municipal. Este proyecto contempla las siguientes actividades:

- Suscripción de Convenio de Facturación para operación y mantenimiento de PTAR casco urbano, entre ACUAVALLE S.A. E.S.P. y TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.
- Caracterización de vertimientos
- Estudio tarifario para la operación de la PTAR.
- Permiso de vertimientos
- Actualización de Estudios, Diseños y Presupuesto para Optimización (Rehabilitación) y puesta en marcha PTAR

11.4.2.2. Proyecto 2.2 Optimización y puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas residuales

Considerando que el municipio de Pradera realiza sus descargas al río Bolo sin ningún tratamiento (sin garantizar los límites de la carga contaminante de acuerdo con la Resolución 0631 de 2015); se propone la rehabilitación del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, este incluye actividades como:

- Optimización (Rehabilitación) y puesta en marcha PTAR según Estudios realizados (Incluye Aislamiento forestal alrededor del lote de la PTAR)

11.4.2.3. Proyecto 2.3 Operación y mantenimiento del sistema de tratamiento

Con el fin de garantizar el cumplimiento de la normativa vigente en materia de vertimientos (resolución 0631 de 2015) y reducir la carga contaminante del efluente de la PTAR, es fundamental que se tengan condiciones apropiadas de operación y mantenimiento de las unidades que la conforman (mantenimiento de sistemas de bombeo y unidades eléctricas, limpieza de lagunas de estabilización, disposición final de lodos y aforo de caudal de agua residual generada, recolectada y tratada, entre otras actividades), y así, se logre un efluente de buena calidad, que contribuya a la preservación de las características fisicoquímicas, microbiológicas y la conservación de la vida acuática del cuerpo de agua receptor.

- Operación y Mantenimiento PTAR municipal

11.4.3. Programa 3. Fortalecimiento institucional

11.4.3.1. Proyecto 3.1. Seguimiento y control

El proyecto tiene como objetivo, para el caso del prestador del servicio, la conformación de un equipo de trabajo interdisciplinario, encargado de verificar el cumplimiento de cada una de las actividades del plan de acción, y los plazos de su ejecución a través de los indicadores planteados, para el caso del municipio la asignación de al menos un profesional para dicha labor. Además, se deberá implementar una metodología de control, que permita generar alertas tempranas, para tomar las acciones preventivas y correctivas correspondientes. Este proyecto contempla las siguientes actividades:

- Seguimiento y control a usuarios con actividades comerciales, oficiales y especiales (Decreto 1076 de 2015 artículos 2.2.3.3.4.17 y 2.2.3.3.4.18)
- Seguimiento PSMV

11.4.3.2. Proyecto 3.2 Educación y sensibilización ambiental

En este proyecto se plantea el fortalecimiento de la cultura ambiental de la población del municipio, principalmente respecto al manejo de vertimientos y saneamiento básico, deberes de los usuarios de los servicios de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales, para el cuidado y descontaminación de las fuentes hídricas. Este proyecto se efectuará por medio de un trabajo conjunto entre las entidades gubernamentales como la alcaldía y el operador del alcantarillado, con el acompañamiento de la autoridad ambiental CVC. El desarrollo de este proyecto involucra la realización de campañas de sensibilización ambiental, las cuales pueden constar de conversatorios ecológicos, distribución de cartillas ambientales, capsulas ambientales en medios audiovisuales, y mensajes educativos en las facturas de servicios públicos. Se plantea la siguiente actividad:

- Campaña de sensibilización ambiental a comunidad - (Temáticas: Uso eficiente y ahorro del agua, protección de fuentes hídricas, buen uso de alcantarillado y PTAR).

Tabla 56. Relación de programas, objetivos, proyectos, actividades y metas del PSMV municipio de Pradera.

PROGRAMA	PROYECTO	ACTIVIDADES	TOTAL
1. Mejoramiento del sistema de alcantarillado	1.1. Gestión de Recursos para Construcción de Obras del Plan Maestro de Alcantarillado	Gestión de Recursos para Construcción de Obras del Plan Maestro de Alcantarillado	\$ 37.500.000
	1.2. Reposición, operación y mantenimiento de redes y estructuras de alcantarillado	Mantenimiento de redes de alcantarillado sanitario	\$ 126.000.000
		Mantenimiento de estructuras de drenaje pluvial (rejillas, sumideros, canales y cunetas)	\$ 300.000.000
		Reposición de redes de alcantarillado sanitario	\$ 2.745.000.000
		Mantenimiento EBAR Corregimiento las Granjas (Incluye línea de impulsión)	\$ 378.000.000
	1.3. Eliminación de vertimientos y optimización del sistema de alcantarillado	Gestión para optimización del sistema de alcantarillado sanitario y optimización de la estación de bombeo de agua residual – EBAR del Corregimiento de La Granja, municipio de Pradera – Valle del Cauca.	\$ 25.000.000
		Mesas de concertación trimestrales Municipio/ACUAVALLE S.A. E.S.P., para definición de operador de alcantarillado y EBAR Corregimiento de La Granja	\$ 12.000.000
		Obra de optimización del sistema de alcantarillado sanitario y optimización de la estación de bombeo de agua residual – EBAR del Corregimiento de La Granja, municipio de Pradera – Valle del Cauca.	\$ 3.711.996.917
		Gestión para Estudios Técnicos y/o jurídicos para determinar reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita	\$ 37.500.000

PROGRAMA	PROYECTO	ACTIVIDADES	TOTAL
		Estudios Técnicos y/o jurídicos para determinar reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella-Las Vegas y La Playita	\$ 230.000.000
		Implementación obras resultantes de Estudios Técnicos y/o jurídicos para reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita	\$ 5.200.000.000
		Reposición redes de alcantarillado Colector Bolito, colector calle 3 y calle 7 y colector Comuneros en el municipio de Pradera, Valle del Cauca	\$ 15.199.128.629
2. Reducción de cargas contaminantes	2.1. Trámites y preinversión para el sistema de tratamiento de aguas residuales	Suscripción de Convenio de Facturación para operación y mantenimiento de PTAR casco urbano, entre ACUAVALLE S.A. E.S.P. y TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.	\$ 10.000.000
		Caracterización de vertimientos	\$ 110.000.000
		Estudio tarifario para la operación de la PTAR.	\$ 50.000.000
		Permiso de vertimientos	\$ 30.000.000
		Actualización de Estudios, Diseños y Presupuesto para Optimización (Rehabilitación) y puesta en marcha PTAR	\$ 100.000.000
	2.2. Optimización y puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas residuales	Optimización (Rehabilitación) y puesta en marcha PTAR según Estudios realizados (Incluye Aislamiento forestal alrededor del lote de la PTAR)	\$ 6.083.525.760
	2.3. Operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de agua residual	Operación y mantenimiento de PTAR	\$ 17.712.000.000
3. Fortalecimiento institucional	3.1. Seguimiento y control	Seguimiento a ejecución de PSMV	\$ 432.000.000

PROGRAMA	PROYECTO	ACTIVIDADES	TOTAL
		Seguimiento y control a usuarios con actividades comerciales, oficiales y especiales (Decreto 3930 de 2010)	\$ 19.200.000
	3.2. Educación y sensibilización ambiental	Campañas de sensibilización ambiental a comunidad	\$ 228.000.000
TOTAL			\$ 52.776.851.307

12. CRONOGRAMA PARA EL PSMV DEL MUNICIPIO DE PRADERA

De acuerdo a la propuesta de componente programático presentado, se propone el siguiente cronograma para la ejecución de las actividades previstas en un horizonte de 12 años (Tabla 57).

Tabla 57. Cronograma PSMV

PROYECTO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	CRONOGRAMA - PLAN DE ACCION PSMV - CABECERA MUNICIPAL PRADERA- 2024 AL 2035											
			CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO				LARGO PLAZO					
			2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.1. Gestión de Recursos para Construcción de Obras del Plan Maestro de Alcantarillado	Gestión de Recursos para Construcción de Obras del Plan Maestro de Alcantarillado	MUNICIPIO	X	X	X									
1.2. Reposición, operación y mantenimiento de redes y estructuras de alcantarillado	Mantenimiento de redes de alcantarillado sanitario	ACUAVALLE S.A. E.S.P.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mantenimiento de estructuras de drenaje pluvial (rejillas, sumideros, canales y cunetas)	MUNICIPIO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Reposición de redes de alcantarillado sanitario	ACUAVALLE S.A. E.S.P.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mantenimiento EBAR Corregimiento las Granjas (Incluye línea de impulsión)	ACUAVALLE S.A. E.S.P.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.3. Eliminación de vertimientos y optimización del sistema de alcantarillado	Gestión para optimización del sistema de alcantarillado sanitario y optimización de la estación de bombeo de agua residual – EBAR del Corregimiento de La Granja, municipio de Pradera – Valle del Cauca.	VALLECAUCAN A DE AGUAS	X											
	Mesas de concertación trimestrales Municipio/ACUAVALLE, para definición de operador de alcantarillado	MUNICIPIO	X											

PROYECTO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	CRONOGRAMA - PLAN DE ACCION PSMV - CABECERA MUNICIPAL PRADERA- 2024 AL 2035											
			CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO				LARGO PLAZO					
			2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	y EBAR Corregimiento de La Granja.													
	Obra de optimización del sistema de alcantarillado sanitario y optimización de la estación de bombeo de agua residual – EBAR del Corregimiento de La Granja, municipio de Pradera – Valle del Cauca.	VALLECAUCAN A DE AGUAS				X	X							
	Gestión para Estudios Técnicos y/o jurídicos para determinar reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita	MUNICIPIO CVC GOBERNACIÓN DEL VALLE	X	X										
	Estudios Técnicos y/o jurídicos para determinar reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita	MUNICIPIO CVC GOBERNACIÓN DEL VALLE			X									

PROYECTO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	CRONOGRAMA - PLAN DE ACCION PSMV - CABECERA MUNICIPAL PRADERA- 2024 AL 2035											
			CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO				LARGO PLAZO					
			2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	Implementación obras resultantes de Estudios Técnicos y/o jurídicos para reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita	MUNICIPIO CVC GOBERNACIÓN DEL VALLE				X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Reposición redes de alcantarillado Colector Bolito, colector calle 3 y calle 7 y colector Comuneros en el municipio de Pradera, Valle del Cauca	MUNICIPIO			X	X								
2.1. Tramites y preinversión para el sistema de tratamiento de aguas residuales	Suscripción de Convenio de Facturación para operación y mantenimiento de PTAR casco urbano, entre ACUAVALLE S.A. E.S.P. y TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.	ACUAVALLE S.A. E.S.P. TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.	X											
	Caracterización de vertimientos	TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Estudio tarifario para la operación de la PTAR.	TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.	X											
	Permiso de vertimientos	TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.												X
	Actualización de Estudios, Diseños y Presupuesto para Optimización (Rehabilitación) y puesta en marcha PTAR	TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.	X											

PROYECTO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	CRONOGRAMA - PLAN DE ACCION PSMV - CABECERA MUNICIPAL PRADERA- 2024 AL 2035											
			CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO				LARGO PLAZO					
			2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
2.2. Optimización y puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas residuales	Optimización (Rehabilitación) y puesta en marcha PTAR según Estudios realizados (Incluye Aislamiento forestal alrededor del lote de la PTAR)	TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.		X	X	X								
2.3. Operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de agua residual	Operación y mantenimiento de PTAR	TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.1. Seguimiento y control	Seguimiento a ejecución de PSMV	ACUAVALLE S.A. E.S.P. MUNICIPIO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Seguimiento y control a usuarios con actividades comerciales, oficiales y especiales (Decreto 3930 de 2010)	ACUAVALLE S.A. E.S.P.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.2. Educación y sensibilización ambiental	Campañas de sensibilización ambiental a comunidad	ACUAVALLE S.A. E.S.P. MUNICIPIO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

13. PLAN DE ACCIÓN Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

En los municipios de más de 10.000 habitantes la tarifa es el instrumento financiero por excelencia. A través de ésta, se cubren los costos administrativos, de operación, inversión y ambientales de la prestación; los proyectos de inversión se complementan con recursos de las transferencias de la Nación y apoyos adicionales del Gobierno Nacional. (Salinas Ramírez, 2011).

De acuerdo con los lineamientos dados por el Ministerio de Ambiente en relación a los recursos para el sector de saneamiento, uno de los criterios principales para asignación de estos, es contar con un PSMV aprobado, para de este modo poder contar con el apoyo financiero a nivel nacional para las inversiones propuestas.

Los recursos de inversión provienen de un esquema de financiamiento, de recursos de origen público y de recursos provenientes de tarifas. Estos recursos públicos provienen principalmente del presupuesto General de la Nación, del Sistema General de Participaciones (SGP), de las regalías, audiencias públicas y de las emergencias. El 35% restante está relacionado con los recursos privados, cuyo principal origen son los ingresos operacionales de las empresas prestadoras (Salinas Ramírez, 2011).

En el Departamento del Valle del Cauca, la política para el sector de agua potable saneamiento básico - “Agua para la Prosperidad”, se acoge y se ejecuta por parte del Gobierno Departamental a través de Vallecaucana de Aguas S.A. E.S.P., que fue creada para la coordinación, gestión e implementación del Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo – PDA, Programa “Agua para la Prosperidad” – PAP, cuyo propósito fundamental es el de apoyar a los municipios del Departamento, en la tarea de asegurar la prestación de los servicios domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, mediante la modernización empresarial y/o el fortalecimiento institucional de los prestadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo; el desarrollo y/o consolidación de una cultura empresarial en los prestadores; la planeación y ejecución de planes de obras e inversiones; y la implementación de estrategias incluyentes en los componentes ambiental y social, que aseguren la materialización de un proyecto integral para el sector.

De esta manera las principales fuentes de financiación para el desarrollo de las actividades contempladas en el presente PSMV, corresponden a recursos de la empresa operadora de la PTAR, la empresa operadora del servicio de alcantarillado y la alcaldía municipal, quien bajo la dirección del alcalde gestionará los proyectos y recursos necesarios para el cumplimiento de las metas planteadas.

Tabla 58. Plan de acción y fuentes de financiación del PSMV para el municipio de Pradera

PLAN DE ACCION PSMV - CABECERA MUNICIPAL PRADERA - 2024 AL 2035								
PLAZO	AÑO	FUENTE DE FINANCIACIÓN						SUBTOTAL ANUAL
		ACUAVALLE S.A. E.S.P. 	MUNICIPIO PRADERA 	VALLECAUCANA DE AGUAS	TX-SEINCO S.A.S. E.S.P.	OPERADOR SELECCIONADO (ALCANTARILLADO Y EBAR CORREGIMIENTO LA GRANJA)	OTROS (VENTANILLAS)	
CORTO PLAZO	2024	\$ 407.100.000	\$ 97.000.000	\$ 25.000.000	\$ 160.000.000	\$ -	\$ -	\$ 689.100.000
	2025	\$ 381.600.000	\$ 85.000.000	\$ -	\$ 3.051.762.880	\$ -	\$ 1.855.998.459	\$ 5.374.361.339
MEDIANO PLAZO	2026	\$ 332.100.000	\$ 85.000.000	\$ -	\$ 3.051.762.880	\$ -	\$ 1.855.998.459	\$ 5.324.861.339
	2027	\$ 356.100.000	\$ 60.000.000	\$ -	\$ 1.978.000.000	\$ 42.000.000	\$ 4.789.738.589	\$ 7.225.838.589
	2028	\$ 381.600.000	\$ 60.000.000	\$ -	\$ 1.978.000.000	\$ 42.000.000	\$ 6.859.651.452	\$ 9.321.251.452
	2029	\$ 332.100.000	\$ 60.000.000	\$ -	\$ 1.978.000.000	\$ 42.000.000	\$ 5.339.738.589	\$ 7.751.838.589
LARGO PLAZO	2030	\$ 156.600.000	\$ 60.000.000	\$ -	\$ 1.978.000.000	\$ 42.000.000	\$ 780.000.000	\$ 3.016.600.000
	2031	\$ 156.600.000	\$ 60.000.000	\$ -	\$ 1.978.000.000	\$ 42.000.000	\$ 780.000.000	\$ 3.016.600.000
	2032	\$ 156.600.000	\$ 60.000.000	\$ -	\$ 1.978.000.000	\$ 42.000.000	\$ 780.000.000	\$ 3.016.600.000
	2033	\$ 156.600.000	\$ 60.000.000	\$ -	\$ 1.978.000.000	\$ 42.000.000	\$ 780.000.000	\$ 3.016.600.000
	2034	\$ 156.600.000	\$ 60.000.000	\$ -	\$ 1.978.000.000	\$ 42.000.000	\$ 260.000.000	\$ 2.496.600.000
	2035	\$ 156.600.000	\$ 60.000.000	\$ -	\$ 2.008.000.000	\$ 42.000.000	\$ 260.000.000	\$ 2.526.600.000
TOTAL		\$ 3.130.200.000	\$ 807.000.000	\$ 25.000.000	\$ 24.095.525.760	\$ 378.000.000	\$ 24.341.125.546	\$ 52.776.851.306

Fuente: Plan de Acción concertado con ACUAVALLE S.A. E.S.P., municipio y operador de la PTAR (TX-SEINCO SAS E.S.P.)

La Tabla 59 presenta el resumen de las inversiones necesarias para la ejecución de PSMV del municipio de Pradera. Los valores consignados parten de un valor presente neto afectados por una tasa de descuento aplicable al prestador del servicio de alcantarillado para proyección del valor al año programado de ejecución.

Tabla 59. Resumen de inversiones PSMV municipio de Pradera (12 años de PSMV)

RESUMEN		
PLAZO INVERSIÓN	VALOR	%
Corto	\$ 6.063.461.339	11%
Mediano	\$ 29.623.789.968	56%
Largo	\$ 17.089.600.000	32%
TOTAL PRADERA	\$ 52.776.851.306	

En la Figura 45 se muestra el porcentaje asociado a fuentes de financiación, donde se evidencia que el 46% de estos recursos estarán a cargo del operador TX-SEINCO SAS E.S.P., seguido por el 46% de recursos que se deberán conseguir a través de una ventanilla por lo que es necesario, que tanto el municipio como ACUAVALLE S.A. E.S.P., cuente con personal a cargo de la gestión y seguimiento del PSMV, y que parte de estas actividades deberán incluir las gestión de los proyectos en las diferentes ventanillas.

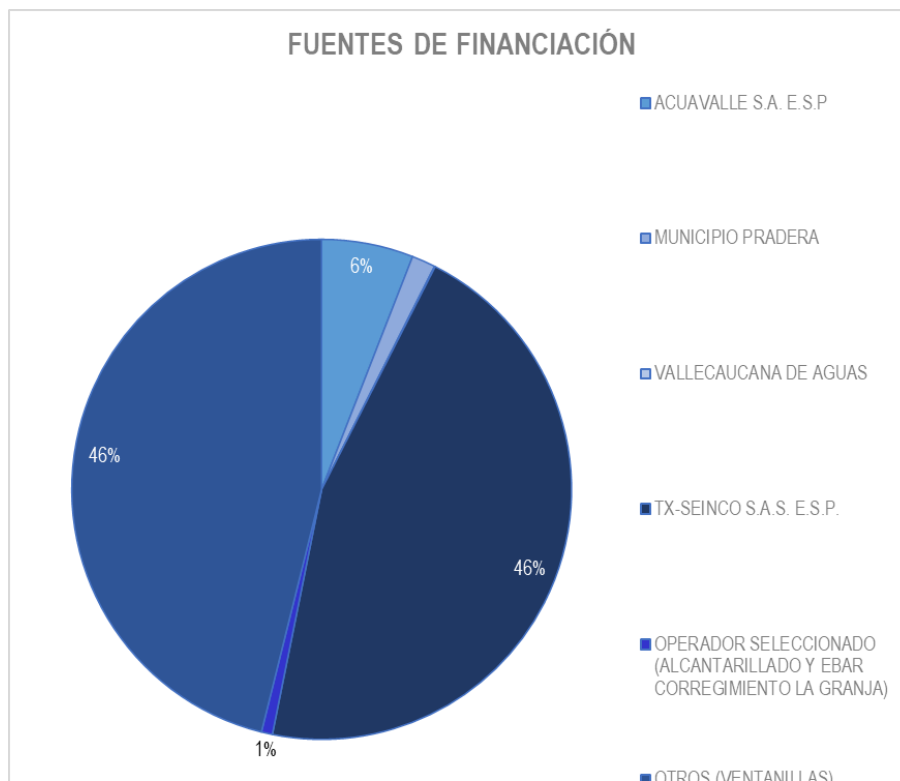


Figura 45. Porcentaje de financiación de los actores del PSMV de Pradera

En la Figura 46 muestra la distribución de las inversiones por año.

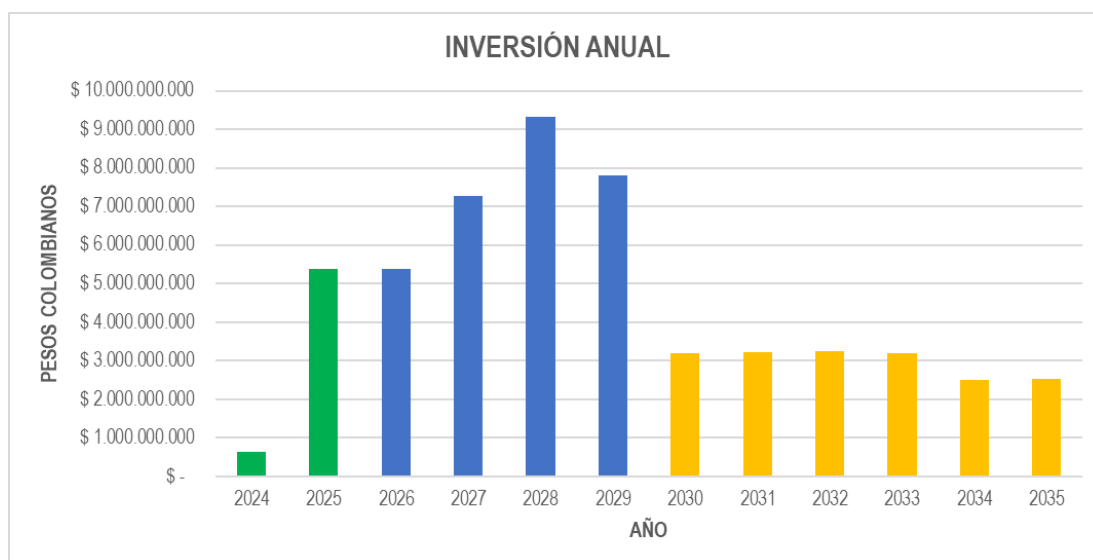


Figura 46. Distribución de inversión por año

Para la concertación del Plan de Acción, se realizó un proceso de socialización inicial con todos los involucrados el día 21 de julio de 2022 (**Anexo 11**), se concertó el Plan de Acción propuesto con el municipio el 27 de septiembre de 2022 y 06 de octubre de 2022 (**Anexo 12**), con ACUAVALLE S.A. E.S.P. el 10 de octubre de 2022 (**Anexo 13**), con el operador de la PTAR TX-SEINCO SAS E.S.P. el 27 de octubre de 2022 (**Anexo 14**) y con todos los actores involucrados el 10 de noviembre de 2022 (**Anexo 15**), de igual forma, el 17 de noviembre de 2022 estableció una mesa de concertación con las Direcciones Ambientales Regionales – DAR de la CVC donde se concertaron aspectos fundamentales para el PSMV(**Anexo 16**). Como resultado de estas concertaciones, se presenta nuevamente la carta de compromiso por parte del municipio de Pradera (**Anexo 17**) y carta de compromiso de operador de la PTAR TX-SEINCO SAS E.S.P. (**Anexo 18**). Como resultado de lo anterior, se presenta en la Tabla 58 el plan de acción e inversiones de acuerdo con lo propuesto a ACUAVALLE S.A. E.S.P. (**Anexo 19**)

14. SISTEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN

El sistema de monitoreo y evaluación se compone de los indicadores definidos (reducción de la carga contaminante, cobertura de alcantarillado y reducción de vertimientos), los cuales permitirán dimensionar los avances en el cumplimiento de los objetivos definidos en el PSMV, acorde con los valores y los plazos estimados para su alcance. La evaluación del cumplimiento del PSMV será por cuenta de la empresa operadora y la Alcaldía Municipal y, dada su responsabilidad de garantizar la prestación del servicio de alcantarillado a la comunidad, quienes tendrán la tarea de verificar e identificar la necesidad de establecer controles de cambio frente a la eventualidad que se presente algún inconveniente relacionado con las actividades proyectadas.

14.1. CALCULO DE CARGAS CONTAMINANTES

El cálculo para las cargas contaminantes en el corto (años 1 y 2), mediano (años 3-4-5-6) y largo plazo (años 7-8-9-10-11-12), se realizó utilizando los criterios de concentración de los parámetros DBO5 y SST; lo anterior, basado en la Resolución 0330 de 2017 “*Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009*” (Ver Tabla 63).

La carga contaminante está definida como el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de una sustancia, elemento o parámetro contaminante por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario (Decreto 2662 de 2012), medido en horas por día, es decir:

$$Cc = Q \times C \times 0,0036 \times t$$

Donde:

Cc = Carga Contaminante a estimar (Kg/día);

Q = Caudal promedio de aguas residuales (L/s);

C = Concentración del elemento, sustancia o compuesto contaminante (mg/L);

0.0036=Factor de conversión de unidades (de mg/s a Kg/h); t = Tiempo de vertimiento del usuario (h).

8.1. Por punto de Vertimiento

Con base en los resultados de la caracterización para los puntos de vertimiento reportados por SAAM S.A.S (Ver **Anexo 9**) y empleando la anterior expresión se calcularon las cargas por punto como se muestra en la Tabla 60.

Tabla 60. Carga contaminante en términos de concentración

CARGA CONTAMINANTE MENSUAL TOTAL	V1	
	J1	J2
I. Características del Vertimiento		
1. Caudal promedio (L/s)	74,267	69,695
2. Concentración Promedio		
2.1. DBO ₅ (mg/L)	247,5	141,3

CARGA CONTAMINANTE MENSUAL TOTAL	V1	
	J1	J2
2.2. SST (mg/L)	189,0	102,0
II. Tiempo de Descarga al Zanjón Tamboral		
3.1 Horas al día	12	12
3.2 Días al mes	30	30
III. Cálculo de la Carga Contaminante por Jornada		
4. Carga DBO ₅ (Kg/mes)	23822,01	12762,97
5. Carga SST (Kg/mes)	18191,36	9213,19
IV. Cálculo de la Carga Contaminante generada		
6. Carga DBO ₅ (Kg/mes)	36584,99	
7. Carga SST (Kg/mes)	27404, 54	

Fuente: SAAM S.A.S (2021)

La Tabla 61, muestra la carga contaminante diaria para el punto de vertimiento.

Tabla 61. Cargas contaminantes diaria

CARGA (Kg/día)	
DBO	SST
1219,5	913,5

Fuente: SAAM S.A.S (2021)

14.1.1. CARGA PER CÁPITA

Consideración para modificación del valor de Carga:

Dado que el alcantarillado de la cabecera municipal de Pradera presenta alta dilución debido a la incorporación de agua lluvia y a la infiltración de agua subterránea, y que en el monitoreo de agua residual fueron priorizados los vertimientos más representativos de la red, es decir, no corresponde a la totalidad del agua residual producida, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones para el cálculo de la carga *per cápita*:

- La población de referencia para el cálculo, fue estimada en un setenta por ciento (98,2%) de la población total del perímetro urbano, en el año 2021 (año en el que se realizó el monitoreo) esto teniendo en cuenta que es la misma proporción de usuarios que se encuentran conectados al vertimiento analizado.
- Se iteró para obtener el factor de ajuste que permitiera llevar la carga *per cápita* al intervalo típico para un agua residual de origen doméstico, de acuerdo con los valores de referencia propuestos por la Resolución 0330 de 2017 en su Artículo 169 Parágrafo 2 (Tabla 61) (Ver Anexo 10). Lo anterior, dado que al realizar el cálculo con base en los resultados del monitoreo reportados por el laboratorio (ver Anexo 9), y considerando la población estimada en el área tributaria del vertimiento monitoreado, se encontró un valor por debajo del rango sugerido. El factor de ajuste se aplicó de forma idéntica para la carga *per cápita* asociada a la DBO₅ como a los SST, tratando de mantener la proporcionalidad reportada por el laboratorio entre estos parámetros.

Para la determinación del factor de ajuste se realizó un proceso de iteración del valor de F en la siguiente expresión, de tal manera que el valor calculado para la carga *per cápita* entrara en el rango

recomendado por la Resolución 330 de 2017 (RAS 2017).

$$CPC_n = \frac{C_m \times F}{P_a} \times 1000$$

Donde:

CPC_n : Carga *per cápita* de agua residual para la variable de interés (g/hab-día)

C_m : Carga contaminante calculada con datos de monitoreo para DBO₅ y SST – Ver tabla 40 (kg/día)

F: Factor de ajuste iterado (adimensional)

P_a : Población, 44356 habitantes (Ver Anexos No 9 y 10)

1000: Factor de conversión de unidades (kg a g)

Una vez realizado el proceso de iteración, se encontró que el factor requerido para el ajuste de la carga *per cápita* es 2,5, dada la alta dilución del agua residual de acuerdo con el monitoreo. Una vez establecido el factor de ajuste, se procedió a calcular las cargas *per cápita* en términos de DBO₅ y SST, que se presentan a continuación:

$$CPC_{DBO_5} = \frac{445,16 \text{ kg/día} \times 2,5}{44356 \text{ hab}} \times 1000 = 25,09 \frac{\text{g}}{\text{hab} - \text{día}}$$

$$CPC_{SST} = \frac{333,38 \text{ kg/día} \times 2,5}{44356 \text{ hab}} \times 1000 = 18,79 \frac{\text{g}}{\text{hab} - \text{día}}$$

En la Tabla 62 se presentan los valores de carga *per cápita* para DBO₅ y SST definidos para la cabecera municipal de Dagua los cuales se encuentran dentro del rango establecido por el RAS para aguas residuales domésticas.

Tabla 62. Cargas *per cápita*

Año	Cargas Contaminantes (Kg/día)		Población	Cargas <i>per cápita</i> KG/hab-año	
	DBO	SST		DBO	SST
2021	3048,75	2283,75	44356	25,09	18,79

Calculo volumen de agua residual

$$Volumen \text{ teorico anual} = D \times P \times fr. \times 365 \text{ dias}$$

Donde:

D= Dotación neta según altitud de la zona de estudio, 140 L/hab*día (Art 43, Tabla 1 RAS 2017).

P= Población, 43.558 habitantes (98,2% de la población del perímetro urbano del municipio = Punto 1, caracterizado en el año 2021), (Ver Anexos No 9 y 10)

f_r = Factor de retorno, 0,85 (Art 41 Resol 799 de 2021)

$$Volumen\ teorico = 1.756.803.035\ m^3$$

$$Volumen\ medido\ en\ campo,\ agua\ residual\ anual = D \times P \times 365\ dias$$

Donde:

D= 142,79 L/hab*día, resultante de promediar las dos jornadas (71,99 L/s), obtenido de la Tabla No.7, Anexo 10 Informe de caracterización, cuyo valor se aproxima más a las condiciones reales, que presenta la localidad en materia de infiltración y conexiones erradas.

P= Población, 43.558 habitantes (98,2% de la población del perímetro urbano del municipio = Punto 1, caracterizado en el año 2021), (Ver Anexos No 9 y 10)

$$Volumen\ medido\ en\ campo,\ agua\ residual\ anual = 2.270.171.089,30\ m^3$$

Los resultados de volúmenes anuales se indican en las Tablas No 62 y 63 y el Anexo No 10.

14.2. PROYECCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES

Las Tabla 63 y 64 presentan la proyección de cargas generadas, recolectadas, transportadas, tratadas y vertidas; así como los volúmenes de aguas residuales generadas, colectadas y vertidas. Los cálculos y consideraciones tenidas en cuenta para determinar la población proyectada pueden ser revisados el **Anexo 10**.

Tabla 63. Proyección de cargas generadas, recolectadas, transportadas, tratadas y vertidas

AÑO	POBLACIÓN			CARGA CONTAMINANTE (Kg/año)														
	Cabecera	La Granja	Total	Generada		Cobertura Red Alcantarillado	Recolectada		Transportada		PTAR		Tratada		Remoción		Vertida	
				DBO	SST		DBO	SST	DBO	SST	Existencia	Capacidad	DBO	SST	PTAR DBO	PTAR SST	DBO	SST
2021	44.356	0	44.356	1.112.794	833.569	98,2%	1.092.763	818.565	1.092.763	818.565	NO	0%	0	0	0%	0%	1.112.794	833.569
2022	44.893	0	44.893	1.126.271	843.664	98,2%	1.105.998	828.478	1.105.998	828.478	NO	0%	0	0	0%	0%	1.126.271	843.664
2023	45.450	0	45.450	1.140.248	854.134	98,2%	1.119.723	838.760	1.119.723	838.760	NO	0%	0	0	0%	0%	1.140.248	854.134
2024	46.007	0	46.007	1.154.225	864.604	98,5%	1.136.911	851.635	1.136.911	851.635	NO	0%	0	0	0%	0%	1.154.225	864.604
2025	46.564	0	46.564	1.168.201	875.073	99,0%	1.156.519	866.323	1.156.519	866.323	NO	0%	0	0	0%	0%	1.168.201	875.073
2026	47.122	0	47.122	1.182.178	885.543	99,5%	1.176.267	881.115	1.176.267	881.115	NO	0%	0	0	0%	0%	1.182.178	885.543
2027	47.679	834	48.513	1.217.090	911.695	100,0%	1.217.090	911.695	1.217.090	911.695	SI	100%	1.217.090	911.695	85%	85%	182.563	136.754
2028	48.236	843	49.079	1.231.276	922.321	100,0%	1.231.276	922.321	1.231.276	922.321	SI	100%	1.231.276	922.321	85%	85%	184.691	138.348
2029	48.793	851	49.644	1.245.464	932.949	100,0%	1.245.464	932.949	1.245.464	932.949	SI	100%	1.245.464	932.949	85%	85%	186.820	139.942
2030	49.350	860	50.210	1.259.655	943.579	100,0%	1.259.655	943.579	1.259.655	943.579	SI	100%	1.259.655	943.579	85%	85%	188.948	141.537
2031	49.907	868	50.776	1.273.847	954.210	100,0%	1.273.847	954.210	1.273.847	954.210	SI	100%	1.273.847	954.210	85%	85%	191.077	143.132
2032	50.464	877	51.341	1.288.042	964.843	100,0%	1.288.042	964.843	1.288.042	964.843	SI	100%	1.288.042	964.843	85%	85%	193.206	144.726
2033	51.021	886	51.907	1.302.239	975.478	100,0%	1.302.239	975.478	1.302.239	975.478	SI	100%	1.302.239	975.478	85%	85%	195.336	146.322
2034	51.579	895	52.473	1.316.438	986.114	100,0%	1.316.438	986.114	1.316.438	986.114	SI	100%	1.316.438	986.114	85%	85%	197.466	147.917
2035	52.136	904	53.039	1.330.639	996.752	100,0%	1.330.639	996.752	1.330.639	996.752	SI	100%	1.330.639	996.752	85%	85%	199.596	149.513

Tabla 64. Proyección de volúmenes de aguas residual, generadas, colectadas y vertidas

AÑO	POBLACIÓN			Cobertura Red Alcantarillado	PTAR		VOLUMEN DE AGUAS RESIDUALES¹		
	Cabecera	La Granja	Total		Existencia	Capacidad	Volumen de agua residual generada en un año	Volumen de agua residual colectada en un año	Volumen de agua residual tratada en un año
							m³	m³	m³
2021	44.356	0	44.356	98,2%	NO	0%	2.311.730	2.270.119	0
2022	44.893	0	44.893	98,2%	NO	0%	2.339.728	2.297.613	0
2023	45.450	0	45.450	98,2%	NO	0%	2.368.763	2.326.126	0
2024	46.007	0	46.007	98,5%	NO	0%	2.397.799	2.361.832	0
2025	46.564	0	46.564	99,0%	NO	0%	2.426.835	2.402.566	0
2026	47.122	0	47.122	99,5%	NO	0%	2.455.870	2.443.591	0
2027	47.679	834	48.513	100,0%	SI	100%	2.484.906	2.484.906	2.484.906
2028	48.236	843	49.079	100,0%	SI	100%	2.513.941	2.513.941	2.513.941
2029	48.793	851	49.644	100,0%	SI	100%	2.542.977	2.542.977	2.542.977
2030	49.350	860	50.210	100,0%	SI	100%	2.572.013	2.572.013	2.572.013
2031	49.907	868	50.776	100,0%	SI	100%	2.601.048	2.601.048	2.601.048
2032	50.464	877	51.341	100,0%	SI	100%	2.630.084	2.630.084	2.630.084
2033	51.021	886	51.907	100,0%	SI	100%	2.659.119	2.659.119	2.659.119
2034	51.579	895	52.473	100,0%	SI	100%	2.688.155	2.688.155	2.688.155
2035	52.136	904	53.039	100,0%	SI	100%	2.717.191	2.717.191	2.717.191

Nota: La población del corregimiento La Granja, se tiene en cuenta para el cálculo con respecto a la capacidad de la PTAR y garantizar que todas las cargas generadas en el corregimiento lleguen a la PTAR, sin embargo, se requiere un PSMV exclusivo para el corregimiento, con el fin de dar solución a la problemática particular que se tenga en materia de vertimientos.

¹ El volumen de aguas residuales corresponde solo a el (los) vertimiento (s) más representativo (s) de la localidad de estudio, por lo que su valor deberá ser calculado con mayor precisión en el PMA o estudio similar.

14.3. INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Los valores de cargas proyectadas (**Anexo 10**), se proyectan a fin de generar una línea base o de referencia, que permita medir el progreso cuando a medida que se van implementado las actividades del plan de acción se realicen las actividades, además de permitir el monitoreo y evaluación de los programas, proyectos y actividades a corto, mediano y largo plazo, como se presenta en la Tabla 65.

Tabla 65. Indicadores de seguimiento PSMV municipio de Pradera

NOMBRE DEL INDICADOR	PARÁMETRO	CUMPLIMIENTO DE METAS EN EL HORIZONTE DE PLANEACIÓN											
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Carga contaminante Generada (Kg/año)	DBO ₅	1.154.225	1.168.201	1.182.178	1.217.090	1.231.276	1.245.464	1.259.655	1.273.847	1.288.042	1.302.239	1.316.438	1.330.639
	SST	864.604	875.073	885.543	911.695	922.321	932.949	943.579	954.210	964.843	975.478	986.114	996.752
Carga contaminante Removida (Kg/año)	DBO ₅	0	0	0	1.029.354	1.046.585	1.058.645	1.070.706	1.082.770	1.094.836	1.106.903	1.118.972	1.131.043
	SST	0	0	0	771.066	783.973	793.007	802.042	811.079	820.117	829.156	838.197	847.239
Carga contaminante Vertida (Kg/año)	DBO ₅	1.154.225	1.168.201	1.182.178	187.736	184.691	186.820	188.948	191.077	193.206	195.336	197.466	199.596
	SST	864.604	875.073	885.543	140.629	138.348	139.942	141.537	143.132	144.726	146.322	147.917	149.513
Cobertura de alcantarillado	%	98,2%	98,5%	99,0%	99,5%	100%	100%	100%	100%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Volumen de agua residual generada en un año	M ³	2.397.799	2.426.835	2.455.870	2.484.906	2.513.941	2.542.977	2.572.013	2.601.048	2.630.084	2.659.119	2.688.155	2.717.191
Volumen de agua residual colectada en un año	M ³	2.361.832	2.402.566	2.443.591	2.484.906	2.513.941	2.542.977	2.572.013	2.601.048	2.630.084	2.659.119	2.688.155	2.717.191
Volumen de agua residual tratada en un año	M ³	0	0	0	2.484.906	2.513.941	2.542.977	2.572.013	2.601.048	2.630.084	2.659.119	2.688.155	2.717.191
Actividad			A	A	B	B	B y C	C	C	C	C	C	C

NOMBRE DEL INDICADOR	PARÁMETRO	CUMPLIMIENTO DE METAS EN EL HORIZONTE DE PLANEACIÓN											
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Eliminación vertimiento	VPC			1									
	VPD				10	10	10	15	10	10	10	5	5

- A. Obra de optimización del sistema de alcantarillado sanitario y optimización de la estación de bombeo de agua residual – EBAR del Corregimiento de La Granja, municipio de Pradera – Valle del Cauca.
- B. Reposición redes de alcantarillado Colector Bolito, colector calle 3 y calle 7 y colector Comuneros en el municipio de Pradera, Valle del Cauca (según PMA).
- C. Implementación obras resultantes de Estudios Técnicos y/o jurídicos para reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita

El número exacto de UNC, es un número estimado de acuerdo a la información suministrada por el municipio de Pradera y plasmada en la sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 (Ver **Anexo 7**) (debido a la imposibilidad de ingresar al sector donde se encuentran por problemas de seguridad) y pueden variar en el tiempo, la solución a estos dependerá directamente de los estudios técnicos definitivos que arroje la actividad planteada en el Plan de Acción “Estudios Técnicos y/o jurídicos para determinar reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado (según sentencia 76-001-33-31-004-2010-00036-00 de 2012)-Barrios Primero de Mayo-Marsella- Las Vegas y La Playita”. El indicador propuesto por año deberá ser corroborado una vez se concluyan los estudios y de ser necesario se debe ajustar el PSMV en ese momento para que coincidan dichos valores. Para los años 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 se tiene establecido en el plan de acción la ejecución de la Implementación obras resultantes de Estudios Técnicos y/o jurídicos para reubicación de Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado.

El seguimiento será por cuenta de la empresa operadora del alcantarillado y la Alcaldía Municipal, dada su responsabilidad compartida de garantizar la prestación del servicio a la comunidad; ambos actores tendrán la tarea de monitorear el cumplimiento de las actividades definidas en el plan de acción y establecer estrategias o controles de cambio frente a inconvenientes relacionados con la ejecución de las actividades proyectadas, evitando con esto el incumplimiento de los plazos establecidos. Para agilizar la labor de seguimiento, se incluyó en el plan de acción una columna denominada “Medio de Verificación”, que hace referencia a las evidencias que se espera soporten la ejecución de las distintas actividades. Como guía para la exitosa implementación de dichos medios de verificación, en el **Anexo 21** se incluye información relacionada con los aspectos mínimos que se espera contengan los formatos, oficios u otras evidencias.

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV formulado, resulta ser un instrumento de planificación de los recursos hídricos elaborado en pro de mitigar los efectos negativos hacia el ambiente resultado de las actividades domésticas inherentes al ser humano. Con éste, se espera reducir las cargas contaminantes vertidas a la fuente hídrica receptora durante el horizonte de proyección del PSMV. (Ecointegral Ltda, 2019).

La propuesta resultante de la formulación del PSMV involucra la ejecución de programas y proyectos distribuidos en el corto, mediano y largo plazo, siendo imperativo velar por su ejecución y así garantizar que el plan cumpla el objeto para el cual fue concebido.

Es necesario que el municipio cuente con un sistema de tratamiento que permita garantizar a mediano y largo plazo la calidad de la fuente receptora (río Bolo y Zanjón Tamboral), aportando al cumplimiento de los objetivos de calidad definidos para el Tramo IIB de río Cauca.

El operador de la PTAR, TX-SEINCO SAS ESP es el encargado de brindar la capacidad técnica, administrativa, financiera y social para que con el apoyo de la municipalidad se pueda garantizar el óptimo funcionamiento de la PTAR con la subsecuente reducción de cargas contaminantes que aporta el municipio a las fuentes hídricas.

16. BIBLIOGRAFÍA

ACUAVALLE S.A. E.S.P., (2021). *Reporte de Suscriptores al Alcantarillado Activos* a corte de octubre de 2021

ACUAVALLE S.A. E.S.P., (2022). La Entidad. Información General. Organigrama. <https://bit.ly/3mk6qL8>

Alcaldía Municipal de Pradera, (2002). Plan Básico de Ordenamiento Territorial – PBOT. Pradera, Valle del Cauca.

Alcaldía Municipal de Pradera, (2016). *Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019. Pradera Crece. Pradera-Valle del Cauca*

Asociación de Ingenieros del Valle, (2015). Centro de conciliación, Arbitraje y Amigable Composición. *Procedimiento de Amigable Composición. Convenio de Composición. Anexo No. 1. Liquidación Parcial del Convenio*

Cifuentes, A. (2022). *Elaboración del diagnóstico de los sistemas para el manejo de aguas residuales, caracterización de vertimientos y cuerpos receptores y propuesta para la gestión de vertimientos sostenible en el Valle del Cauca-Municipio de Pradera.*

Consortio Diseños Pradera, (2021). Contrato de consultoría No. FM-PRADERA.04-CONSULTORÍA-01-2020 “Diseño y ajuste de tres colectores para la segunda fase del plan maestro de alcantarillado aguas lluvias municipio de pradera, casco urbano”. Documento Fase I-Diagnóstico

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC (2006). *Resolución 0686 de 2006 “Por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad y se consulta la propuesta de metas de reducción para la cuenca del río Cauca”*

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC (2022). *Visor Geográfico Avanzado*. Consultado el 16 abril de 2022. https://geo.cvc.gov.co/visor_avanzado/

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, (2018). *Geovisor Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*. Consultado el 15 agosto de 2022. <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/sociedad/cnpv-2018/>

Ecointegral Ltda., (2019). *Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) casco urbano del municipio de Pradera, Valle del Cauca*. Contrato de Consultoría N° 2000.13.12.002-2019

Gobernación del Valle del Cauca. (2022). Geoportal Departamental Valle Avanza. Catastro. Pradera. Valle del Cauca

Google, (2022). *Google Earth Pro - Pradera-Valle del Cauca*. Consultado el 15 de agosto de 2022. Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, (2022). Geoportal IGAC - Datos Abiertos. Consultado

agosto 22 de 2022. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-igac>

Jiménez, M., y Vélez, M. (2006). Análisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial. *Avance en Recursos Hidráulicos*, 35-70. <https://bit.ly/353sQv9>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, 2004. *Resolución 1433 de 2004*, Artículo 5. Pag 3.

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio – MVCT, (2017). *Resolución 0330 de 2017: Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*.

Ramírez, A., Restrepo, R., y Viña, G. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulación y aplicaciones. *Ciencia, Tecnología y Futuro*, I(3), 135-153. <https://bit.ly/3InUOLk>

Riascos J., Aristizábal H., Gómez N., Salazar M., Medina E., (...), Ortega H., (2014). *Definir los criterios e identificar cartográficamente las áreas estratégicas para el abastecimiento hídrico en los municipios del Valle del Cauca*. Contrato CVC – PROAGUA No 0463 de 2013

Saneamiento Ambiental SAAM S.A.S., (2021). Informe técnico de monitoreo. Municipio Pradera. Aforo de caudal, toma de muestra y análisis de laboratorio en fuentes superficiales y aforo de caudal, toma de muestra y análisis de laboratorio en vertimientos.

SAS PLANET. (2022). Herramienta de visualización de imágenes satelitales. Cabecera Municipal Municipio de Pradera. Satélite Bing.

Secretaria Departamental de Salud del Valle del Cauca (2020). Análisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes Sociales

Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios – SUI, (2022). Consolidación comercial de alcantarillado. Consultado 16 agosto de 2022. http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=alc_com_096

SNET. (2012). Índice de calidad del agua general «ICA». Servicio Nacional de Estudios Territoriales. Servicio Nacional de Estudios Territoriales. <https://bit.ly/3JTUYj4>

17. ANEXOS

Anexo 1. REQUERIMIENTOS CVC OFICIO 0721-871512021 DEL 28 DE JULIO DE 2022

Anexo 2. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN CASCO URBANO MUNICIPIO DE PRADERA

Anexo 3. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN CORREGIMIENTO LA GRANJA

Anexo 4. OFICIO AC6469 DE ACUAVALLE S.A. E.S.P.

Anexo 5. RESOLUCIÓN No. 394 100-54-02 DEL 14 DE AGOSTO DE 2019

Anexo 6. PLANES OPERATIVOS PTAR MUNICIPIO DE PRADERA

Anexo 7. SENTENCIA 76-001-33-31-004-2010-00036-00

Anexo 8. DOCUMENTACIÓN PARA REUBICACIÓN (SUMINISTRADA POR EL MUNICIPIO DE PRADERA)

Anexo 9. INFORME DE MONITOREO J-016 IT TM PRADERA V2

Anexo 10. PROYECCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES

Anexo 11. SOCIALIZACIÓN 21 DE JULIO DE 2022

**Anexo 12. CONCERTACIONES CON EL MUNICIPIO DE PRADERA: 27 DE SEPTIEMBRE DE
2022 Y 06 DE OCTUBRE DE 2022**

Anexo 13. CONCERTCIÓN ACUAVALLE S.A. E.S.P., EL 10 DE OCTUBRE DE 2022

**Anexo 14. CONCERTACIÓN OPERADOR DE LA PTAR TX-SEINCO SAS E.S.P. EL 27 DE
OCTUBRE DE 2022**

Anexo 15. CONCERTACIÓN ACTORES INVOLUCRADOS EL 10 DE NOVIEMBRE DE 2022

**Anexo 16. ACTA DE CONCERTACIÓN CON LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL
VALLE DEL CAUCA - CVC**

Anexo 17. CARTA DE COMPROMISO MUNICIPIO DE PRADERA

**Anexo 18. CARTA DE COMPROMISO OPERADOR PTAR MUNICIPIO DE PRADERA TX-SEINCO
S.A.S. E.S.P.**

Anexo 19. PLAN DE ACCIÓN CONCERTADO

Anexo 20. OFICIO No. 160-53-03

Anexo 21. DESCRIPCIÓN DE MEDIOS DE VERIFICACIÓN

**Anexo 22. PRESENTACIÓN OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
Y OPTIMIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA RESIDUAL – EBAR DEL
CORREGIMIENTO DE LA GRANJA, MUNICIPIO DE PRADERA – VALLE DEL CAUCA**

Anexo 23. CARTA DE COMPRIMISO ACUAVALLE S.A. E.S.P.