

# **SUELOS SIN RESTRICCIONES PARA LA CONSTRUCCION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA (PTARD) EN EL MUNICIPIO VICTORIA CALDAS, MEDIANTE GEOPROCESOS A PARTIR DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Jhon Jair Aguirre Morales; jjaguirrem@unadvirtual.edu.co

Juan Camilo Riaño Rondón; jcrianor@unadvirtual.edu.co

Docente Asesor: Gina Carolina Posada; Gina.posada@unad.edu.co

## **RESUMEN**

Haciendo uso de los sistemas de información geográfica SIG, en este caso QGIS 3.5, se ha entrado en el estudio de caso de la problemática ambiental del municipio de Victoria departamento de Caldas correspondiente a la contaminación hídrica por vertimientos puntuales sin tratamiento que perjudica gravemente los servicios ecosistémicos que prestan a la región. Por tal razón se decide implementar una solución para tratar el agua residual, una PTARD, sin embargo, no se tenía conocimiento del área apta para su construcción y es ahí donde la ayuda de los SIG es crucial.

Las capas base para iniciar con la tarea de clasificación de suelos la proporcionó el IGAC e IDEAM, mediante archivos Shp, que se pueden manipular en QGIS 3.5, se procesan, e implementan geoprocesos

que se ajustan las coordenadas a Origen Nacional, según estandarización geográfica para Colombia, partir de aquí se obtienen mapas y datos geográficos que permiten delimitar las zonas aptas para desarrollar proyectos de este tipo y además nos indica las áreas que actualmente son explotadas según su vocación de uso; también se identifican las zonas con restricciones técnicas y ambientales con la ventaja de determinar su ubicación geográfica, atributos espaciales y área total delimitada.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Eliminar los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas, mediante la implementación de una PTARD que conecte

---

la mayor parte de la red de alcantarillado urbano y así, mitigar el impacto ambiental negativo causado a las fuentes hídricas y servicios ecosistémicos del municipio.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar los puntos críticos en la red de alcantarillado y conectarlos al sistema de tratamiento de aguas residuales PTARD
- Determinar las áreas aptas para desarrollar la propuesta de construcción de la PTARD
- Diseñar soluciones de descontaminación a fuentes hídricas afectadas por descargas directas sin tratamiento.

### **INTRODUCCIÓN**

El municipio de Victoria, departamento de Caldas ubicado al oriente de dicho departamento colombiano, cuya expansión urbana va en continuo crecimiento, y a razón de esto también la demanda de servicios públicos, al igual que sus vertimientos, aguas residuales domesticas que por desconocimiento y falta de conciencia por el cuidado del medio ambiente son vertidas a fuentes hídricas periféricas al casco urbano, esto ha ocasionado la contaminación de las Quebradas Los Indios, El Matadero, Palo Negro y El Jardín estas quebradas son tributarias del Rio Guarino lo que significa un deterioro de los servicios ecosistémicos y contaminación aguas abajo donde existen

bocatomas rurales. Con el apoyo de los Sistemas de Información Geográfica, SIG, que constituyen una poderosa herramienta tecnológica en la integración de datos espaciales y atributos, posibilitando la captura, almacenamiento, análisis y visualización de información geográfica, además son eficientes para comprender y gestionar la relación entre la ubicación geográfica y los datos asociados, facilitando la toma de decisiones informadas en diversos campos. Con la ayuda del software QGIS 3.5, se implementa la caracterización de los suelos de Victoria Caldas en busca de un área apta y estratégica para la construcción e implementación de una PTARD como solución a la problemática ambiental antes descrita. Se realiza el cargue de capas prediseñadas por el IGAC e IDEAM sirviendo como base para el análisis geoespacial del territorio, al superponer estas capas y aplicar algunos geoprosos como cortar, Reproyectar, corregir geometría, buffer, reclasificar, etc. Se obtiene información del suelo por áreas estratégicas y sus restricciones técnicas y ambientales, entre ellas se cuentan algunas fuentes hídricas importantes como el rio la Miel, Tasajo, la Reserva Bellavista, La hidroeléctrica, el embalse la Miel, zonas para expansión urbana, algunas obras hidráulicas, vías etc. Luego de determinar las restricciones y superponer algunas capas base se obtiene el uso del suelo actual, vocación del suelo y suelo sin restricciones de este ultimo clasificamos las zonas cercanas al casco urbano y al aplicar un

---

buffer de 300m nos permite obtener un área estratégica para la construcción de la PTARD aplicando los criterios y requerimientos solicitados por la RAS 2000 Título E y la Res. 0330 de 2017. Tras el análisis y la aplicación de diferentes geoprocursos se determina el área apta para la construcción de la PTARD como un suelo libre de restricciones, alejado de escorrentías y suelos arenosos o pantanosos y un área total de 2,9 ha. La ubicación de la PTARD permite la captación del 50% de las aguas residuales producidas en el casco urbano, ubicándola al oriente de este, a una distancia lineal de 200m del río Guarino y de 150m al casco urbano lo que minimizará los impactos ambientales negativos como los malos olores, moscas y roedores. Según Rodríguez Segura, D. A., & Charry Lopez, J. P. (2019), la propuesta pretende minimizar los impactos ambientales por vertimientos, recuperar los servicios ecosistémicos en las fuentes hídricas afectadas e implementar el sistema de saneamiento ambiental integral en el municipio de Victoria Caldas.

## IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL O CASO DE ESTUDIO

### Localización del área de estudio

Victoria Caldas municipio caldense de no más de 12.000 hab. en total, pero en su casco urbano solo se concentra un 40% o sea 5.000 hab., que al igual que los demás municipios colombianos, y según la Ras 2000 Título E, tradicionalmente manejan sus aguas residuales domésticas, comerciales (industria motos y talleres) y escorrentías, aguas lluvias, de

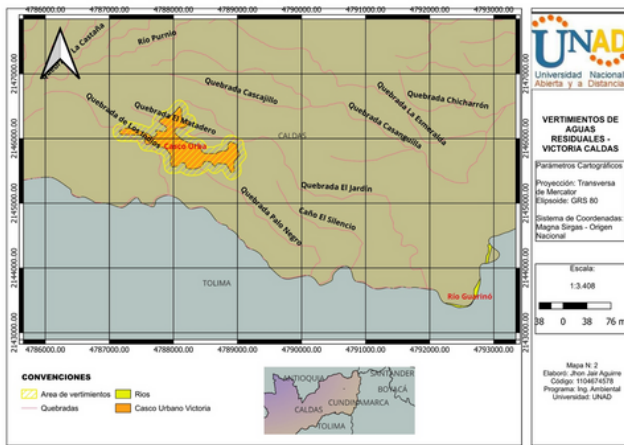
manera combinada a través de la interconexión de tuberías a los largo y ancho de la zona urbana central o principal, pero que igual se vierten a una fuente hídrica sin tratamiento alguno; el problema se agudiza cuando empiezan aparecer construcciones es decir el casco urbano va en crecimiento, nuevas construcciones aumento de conexiones a la red de alcantarillado y poco a poco el aumento de habitantes o asentamientos en las periferias del casco urbano, donde no existe una red de alcantarillado que al menos unifique los vertimientos y los conduzca a un solo punto de vertimiento (principal urbano), lo que ocasiona vertimientos difusos. Rodríguez Huamani, N. (2022).

La propuesta de implementar una PTARD busca mitigar el impacto ambiental negativo unificando y depurando los vertimientos de aguas residuales domésticas, producto de la expansión urbana no planificada, evitando la contaminación de las fuentes hídricas ajenas al problema inicial de vertimientos municipales establecidos y el deterioro de los servicios ecosistémicos de la zona rural. Cabral, C., & Iván, E. (2006).

**Figura 1.** Ubicación Geográfica – Victoria Caldas



Fuente: Elaboración Propia (2023).

**Figura 2.** Vertimientos de aguas residuales

Fuente: Elaboración Propia (2023).

Se puede apreciar el área de vertimientos generados en el casco urbano de Victoria Caldas permite evidenciar con detalle que dichos vertimientos directos de aguas residuales son captados por las Quebradas Los Indios, El Matadero, Palo Negro y El Jardín estas quebradas son tributarias del Río Guarino lo que significa que se presenta una contaminación aguas abajo bastante compleja que incluso y según Agraria et al., n.d., puede llegar interferir en la salud de las personas que consuman esa agua para las bocatomas rurales o en los riegos de cultivos y los comunes usos recreacionales, por esta razón y según Cardona, Y. A. (2022), es muy importante implementar la PTAR para mitigar un poco estos impactos ambientales y brindar soluciones sostenibles a largo plazo.

**Tabla 1.** Monitoreo de Vertimientos Directos

	Parámetros a Monitorear	Frecuencia	Tipo
Caracterización física	Temperatura	D	MP
	sólidos suspendidos totales	D	MC
	sólidos suspendidos volátiles	D	MC
	pH	D	MP
Caracterización química	Oxígeno disuelto (OD)	D	MP
	demanda química de oxígeno (DQO)	D	MC
	demanda biológica de oxígeno (DBO)	D	MC
	Nitrógeno Total Kjeldahl (TKN)	M	MP
	Amoníaco NH <sub>3</sub>	M	MP
	Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub>	M	MP
	Nitrato NO <sub>3</sub>	M	MP
	Metales pesados	M	MP
Caracterización bacteriológica	Coliformes Fecales	D	MP

D: Diaria; M: Mensual; MP: Muestra Puntual; MC: Muestra Compuesta.

Fuente: Resolución 0330 (2017).

## DESARROLLO Y ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO

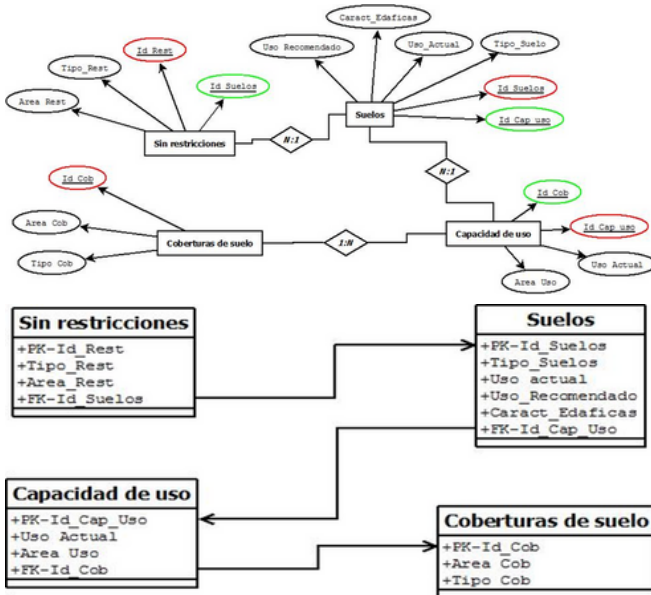
Cuando se habla de Aguas Residuales Domésticas (ARD) se debe tener en cuenta su clasificación, (material suspendido y disuelto orgánico e inorgánico): Convencionales (sólidos suspendidos y coloidales, materia orgánica carbonácea, nutrientes y microorganismos patógenos). No convencionales (orgánicos refractarios, orgánicos volátiles, surfactantes, metales, sólidos disueltos). Emergentes (medicinas, detergentes sintéticos, antibióticos veterinarios y humanos, hormonas y esteroides, etc.) Rivera, M. A. O., Barahona, W. E. C., Costales, J. H. N., Lalvay, X. A. L., & Guachichulca, E. J. R. (2021).

Según (RAS 2000, Título E) una PTARD, es un sistema que integra varias tecnologías enfocadas a remover la mayor cantidad de residuos; técnicamente es un espacio físico, equipado y destinado para la realización de procesos químicos, físicos y biológicos que eliminan los contaminantes presentes en el agua residual.

En siguiente análisis muestra la relación que

existe entre el suelo, su cobertura y el suelo sin restricciones que nos permite la construcción de la PTARD.

Figura 3. Modelo Entidad – Relación



Fuente: Elaboración Propia (2023).

Secuencia lógica para crear un mapa que muestre la problemática y las posibles soluciones:

Figura 4. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia (2023).

**Requisitos mínimos de Hardware y Software**

**Computador:**

1. Procesador Intel® Core™ i5-1240P
2. Sistema operativo Windows 11 Home 64
3. Tarjeta gráfica Intel® Iris® Xe
4. Memoria RAM 16 Gb
5. Memoria ROM 1 TB
6. Conectividad Intel Wi-Fi® 6E AX211, 802.11ax 2x2 Wi-Fi + Bluetooth 5.2

**Software:**

1. QGIS 3.34
2. Software de código abierto disponible bajo los términos de GNU General Public License indicando que el código fuente puede ser descargado a través de tarballs o del repositorio git.
3. QGIS compatible con Windows, macOS, Linux, Android y iOS. QGIS.org (2023).

**ÁREA DE ESTUDIO**

La zona de estudio se halla en un municipio caldense llamado Victoria municipio colombiano que se ubica en el oriente del departamento de Caldas, en la región conocida como Magdalena Centro. Limita por el oriente con el municipio de La Dorada; por el occidente con los municipios de Marquetalia y Samaná; por el norte con Norcasia y Samaná y por el sur con los municipios del Tolima: Honda y Mariquita. Victoria además del casco urbano cuenta con los siguientes Centros poblados:

Tabla 2. Datos demográficos

Centros poblados	
Cañaveral	
El llano	
Isaza	
La fe	
La pradera	
San Mateo	
Villa Esperanza	
Superficie total	
507 km²	
Altitud Media	
750 m s. n. m. permite un clima cálido-húmedo	
Población Victoria Caldas, DANE (2018)	
Total 10,157 hab.	
Urbana 4,296 hab.	

Fuente: Alcaldía Municipal de Victoria, Caldas. (2023)

### Características socioeconómicas

Existen tierras y climas aptos agroeconómicamente, pero absorbidas por una zona marginal baja cafetera, con una producción variada, pero sin mercadeo autorizado con precios fluctuantes y el producto desprotegido frente a una estructura de mercados y paquetes tecnológicos, créditos información de mercados, transporte y falta de una cultura asociativa para producir y comercializar y costos de insumos crecientes reduciendo márgenes de utilidad, uniéndose a lo anterior la falta de información gerencial y de determinar la finca como una empresa, al igual que una ausencia de políticas claras y consistentes en la diversificación, Alcaldía Municipal de Victoria, Caldas. (2023).

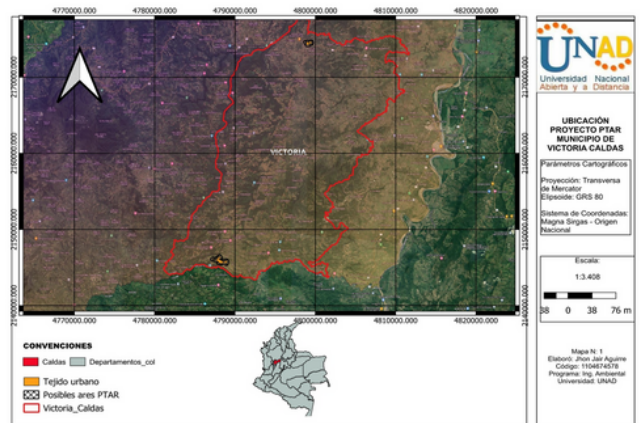
### Cultivos permanentes y semipermanentes

Según Evaluaciones agropecuarias municipales 2015, dentro de los cultivos permanentes se pueden apreciar: pastos, café, caucho, cacao, caña, cítricos y aguacate y dentro de los semipermanentes están el frijol, maíz, plátano y yuca.

El 80% del área total del Municipio está dedicada a la ganadería ya, que la vocación del Municipio es netamente ganadera, con 57.000 cabezas de ganado, de las razas cebú comercial, y los cruces cebú x holstein, cebú x pardo suizo, cebú x normando, de los cuales el 86% son de doble propósito el 10% de ceba integral, y el 4% lechería especializada, con una capacidad de carga de 1.62 UGG/ha. La

producción de ganado gordo es comercializada en las principales ciudades como Bogotá, Manizales, Santa Rosa de Cabal, y La Dorada. Alcaldía Municipal de Victoria, Caldas. (2023).

Figura 5. Ubicación Proyecto PTARD



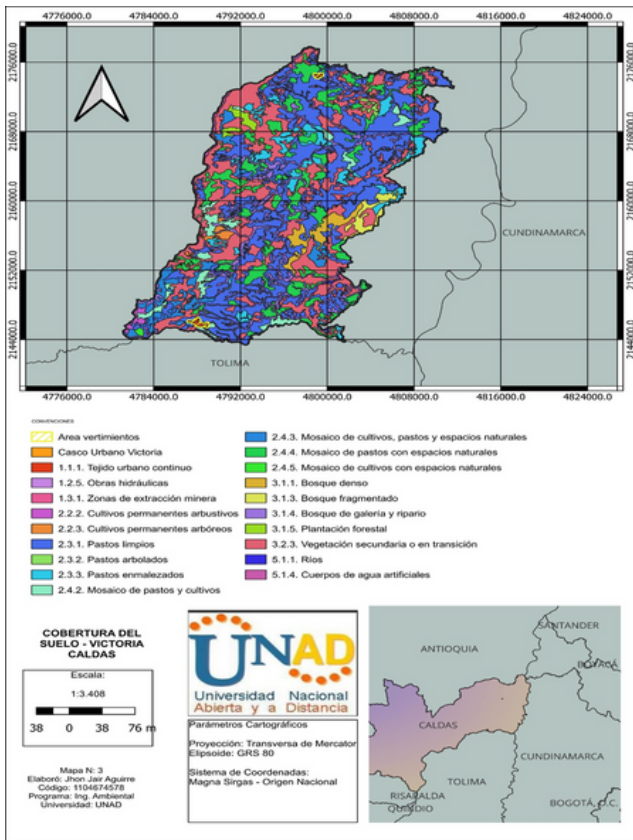
Fuente: Elaboración Propia (2023).

Una vez identificada el área de estudio se inicia el análisis del caso de estudio, identificando el municipio de Victoria Caldas y en este resaltamos el tejido urbano y uno de sus corregimientos, aplicando el Geoproceso buffer para determinar el área de afectación por vertimientos en fuentes hídricas superficiales y periféricas urbanas.

### Capa coberturas del suelo del área de estudio

En las diferentes coberturas que componen el suelo de Victoria Caldas, predomina los pastos limpios, los bosques riparios y los cultivos de temporada al igual que suelos libres para recreación.

Figura 6. Coberturas del Suelo



Fuente: Elaboración Propia (2023).

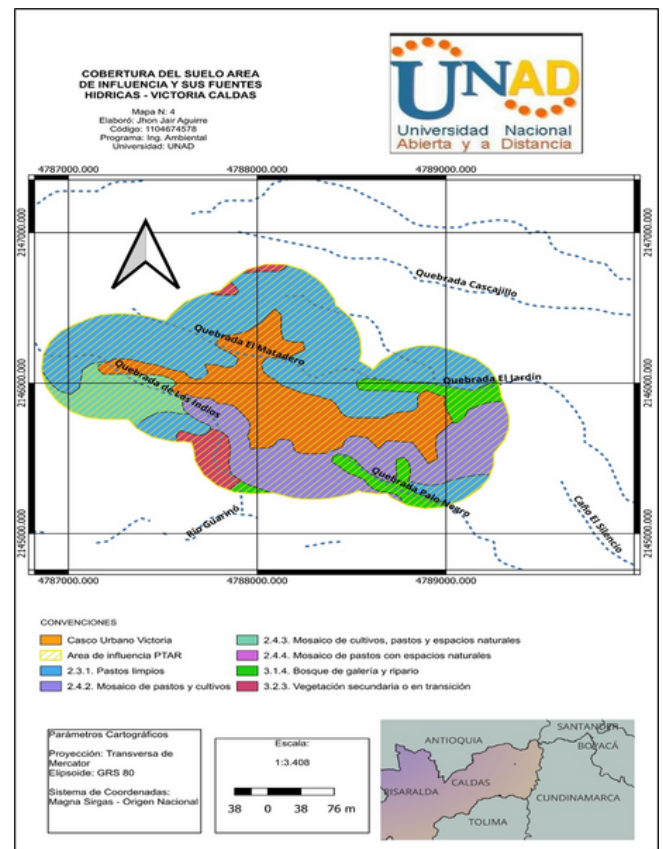
Tabla 3. Principales coberturas del suelo

2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.3.1. Pastos limpios
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
3.1.4. Bosque de galería y ripario
2.3.3. Pastos enmalezados
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
1.1.1. Tejido urbano continuo
3.1.5. Plantación forestal
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
5.1.1. Ríos
1.3.1. Zonas de extracción minera
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
2.3.2. Pastos arbolados
1.2.5. Obras hidráulicas
3.1.3. Bosque fragmentado
3.1.1. Bosque denso

Fuente: Elaboración Propia (2023).

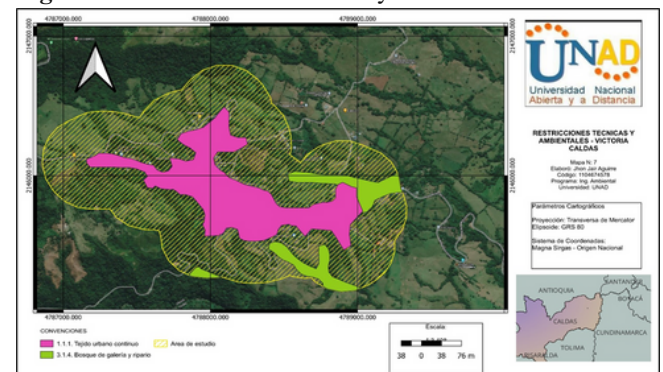
Aquí se presenta la cobertura actual del suelo a un radio de 300m, del área generadora de los vertimientos es decir el casco urbano de Victoria caldas, también permite identificar las fuentes hídricas receptoras; a partir de este buffer se identifica el suelo sin restricciones para la implementación de la PTARD.

Figura 7. Cobertura del Suelo área de influencia y sus fuentes hídricas



Fuente: Elaboración Propia (2023).

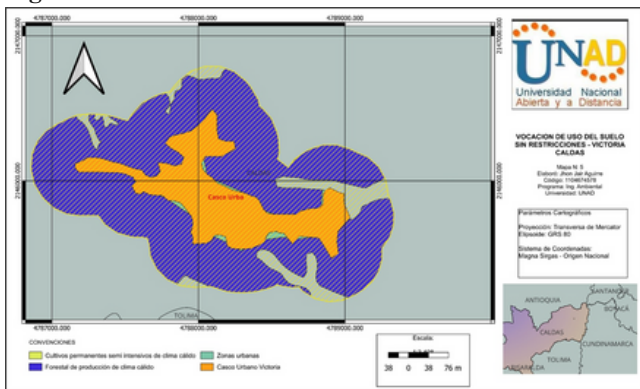
Figura 8. Restricciones técnicas y ambientales



Fuente: Elaboración Propia (2023).

Luego de verificar la cobertura del suelo en el área de estudio y sus restricciones técnico-ambientales se debe identificar la vocación del suelo para la misma área sin restricción técnica ni ambiental o sea un suelo listo para ejecutar el proyecto de implementación de PTARD, se analiza la vocación del suelo:

**Figura 9.** Vocación de uso del suelo sin restricciones



Fuente: Elaboración Propia (2023).

La vocación del suelo alrededor del casco urbano de Victoria Caldas es 80% Forestal de producción de clima cálido, sin embargo, al considerarse suelo sin restricciones se podría emplear para construir la PTARD atendiendo a la RAS 2000 que según sus lineamientos exige que la PTARD sea construida mínimo a 75m del casco urbano, el radio que estamos manejando es de 300m, así minimizamos los impactos negativos que pudiera producir la PTARD.

**Figura 10.** Suelo sin restricciones 300m a la redonda



Fuente: Elaboración Propia (2023).

## DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

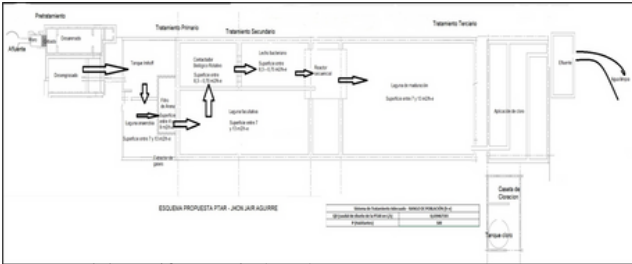
En el anterior mapa se encuentra especificada el área total en un radio de 300m de Victoria Caldas, sin restricciones de la cual se debe determinar el área más conveniente para la construcción de la PTARD, es un área apta ya que no tiene restricciones tecno-ambientales, en esta área se aplicó un Buffer de 200m de distancia al casco urbano lo que garantiza que la PTARD reduzca los impactos ambientales negativos. La superposición de capas y el uso de geoprocursos han permitido descubrir que alrededor del casco urbano de Victoria Caldas existen 350 ha, listas para nuevos proyectos y que la PTARD solo requiere de un área de 2,9 ha, para su construcción, además cuenta con las distancias mínimas requeridas por la RAS 2000 Título E, lo que hace apto y estratégico el punto oriental del municipio ya que abarcaría caudal principal de la red de alcantarillado. Además, interviene en la recuperación de las quebradas más afectada por los vertimientos sin tratamiento; la finalidad del proyecto es preservar el medio ambiente y rehabilitar los servicios ecosistémicos del municipio, y lo mas importante evitar la contaminación aguas abajo del rio Guarino, ya que este importante rio presta servicios ecosistémicos como recreación y abastecimiento de las bocatomas veredales o rurales.

Una PTARD es una solución tecnológica eficiente y de fácil administración que permite mediante la construcción de varios módulos la captación, cribado, sedimentación y digestión

de los diferentes contaminantes orgánicos, (RAS, 2000).

Esquema de una PTARD funcional para municipios de 5.000 Hab.:

Figura 11. Esquema PTARD



Fuente: Elaboración Propia (2023).

Según Herrera, J. P. & Páez, J. P. (2021), los procesos de tratamiento implementados en la PTARD dependen de la carga contaminante del agua residual, como lo podemos apreciar en la siguiente tabla;

Tabla 4. Niveles de tratamiento en aguas residuales

<b>Pretratamiento</b>	<b>Desbaste y Fosa Séptica, (desarenado y desengrasado).</b> "Entre 250-1.000 h-e: rejas de desbaste manual o automático y un sistema de tratamiento primario tipo fosa séptica o similar que permita eliminar conjuntamente arenas y grasas"(Rosa Huertas y Carlos Marcos (CHD)).	Mínimo impacto Visual y sonoro. Los malos olores se controlan con mantenimiento periódico
<b>Tratamiento Primario</b>	<b>Tanque Imhoff</b> Rango: menos de 1.000 h-e"(Rosa Huertas y Carlos Marcos (CHD)). <b>Laguna anaerobia</b> "Superficie entre 7 y 13 m2/h-e Óptimo hasta 1.000 h-e"(Rosa Huertas y Carlos Marcos (CHD)).	Se instalan filtros en la chimenea para evitar malos olores, y en la laguna requiere limitar la carga contaminante y el contenido de sulfatos
<b>Tratamiento Secundario</b>	<b>Laguna facultativa</b> "Superficie entre 7 y 13 m2/h-e Óptimo hasta 1.000 h-e"(Rosa Huertas y Carlos Marcos (CHD)). <b>Filtro de Arena</b> "Superficie entre 4 y 9 m2/h-e Óptimo hasta 1.000 h-e"(Rosa Huertas y Carlos Marcos (CHD)). <b>Contactador Biológico Rotativo</b> "Superficie entre 0,3 - 0,70 m2/h-e Óptimo entre 500-2000 h-e"(Rosa Huertas y Carlos Marcos (CHD)). <b>Lecho bacteriano</b> "Superficie entre 0,3 - 0,75 m2/h-e Óptimo entre 200-2000 h-e"(Rosa Huertas y Carlos Marcos (CHD)). <b>Reactor secuencial</b> "Requiere poca superficie. Óptimo entre 500-2000 h-e"(Rosa Huertas y Carlos Marcos (CHD)).	Malos olores: limitar la carga contaminante y el contenido de sulfato; mala integración con el paisaje, no genera olores, se instala chimeneas
<b>Tratamiento Terciario</b>	<b>Laguna de maduración</b> "Superficie entre 7 y 13 m2/h-e Óptimo hasta 1.000 h-e"(Rosa Huertas y Carlos Marcos (CHD)). <b>Aplicación de cloro</b> con el fin de reutilizar el agua o hacerla potable	No genera mayores impactos

Fuente: Herrera, J. P. & Páez, J. P. (2021)..

Según la RAS 2000 Título E los criterios Técnicos para elegir la PTARD como solución al caso de Victoria Caldas son los siguientes;

**Superficie del terreno:** La configuración de las tecnologías seleccionadas para el diseño de la

PTARD, no requiere mucho espacio, en promedio una superficie entre 7 y 13 m2/h-e.

**Datos meteorológicos:** El sistema de tratamiento lagunar apoyado en procesos físicos y biológicos como reactores UASB permite la rápida adaptación a caudales altos y a variaciones de calidad en el agua; regiones temperaturas bajas disminuyen un poco la eficiencia de los sistemas biológicos, tardando mas tiempo en su proceso de digestión sin embargo puede dar buenos resultados en comunidades pequeñas.

**Naturaleza del agua residual:** Se ha implementado el diseño para tratar aguas residuales domesticas ARD, sin embargo, podrá tratar aguas combinadas urbanas de tipo industrial y escorrentías.

**Criterios Ambientales;**

**Producción de Olores:** la tecnología en las PTAR juega un papel muy importante en el cuidado del medio ambiente, el control de olores es necesario para disminuir los impactos generados por gases que a su vez generan olores desagradables, sin embargo, no todos los procesos o tecnologías que se tienen implantados en las PTARD son igual de eficientes, se hace importante la medición de este componente para así determinar el impacto generado en cada una de las actividades.

**Niveles de ruido y vibración:** cada actividad- acción puede generar en su operación ruidos y vibraciones, sin embargo, existen medidas para mitigar, se debe medir este componente en cada una de las actividades- acciones y así obtener el impacto generado.

**Infraestructura paisajística:** la planta de tratamiento se encuentra en un medio social con la distancia exigida por la RAS 2000 de la población, pero a su vez es adyacente a la reserva, los siguientes componentes evalúan el impacto de la infraestructura.

**Suelo:** en cada actividad- acción, se genera una cantidad de residuos que provienen de la contaminación con que entra el efluente a la planta de tratamiento, gran parte son retenidos por las vallas, y otros son transformados en los procesos de tratamiento como el caso de la generación de lodos. En la mayoría estos terminan en rellenos sanitarios, causando un impacto significativo al suelo.

#### **Criterios Económicos;**

**Costos de Inversión:** este sistema en promedio requiere 100-200 €/h-e según (Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2012); sin embargo, estos costos se pueden ajustar a la región donde se implementa y las variaciones climáticas, niveles freáticos y características del suelo.

**Costos de Mantenimiento:** Depende del número de habitantes y la complejidad del sistema depurador en promedio se requiere 10-20 €/h-e/año.

Tras identificar y analizar el área de estudio podemos tener un panorama claro de la clasificación del suelo, su cobertura, su uso actual y la vocación del suelo, además de las zonas con restricciones técnicas o ambientales como lo son la presencia de bosques riparios y de galerías, algunas fuentes hídricas y áreas protegidas.

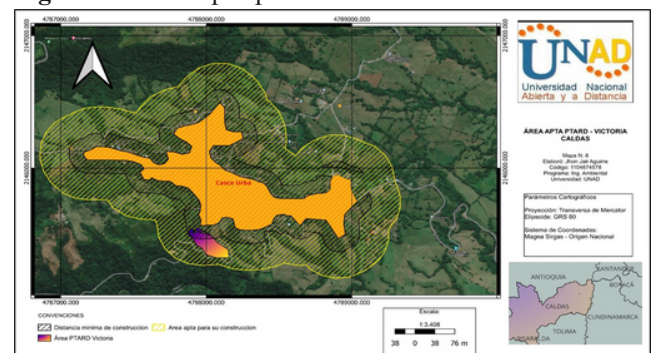
Aplicando el Geoproceso buffer a un radio de 300m se puede elegir entre el suelo sin restricciones, el punto mas adecuado para la construcción de la PTARD, teniendo presente las recomendaciones del RAS 2000;

Distancia del casco urbano mínima de 100m, evitando que lleguen malos olores y vectores.

Según la RAS 2000 Titulo E, la captación de vertimientos con alta tasa de contaminación, debe ser seleccionada adecuadamente y los puntos con mayor caudal o mayor carga contaminante; además se debe verificar el correcto funcionamiento de la red de alcantarillado y que esta cuente con las obras necesarias y cajas de inspección sanitaria que permita que los vertimientos lleguen hasta la PTARD.

Teniendo esto en cuenta vamos a identificar el punto mas adecuado para la construcción e implementación de la PTARD;

**Figura 12.** Área apta para construir PTARD



Fuente: Elaboración Propia (2023).

El área apta para la implementación de la PTARD es de 2,9 ha. y se encuentra entre los 100m y 150m de distancia al casco urbano lo que garantiza minimizar las afectaciones como malos olores y proliferación de vectores, además el punto elegido permite captar el agua residual de la mayor parte del casco

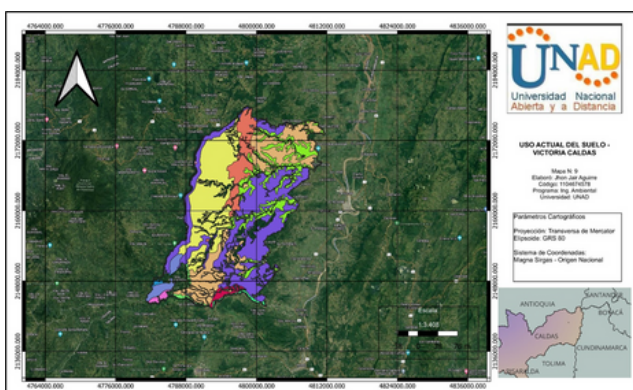
urbano como consecuencia la carga contaminante que se vierte de manera directa a las fuentes hídricas disminuye. Rodríguez Segura, D. A., & Charry Lopez, J. P. (2019).

### Metodología para identificar el uso actual del suelo del municipio de Victoria Caldas

Mediante el uso del Geoportal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en la pestaña datos abiertos se tiene la posibilidad de acceder a las diferentes capas tipo Shapefile que se pueden trabajar con el Software Qgis 3.5. para el caso del uso del suelo descargar las capas correspondientes a la capacidad de uso a nivel nacional, luego a través de geoprosesos como cortar, disolver y unión, se logra determinar el uso del suelo para el municipio específico en este caso Victoria Caldas.

Aplicando los geoprosesos tenemos que el uso actual del suelo en Victoria Caldas es el siguiente:

**Figura 13.** Uso actual del suelo Victoria Caldas



Fuente: Elaboración Propia (2023).

**Figura 14.** Clasificación de uso del suelo

✓	Cuerpo de agua
✓	Estos suelos de páramo alto, áreas restringidas para agricultura, solamente deben ser empleados para la vida silvestre
✓	Son áreas que deben estar dedicadas a la actividad ganadera controlada con pastos mejorados y en general a la reforestación
✓	Suelos aptos para cultivo de sorgo, caña de azúcar, arroz, maíz, maní, algodón, ajonjolí; se permite el uso de maquinaria agrícola
✓	Suelos aptos para cultivos propios de la región tales como frutales, caña, maíz, explotación ganadera semi intensiva
✓	Suelos aptos para ganadería intensiva, con explotación de pastos mejorados adaptables a las condiciones de bajas precipitaciones
✓	Suelos aptos para ganadería, con utilización de pastos mejorados, también son aptos para cultivos de frutales y café
✓	Suelos aptos preferiblemente para la explotación de ganadería con pastos mejorados, resistentes a la sequía;
✓	Suelos aptos preferiblemente para reforestación y la conservación de la vegetación natural
✓	Suelos aptos preferiblemente para reforestaciones y cultivos bajo semi bosque
✓	Suelos preferiblemente en pendientes suaves se pueden dedicar a la ganadería extensiva y a la agricultura en semi bosque
✓	Suelos preferiblemente para conservar la vegetación natural y reforestar

Fuente: Elaboración Propia (2023).

A partir de esta información se facilita el proceso de clasificación y uso adecuado de la tierra combinando componentes climáticos, ambientales y edáficos que constituyen el pilar del ordenamiento territorial municipal.

### Sistema de Coordenadas

En cada proceso geográfico se implementó el sistema de coordenadas Nacional según lo indica la resolución 471 de 2020, donde se especifica que este sistema de coordenadas permite precisar mejor la ubicación geográfica para Colombia y sirve de referencia para la implementación de nuevos sistemas cartográficos de mayor detalle y precisión.

### Geoprosesos

Áreas con Restricciones del Municipio Victoria Caldas

Las áreas con restricciones identificadas en el municipio de Victoria Caldas son en su mayoría de tipo ambiental, Embalse la Miel, Rio la Miel, Rio Guarino, Parques Naturales nacionales como lo es El Distrito regional de manejo Integrado Bellavista, y algunas Áreas para la Conservación del recurso hídrico (Humedales, Drenajes dobles y sencillos); para eliminar esas restricciones se utiliza el software Qgis y la herramienta “Diferencia simétrica”

sirve para cortar las capas con el municipio dejando solo las áreas “Sin Restricciones”; también se pueden usar capas superpuestas y se utiliza la herramienta cortar.

### **Sobreposición de Capas**

Ya teniendo el área sin restricciones lista se procede a unir las capas uso del suelo y vocación del suelo con el fin de conocer el manejo actual que se está dando al suelo y determinar si el área puede aplicar para la construcción de la PTARD para ello se utiliza la herramienta “Unión” crea una intercesión con su tabla de atributos.

### **Categorización**

Este Geoproceso nos permite clasificar los atributos de cada capa, asignarles color e identificarlos visualmente en el mapa, permite cruzar información entre geoprocesos e identificar las diferentes áreas del municipio y la localización definida con exactitud.

### **Buffer**

En el municipio de Victoria Caldas existe gran riqueza hídrica, la cual se ha visto afectada por los vertimientos directos de aguas residuales, la implementación de una PTARD requiere de unos parámetros técnicos específicos entre ellos la distancia entre el casco urbano y su localización para hallar el lugar adecuado para su construcción se utiliza la herramienta Buffer que nos permite delimitar un área determinada a la redonda, en nuestro caso se delimito inicialmente 300m para identificar suelo sin restricciones y luego se delimita a 100m con el fin de plantear el asentamiento para la construcción de la PTARD.

### **Reproyectar capa**

Se utiliza esta herramienta para cambiar el sistema de coordenadas de una capa que por defecto se había creado con un sistema de coordenadas diferente.

### **Corregir geometrías**

Esta herramienta nos permitió corregir la geometría de algunas capas que por su incompatibilidad con el sistema de coordenadas impedía realizar los geoprocesos necesarios.

### **Disolver**

Fue necesario hacer uso de esta herramienta, algunas capas debían unirse y sus atributos se duplicaban o eran muy parecidos y gracias a esta herramienta los atributos se podían unificar permitiendo su categorización y posterior clasificación permite un manejo de datos eficiente.

## **ANÁLISIS DESCRIPTIVO**

Tras aplicar los geoprocesos antes mencionados se han encontrado datos interesantes que no solo servirían para identificar el área apta para la construcción de la PTARD sino que además se han puesto en evidencia otros rasgos de interés general como lo es el tipo de uso que se le viene dando la suelo victoriano, es notoria la riqueza de sus tierras, su fertilidad y que gracias a su clima cálido, posee suelos aptos para la producción agropecuaria variada, donde el cacao, el caucho y la ganadería juegan un papel importante en la economía de esta región. Los Geoprocesos aplicados muestran la vocación real del suelo vs su uso actual, lo que sin duda permitirá potencializar el agro en el municipio,

---

teniendo claro el tipo de cultivo a sembrar y en qué área se da con mayor facilidad.

También se han identificado dos tipos de restricciones del suelo, técnicas y ambientales, las restricciones tipo ambiental son áreas de protección ambiental como la cuchilla de Bellavista donde se ubica la Reserva natural de manejo integral administrada por Corpocaldas, (Corporación Autónoma Regional de Caldas, 2017), las fuentes hídricas importantes, los cauces de los ríos La miel, Tasajo, etc. Y restricciones técnicas se encontraron la hidroeléctrica la Miel, las zonas urbanas actuales y futuras según proyección del esquema territorial municipal, algunos puntos hidráulicos, obras sanitarias, viales, etc. Alcaldía Municipal de Victoria, Caldas..

Es importante destacar que al desarrollar este ejercicio se identifica con precisión los suelos libres de restricciones, que ascienden a 340 ha. distribuidas en todo el municipio y que se pueden utilizar en la agricultura, reforestación o la expansión urbana, que para el caso de estudio se podrá utilizar 2,9 ha. para la construcción de la PTARD, dando cumplimiento al diseño de soluciones de descontaminación a fuentes hídricas afectadas por descargas directas sin tratamiento facilitando el saneamiento ambiental integral en el municipio de victoria Caldas.

## CONCLUSIONES

Los Sistemas de Información Geográfica SIG, en nuestro caso QGIS 3.5, son herramientas que permiten la caracterización de áreas a partir del cargue de capas prediseñadas o

construidas desde cero partiendo de puntos GPS georreferenciados en campo; y con el apoyo de instituciones como el IGAC, e IDEAM entre otros, se obtiene información base precisa, como insumo aplicable al caso de estudio, como lo es la problemática ambiental de vertimientos puntuales sin tratamiento. Haciendo uso del Software QGIS y cargando las capas base se identifican los geoprocesos adecuados para obtener información geográfica donde se utilizan las coordenadas Origen Nacional permitiendo mayor precisión en la geografía Colombiana para determinar la clasificación del suelo, donde la vocación de uso, uso actual, restricciones técnicas y ambientales permiten identificar el suelo o áreas sin restricciones y, por lo tanto aptas, para la construcción de una PTARD como solución a largo plazo a la contaminación de fuentes hídricas periféricas al casco urbano de Victoria Caldas aportando al saneamiento ambiental integral.

## RECOMENDACIONES

Implementar las normas técnicas sugeridas en la RAS 2000 Título E en el diseño de soluciones de descontaminación a fuentes hídricas afectadas por descargas directas sin tratamiento, razón por la cual la construcción de la PTARD se ajusta no solo como proceso unitario de tratamiento sino como coadyuvante en la descontaminación de las fuentes hídricas afectadas, ajustando las fases de diseño de acuerdo con el número de habitantes del municipio y la proyección de carga contaminante a tratar; indicando claramente el área necesaria para su

construcción, la distancia mínima a áreas urbanas y su adecuada implementación.

El uso del suelo en Victoria Caldas corresponde con la identificación que el IGAC le ha asignado en sus capas de Vocación de Uso lo que ha permitido identificar con mayor claridad las áreas sin restricciones, libres para el desarrollo de nuevos proyectos donde el 10% corresponde a expansión urbana periférica al casco urbano actual. Alcaldía Municipal de Victoria, Caldas. (2023).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía Municipal de Victoria, Caldas. (2023). Victoria-Caldas.gov.co.

Agraria, U., Habana, L., Rodríguez, F., Cuba Méndez, P., Ricardo, M., Pérez, M., Hernández, J., & Campos, G. (n.d.). <https://www.redalyc.org/pdf/932/93215304.pdf>

Cabral, C., & Iván, E. (2006). Propuesta de arranque, operación y aplicación de las técnicas apropiadas de laboratorio para el control de un PTAR que cumpla con las NOMX

Cardona, Y. A. (2022). Diagnóstico y evaluación del estado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas – PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia... [Proyecto aplicado]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/48988>

Datos Abiertos Agrología | GEOPORTAL. (2023). <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia> Evaluaciones agropecuarias municipales 2015. [Caldas2015.pdf](https://agronet.gov.co/Caldas2015.pdf) (agronet.gov.co)

Generalidades del Proyecto PTAR. (n.d.). Retrieved November 25, 2023, from <https://www.anla.gov.co/documentos/proyectos/01%20evaluacion/07%20ptar%20el%20paraiso/presentaciones/12-02-2021-anla-presentaci%C3%B3n-proyecto.pdf#:~:text=La%20distancia%20m%C3%ADnima%20de%20amortiguamiento%20para>

Herrera, J. P. & Páez, J. P. (2021). Niveles de Tratamiento para las Aguas Residuales. [Objeto virtual de aprendizaje OVA]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/44724>

Rosa Huertas y Carlos Marcos (CHD), N. I.- A. (s.f.). Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Obtenido de © Confederación Hidrográfica del Duero (CHD). Recurso pedagógico de apoyo, módulo II para el desarrollo de los cálculos: <https://view.genial.ly/60133a250aa77f69bdb27163d/gameaction-recurso-pedagogico-curso-marpc>

Rodríguez Segura, D. A., & Charry Lopez, J. P. (2019). Diseño y montaje a escala de una

planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (Ptard), como modelo funcional para el desarrollo de prácticas en el laboratorio de calidad de aguas, del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Piloto de Colombia–SAM (Doctoral dissertation)

Rivera, M. A. O., Barahona, W. E. C., Costales, J. H. N., Lalvay, X. A. L., & Guachichullca, E. J. R. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 6(3), 228-245. [La calidad de las aguas residuales domésticas - Dialnet \(unirioja.es\)](#)

Resolución 0330 - 2017 | Minvivienda. (2017, June 8). Minvivienda.gov.co. <https://www.minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0#:~:text=Resoluci%C3%B3n%200330%20-%202017%20Resumen%20Por%20la%20cual,2003%2C%201459%20de%202005%20y%202320%20de%202009>

[Rodriguez Huamani, N. \(2022\). Influencia del vertimiento de las aguas residuales domesticas en la calidad del agua del Rio Chuyapi - distrito Santa Ana, 2021 \(ucv.edu.pe\)](#)

[RODRIGUEZ, M., RUBIANO, Y., BEAULIEU, N., & MUÑOZ, O. Guía para la cartografía de los niveles de restricción de los suelos, utilizando el sistema de información geográfica “map maker popular” y la hoja electrónica Excel. GUIA-Maryory-22Nov \(cgia.org\)](#)

Título, E. (n.d.). REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS -2000 SECCION II

[https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/010710\\_ras\\_titulo\\_e\\_.pdf](https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/010710_ras_titulo_e_.pdf)

**LINK DEL VIDEO DE SUSTENTACIÓN**

<https://youtu.be/fvElufNqu3Y>

---