

GRADO EN GEOGRAFÍA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Facultad de Humanidades

2023

**ANÁLISIS GEOGRÁFICO DE LA PROBLEMÁTICA
DE LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS
RESIDUALES EN LA COMARCA DE LA ISLA
BAJA (TENERIFE)**

Trabajo de Fin de Grado realizado por Eduardo Suárez Padrón.

Tutorizado por Fernando Sabaté Bel.

Resumen:

El presente Trabajo Fin de Grado estudia la situación actual de gestión de las aguas residuales en la Comarca de la Isla Baja, Tenerife. Analiza dos propuestas que se plantean para su gestión: un modelo comarcal centralizado impulsado por el Consejo Insular de Aguas de Tenerife, utilizando una tecnología por membranas (MBR); y un modelo descentralizado impulsado por la plataforma Los Silos Isla Baja diseñada por el ingeniero José Luis Peraza, basado en la utilización de diversos humedales artificiales dentro del marco de los Sistemas de Depuración Natural (SDN). Se compararán ambas alternativas para conocer pros y contras de cada una de ellas para conseguir una buena gestión de las aguas residuales en este espacio.

Palabras clave: Depuración de aguas residuales, Eficiencia, Impacto, Sistemas de Depuración Natural, comarca de la Isla Baja, Tenerife.

Abstract:

This Final Degree Project studies the current situation of wastewater management in the Comarca de la Isla Baja, Tenerife. It analyzes two proposals that are put forward for its management: a centralized regional model promoted by the Tenerife Island Water Council, using membrane technology (MBR); and a decentralized model promoted by the Los Silos Isla Baja platform designed by engineer José Luis Peraza, based on the use of various artificial wetlands within the framework of Natural Purification Systems (SDN). Both alternatives will be compared to find out the pros and cons of each of them to achieve good wastewater management in this space.

Key words: Wastewater treatment, Efficiency, Impact, Natural Treatment Systems, Isla Baja region, Tenerife.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Contexto territorial	9
2.1.1. Localización.....	9
2.1.2. Población	10
2.1.3. Régimen jurídico del suelo	13
2.2. Conceptos básicos relativos a las aguas residuales	14
2.3. Antecedentes	16
2.3.1. Propuestas planteadas	21
2.4. Depuración de las aguas residuales urbanas	22
2.5. Marco jurídico relativo a la gestión de las aguas residuales	23
3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN, HIPÓTESIS, OBJETIVOS, FUENTES Y METODOLOGÍA	24
3.1. Preguntas de investigación.....	24
3.2. Hipótesis.....	25
3.3. Objetivos	25
3.3.1. Objetivo general.....	25
3.3.2. Objetivo específico	25
3.4. Fuentes consultadas.....	25
3.5. Metodología	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Alternativa propuesta por el Consejo Insular de Aguas de Tenerife	28
4.1.1. Análisis funcional	28
4.1.2. Impacto	32
4.2. Alternativa propuesta por colectivos vecinales.....	33
4.2.1. Análisis funcional	34
4.2.2. Impacto	37

4.3.	Estudio comparativo.....	38
4.4.	Discusión.....	40
5.	CONCLUSIONES	46
5.1.	¿Apostar por los sistemas de depuración natural?	47
6.	BIBLIOGRAFÍA	51
7.	ANEXO	55
7.1.	Entrevistas: preguntas planteadas y síntesis de las respuestas	55
7.1.1.	<i>Entrevista realizada a D. Javier Davara Méndez, gerente del Consejo Insular de Aguas de Tenerife, realizada el 25 de mayo de 2023 por vía telefónica</i>	55
7.1.2.	<i>Entrevista realizada a D. José Luis Peraza, ingeniero químico diseñador de los Sistemas de Depuración Natural existentes en el Parque Rural de Teno, el 24 de mayo de 2023, vía telefónica.</i>	58
7.2.	Anexo estadístico	60

1. INTRODUCCIÓN

El Modelo de Ordenación Territorial que presenta el *Plan Insular de Ordenación de Tenerife* (PIOT) contiene las delimitaciones estructurantes de la Isla, entre ellas la estructura comarcal. En concreto la Isla se divide en once comarcas: los macizos de Anaga y Teno, el área central (Teide), área metropolitana, Valle de Güímar, Sureste, Abona, Suroeste, Valle de la Orotava, Acentejo e Ycoden-Daute-Isla Baja. Concretamente, la Isla Baja será donde se centrare el presente trabajo de investigación.

La Isla Baja comprende los municipios de, Buenavista del Norte, Los Silos, Garachico y El Tanque, como se puede ver en la figura 1. En este trabajo, el enfoque se centrará en los tres primeros, debido a que el *Plan Hidrológico Insular* delimita así la demarcación territorial de la Isla Baja (CIATF, 2019).

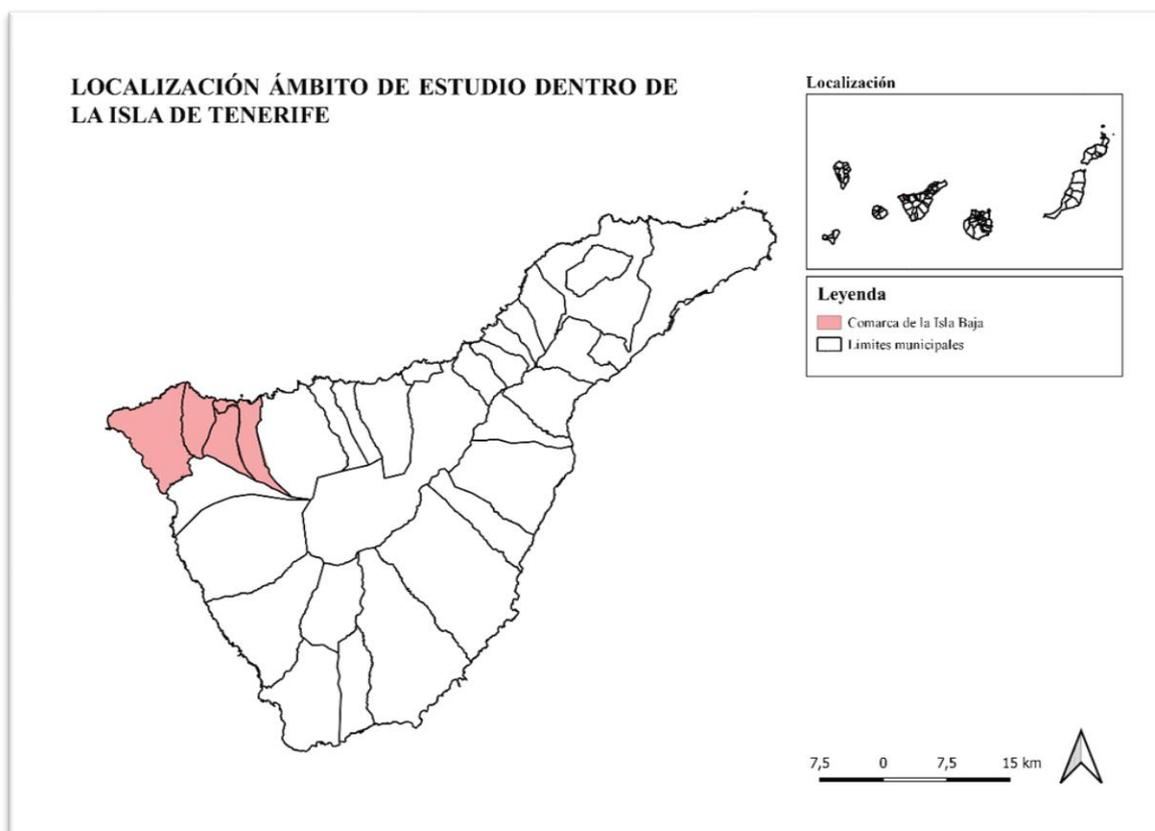


Figura 1: Localización del ámbito de estudio. Elaboración propia a partir de Instituto Geográfico Nacional (2020).

Algunos problemas estructurales y malas prácticas en la gestión de los recursos hídricos han ido aumentando, de una forma alarmante, cada año. A escala mundial, el aumento de la población y su localización en áreas muy concentradas ha incidido directamente en el aumento de la producción de las aguas residuales. Canarias, donde los recursos hídricos

son muy limitados, no escapa a esta situación. Esto refuerza la importancia de apostar por una economía circular dentro de la gestión del agua y por métodos más sostenibles.

La gestión de los recursos hídricos y su tratamiento son un punto clave en el funcionamiento de las sociedades. Es necesario contar con las cantidades de agua adecuadas para el correcto desarrollo de las diferentes actividades humanas. De ahí que un correcto tratamiento y gestión de las aguas residuales, que siga modelos eficientes y perdurables, constituye un aspecto fundamental para minimizar impactos en el medio ambiente y disponer siempre de los niveles de calidad de las aguas exigidos por la ley.

Al trabajar sobre el marco territorial de la Isla Baja, resultan obvias algunas características asociadas a los pequeños núcleos urbanos, siendo estos más susceptibles de sufrir las consecuencias negativas de una mala gestión de los recursos hídricos. En ellas, es habitual que se den más dificultades para la gestión, debido a diferentes motivos que se relacionan principalmente con el dimensionamiento de su población y la disposición de su espacio urbano (al poseer un modelo más descentralizado frente a las grandes aglomeraciones urbanas). A su vez, son muchas las limitaciones de ámbito económico que sufren estas áreas, así como carencias de personal especializado en el mantenimiento de las diferentes instalaciones de tratamiento de las aguas residuales. Para este tipo de territorios se han formulado proyectos como ICREW (Improving Coastal and Recreational Waters), impulsado por la Agencia Medioambiental del Reino Unido que promueve el desarrollo de estrategias sostenibles en espacios atlánticos, con características que podrían resultar similares a las de la Isla Baja (pequeñas aglomeraciones), que garanticen la buena calidad de las aguas de baño. En Canarias, el organismo encargado de promover este proyecto es el Instituto Tecnológico de Canarias. Es verdad en la configuración territorial de la Isla Baja, si atendemos a los cascos urbanos de Buenavista del Norte, Los Silos y Garachico, presentan una estructura territorial bastante concentrada. Sin embargo, se consideran como pequeños núcleos urbanos ya que mantienen cifras de población sustancialmente inferiores a otras aglomeraciones urbanas de la Isla, como pueden ser el área metropolitana o la conurbación turística Los Cristianos – Las Américas – Costa Adeje en el Sur (Martín, 2006).

De manera general en los entornos rurales y/o dispersos, como lo son en su mayoría los de la Isla Baja, son necesarias un número mayor de iniciativas que vayan acompañadas de un compromiso por parte de las instituciones y la población local, para así poder

disminuir y resolver las dificultades que se dan en este tipo de asentamientos (Martín, 2006).

En la actualidad se identifican un total de 195 puntos de vertidos de tierra a mar dentro de la demarcación hidrológica de Tenerife (IDECanarias, 2023), lo que supone un impacto evidente a la calidad de vida de las personas que residen cerca de la costa y a la biodiversidad del medio marino. Concretamente, dentro del ámbito de estudio, se pueden localizar 15 vertidos, autorizados y no autorizados, como se puede ver en la figura 2. En su mayoría se asocian a aguas sin depurar, mediante conducción de desagüe, debido al mal estado de los emisarios submarinos y a la poca eficacia que tienen las diferentes infraestructuras ubicadas en los municipios analizados que gestionan las aguas residuales.

Esta situación se produce violando la legislación europea y española, que prohíbe a toda costa el vertido de aguas residuales sin depurar al mar. Por esta razón, Tenerife ha sido multada en varias ocasiones, por situaciones de mala gestión como la del Valle de Güímar, en el año 2018 (Domínguez, 2022).

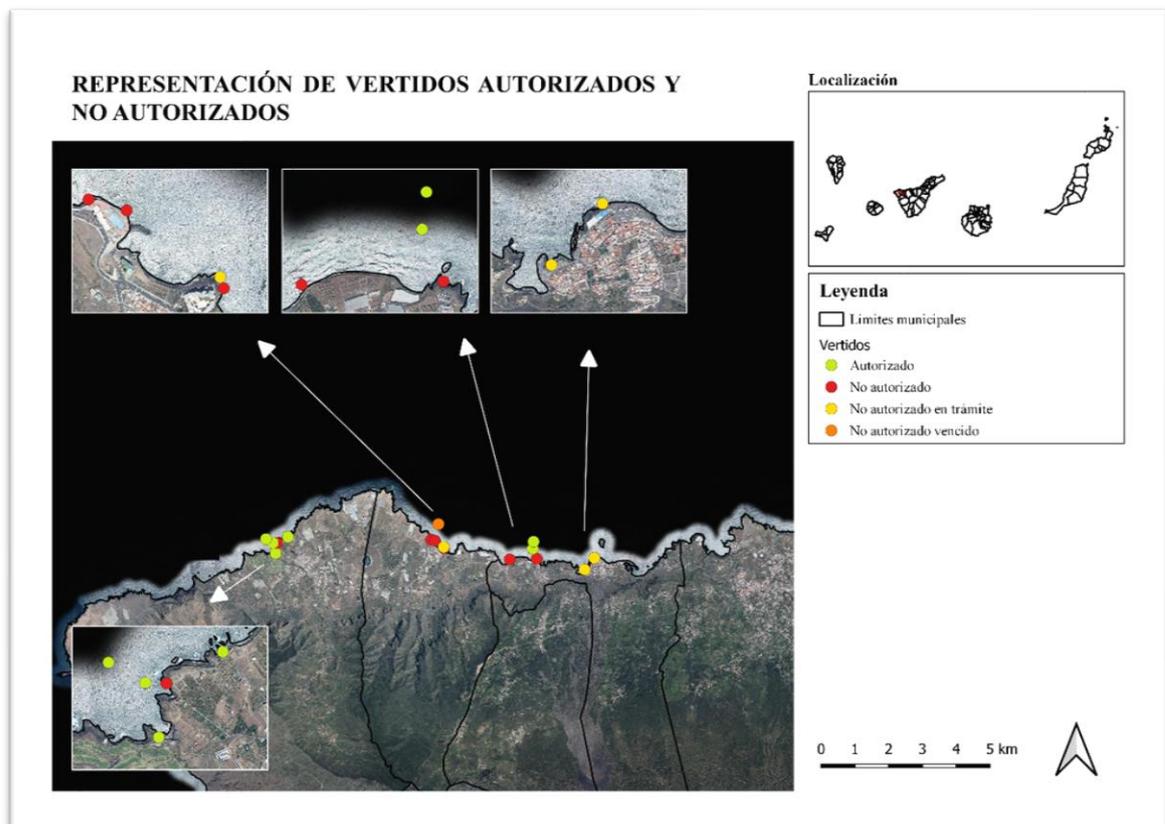


Figura 2: Representación vertidos autorizados y no autorizados. Elaboración propia a partir de IDECanarias (2015), Instituto Geográfico Nacional (2020).

Situaciones como esta reflejan la importancia de una correcta depuración. Garantizar que las aguas residuales, urbanas e industriales cumplan con un tratamiento adecuado es competencia directa de las autoridades gobernantes, según dicta la Directiva 91/271/CEE. Teniendo en cuenta el contexto territorial en el que se va a desarrollar este trabajo, se tienen que ejecutar las medidas que respondan de la mejor forma a la necesidad existente, promoviendo los modelos más eficaces y sostenibles.

En la Isla Baja, desde hace años se requiere una solución a la problemática surgida por una mala gestión de las aguas residuales. Desde 2017, los ayuntamientos de Buenavista del Norte, Garachico y Los Silos, junto con la plataforma Los Silos - Isla Baja, han reivindicado activamente la necesidad de mejorar e invertir en las diferentes infraestructuras para gestionar correctamente las aguas residuales, con el objetivo de evitar que se siga expulsando el agua sucia y sin tratar al océano. El alcalde de Buenavista Antonio González, lo expresó con claridad: *“La depuración es un tema del que los ayuntamientos nos hemos preocupado poco. Durante mucho tiempo hemos sido muy irresponsables con este tema. Incluso en Buenavista, que es un municipio que tiene su instalación de una manera muy precaria, siempre se nos dijo que nosotros estábamos por delante de otros ayuntamientos”* (Sosa, 2022).

Pero a partir de ese año la situación comenzó a cambiar. Un evento que ha generado controversia expuesta desde diferentes asociaciones y colectivos, y que ha creado debate en los diferentes ayuntamientos que conforman la Isla Baja, es el proyecto que propone el Consejo Insular de Aguas de Tenerife (CIATF) para la gestión de las aguas residuales en la Comarca. Se plantea un sistema centralizado de depuración por micro membranas (MBR), ubicado en el barrio de Las Canteras, en el entorno del ámbito de Ravelo (actual Complejo Hidráulico de la Isla Baja) en donde se pretende centralizar toda la gestión de las aguas (no solo residuales) de los tres municipios. Esto implica un elevado coste energético y económico, alegan los colectivos, para poder así cerrar el ciclo del agua y regenerar y reutilizar el agua residual. Frente a esta propuesta, la Plataforma Los Silos-Isla Baja, junto a los técnicos Abel Herrera, Fátima Campos, José Luis Peraza y Miguel Ángel Pérez, han participado en el proceso de consulta pública correspondiente al tercer ciclo (2021-2027) de planificación hidrológica de la demarcación hidrológica de Tenerife, planteando una alternativa descentralizada y que, en su opinión, constituye un modelo autosuficiente, más sostenible y mucho menos costoso económicamente. Impulsando así prácticas más sostenibles en la depuración. A su vez, con esta propuesta se pretende

utilizar el impulso por gravedad sin necesitar energías externas para el bombeo de las aguas sin depurar (Consejo Insular de Aguas de Tenerife, 2019).

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Contexto territorial

A continuación, se realiza una descripción del marco territorial objeto de nuestro TFG. Se proporcionará una visión sintética sobre la localización del área de estudio, sus datos demográficos y el régimen jurídico del suelo en el espacio seleccionado.

2.1.1. Localización

La comarca de la Isla Baja está formada por los municipios de Los Silos, Garachico, Buenavista del Norte y El Tanque. Como se ha adelantado en la introducción, este trabajo se ciñe a los límites territoriales del Sistema Territorial Isla Baja recogido en el Plan Hidrológico Insular. Como se puede ver en la figura 3, dentro del sistema territorial se ubican 56 subcuencas, definidas por el Plan Hidrológico insular como *“la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos (se trata de una descripción genérica a nivel nacional) hacia un determinado punto de un curso de agua”* (PHI, 2019).

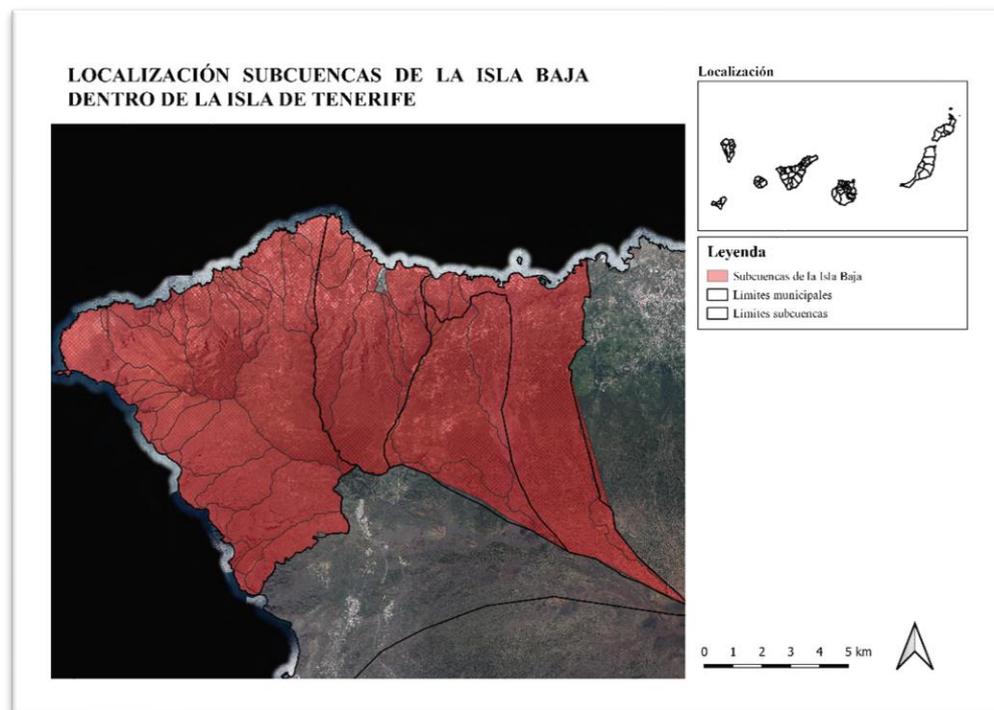


Figura 3: Localización subcuencas de la Isla Baja dentro de la Isla de Tenerife. Elaboración propia a partir de Instituto Geográfico Nacional (2020), IDECanarias (2015).

2.1.2. Población

El ámbito territorial se caracteriza principalmente por no ser un espacio en donde la población se agrupe en una misma conurbación urbana. Se encuentran en pequeñas aglomeraciones urbanas dispersas, ubicadas en torno a la costa, de tamaño más o menos regular; y algunas viviendas separadas de los núcleos residenciales más importantes, como podemos ver en la figura 4.

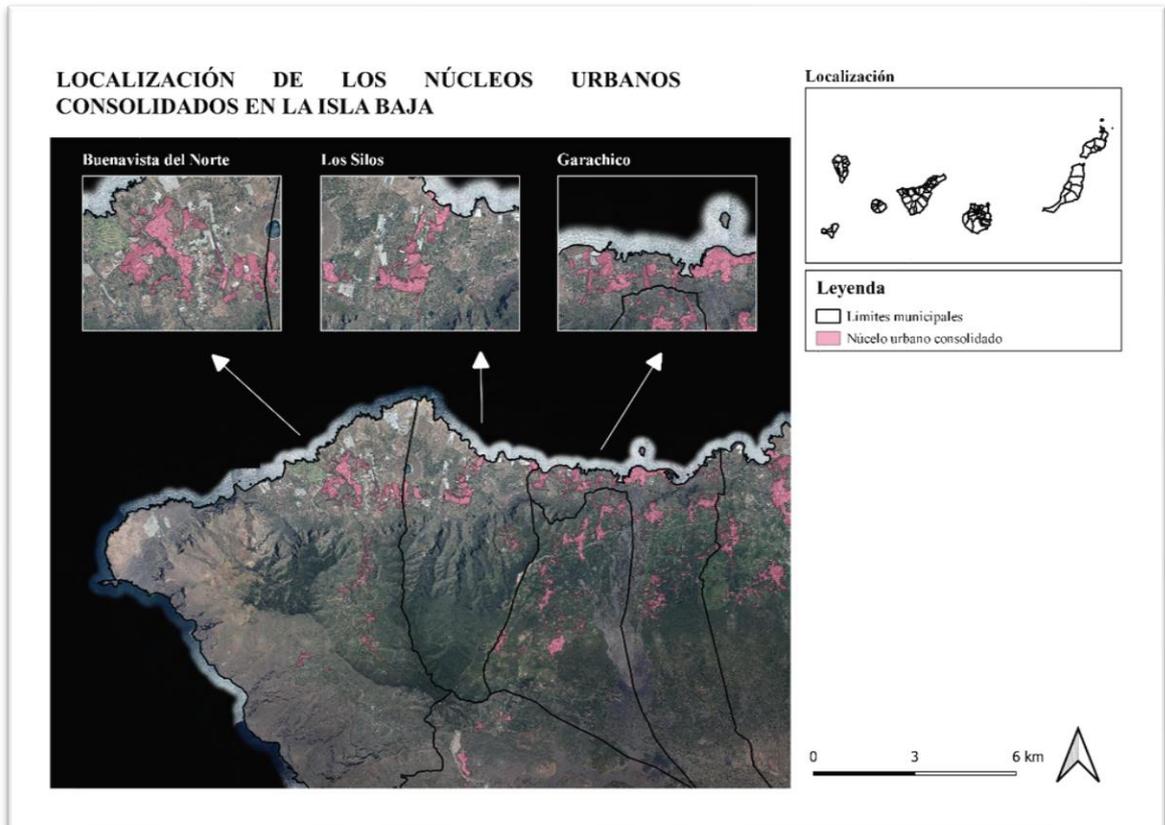
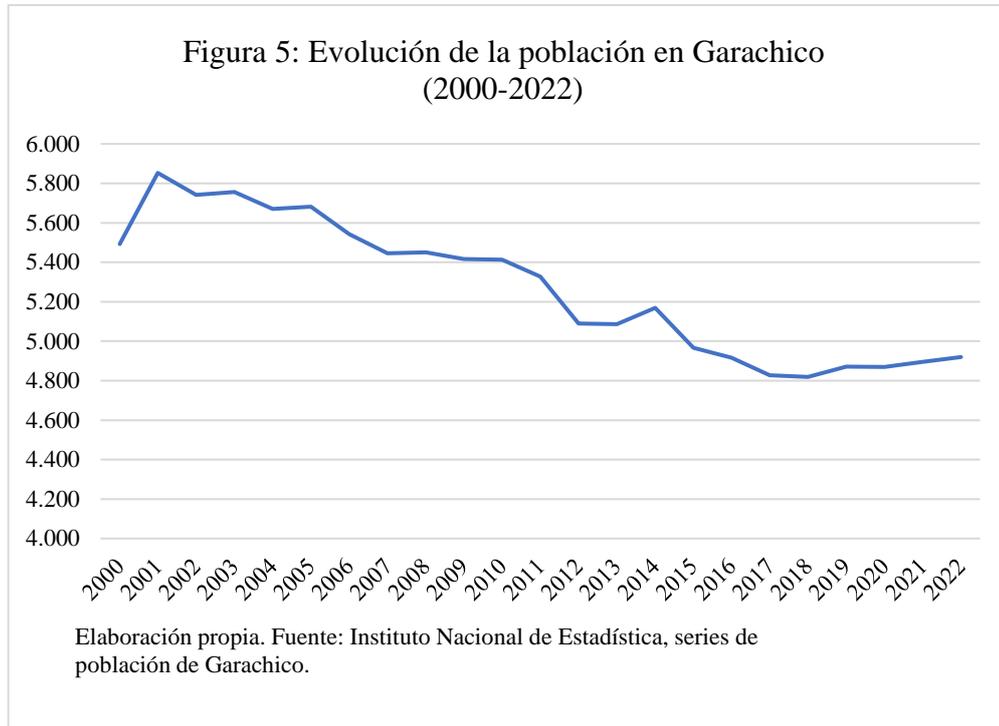


Figura 4: Localización de los núcleos urbanos consolidados en la isla Baja. Elaboración propia a partir de IDECanarias (2015).

A continuación, se realizará una descripción breve de cada uno de los municipios a tratar Garachico, Los Silos y Buenavista del Norte, resaltando las aglomeraciones urbanas más importantes y los datos de población a fecha de 2022.

Como se puede ver en la figura 5, al analizar los datos de población del municipio de Garachico, obtenidos en el censo municipal elaborado por el INE, la población total ha pasado de 5.463 habitantes en el año 2000 a 4.920 habitantes en el año 2022, lo que demuestra una disminución del 9,94%. El descenso más acusado se produjo entre los años 2009 y 2010, registrándose una pérdida de 308 habitantes. Desde ese momento, la

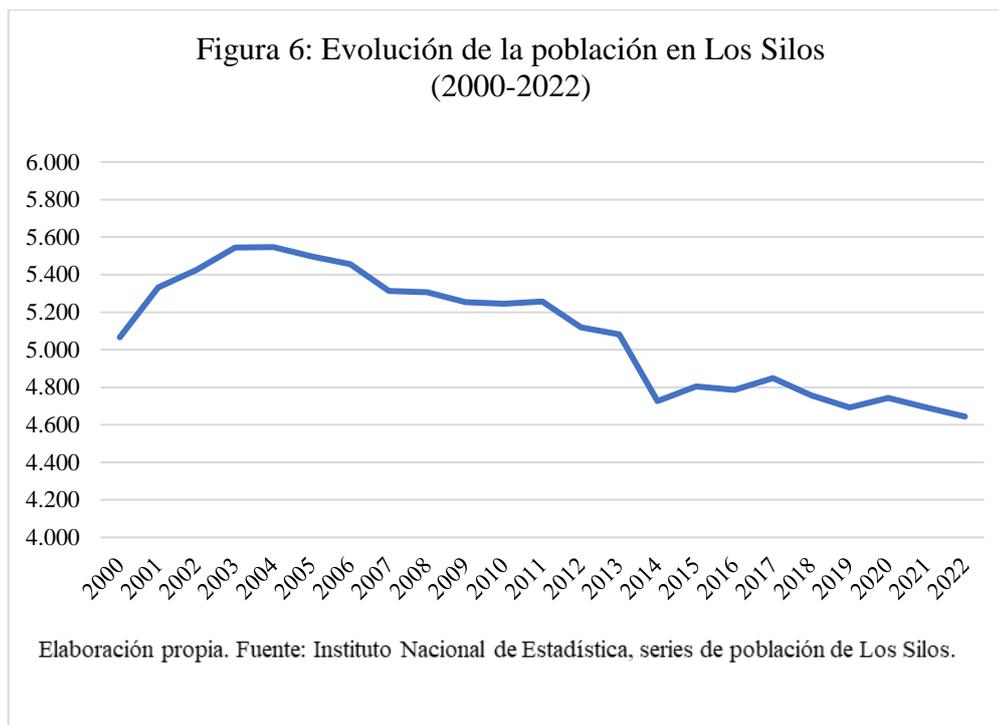
tendencia ha sido de una leve recuperación, con un aumento de 25 habitantes entre el 2021 y el 2022 (Instituto Nacional de Estadística, 2023).



Haciendo referencia al crecimiento natural, la diferencia entre los nacimientos y las defunciones, el resultado ha sido negativo en todo el periodo analizado. El año con mayor número de nacimientos fue 2008, con 58, mientras que el año con mayor número de defunciones fue 2017, con 103 (Instituto Nacional de Estadística, 2021).

Uno de los datos que hay que tener en cuenta para conocer la dinámica demográfica del municipio es la distribución por edades de la población. Esta muestra un envejecimiento progresivo, con un aumento de los grupos de mayor edad y una disminución del peso relativo de los grupos de menor edad. En 2022, el grupo más numeroso, el de 65 a 69 años, con 400 personas (8,13% del total). Por el contrario, el grupo menos numeroso es el de 0 a 4 años, con 140 personas (2,85% del total) (Foro-Ciudad, 2023).

En segundo lugar, la figura 6, refleja los datos de población, en la misma serie temporal, del municipio de Los Silos. La evolución de la población vuelve a una tendencia negativa, con datos de 5.066 habitantes al inicio de la serie, y 4.644 al final, en el año 2022, lo que supone una disminución del 8,3% desde el inicio hasta el final. En el año 2004 se registra el pico más alto de población, con 5.547 habitantes, mientras que 2022 recoge la cifra más baja de la serie (Instituto Nacional de Estadística, 2023).



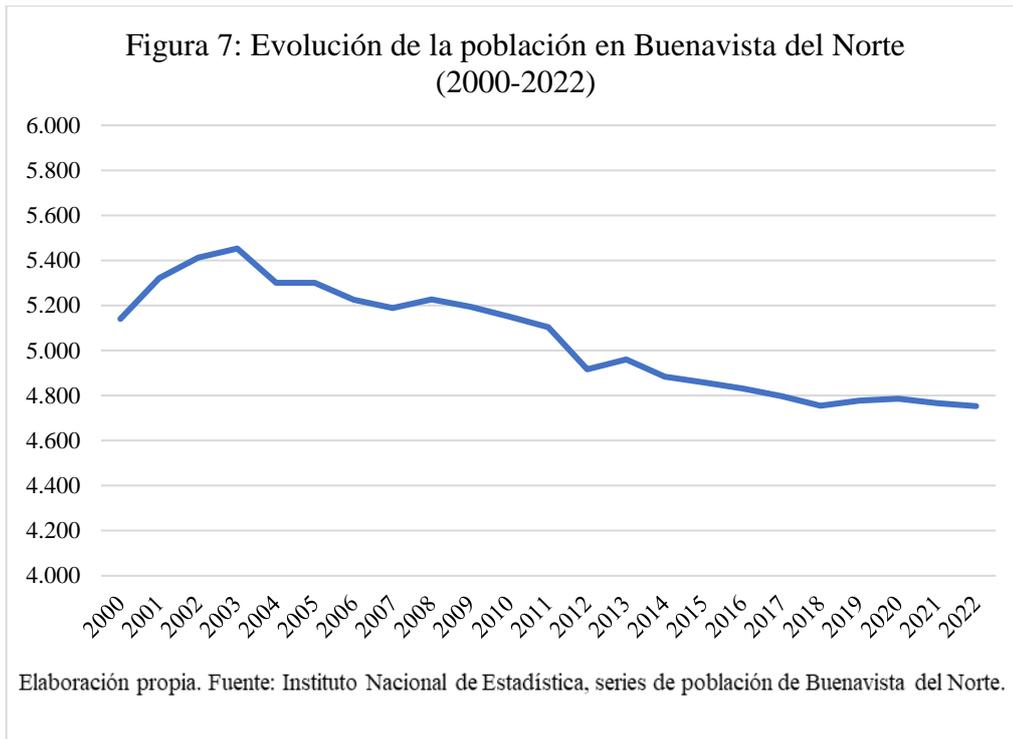
El crecimiento natural a lo largo de la serie vuelve a ser negativo, salvo en el año 2008 y 2010, donde se registran de media 10 nacimientos más frente a las defunciones. De resto, se siguen manteniendo los valores negativos (Foro-Ciudad, 2023).

Este municipio recoge la distribución por edad más joven de los 3 municipios analizados. El grupo mayor es el de 50-55 años, con 387 habitantes. Y vuelve a situarse el grupo de edad de 0-5 años como el de menor peso, con 134 habitantes (Foro-Ciudad, 2023).

Por último, la figura 7, recoge la evolución de la población en el municipio de Buenavista del Norte. En el período temporal 2000-2022 se ha producido un descenso moderado, registrando 5.140 habitantes al inicio de la serie y finalizando con 4.753 habitantes en el año 2022, lo que supone un 7,8% menos. La serie refleja como a partir del año 2012, empieza la mayor pérdida de población (INE, 2023).

El crecimiento natural en este municipio vuelve a ser negativo: desde el año 2002 se producen más defunciones que nacimientos, con una diferencia de 33 personas fallecidas en el año 2021, siendo la cifra más alta de la serie (Foro-Ciudad, 2023).

A su vez, la distribución por edad de la población tiene una estructura relativamente más joven que el municipio de Garachico, siendo el grupo de edad de 55-60 años el más numeroso con un registro de 404 personas a datos de 2022. El menos numeroso sigue siendo el de 0-5 años, con 132 habitantes (Foro-Ciudad, 2023).



Conocer la evolución demográfica del área de estudio permite advertir sobre la dinámica de este espacio y anticipar posibles tendencias futuras. Dentro de la gestión de las aguas residuales permite calcular los datos aproximados de Habitantes-Equivalentes para conocer así la demanda que se tendrá y concebir con rigor las infraestructuras de depuración de las aguas residuales.

2.1.3. Régimen jurídico del suelo

La figura 8 muestra los usos globales de los tres municipios que se tratan en este trabajo. A la mayor parte del territorio se le ha asignado a un uso ambiental, debido a que puede encontrarse bajo algún modelo de protección como la Red Natura 2000 o similares. Destaca también el uso primario, destinado a la realización de actividades que engloban diferentes zonas de uso en ese espacio según la Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias.

Existen zonas aisladas en donde se desarrollan actividades que demandan una correcta depuración de las aguas. Lo que significa que es importante contar con un sistema de saneamiento adaptado de forma eficiente al contexto de aislamiento de estos espacios.

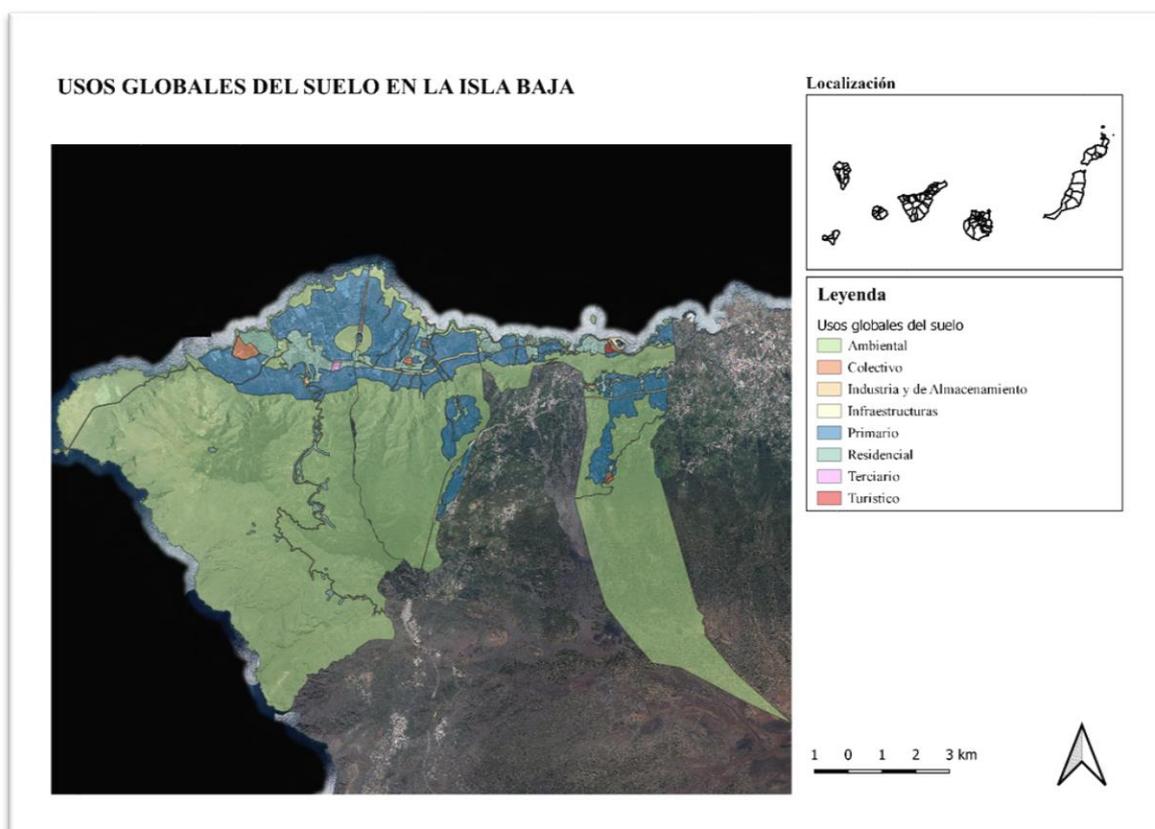


Figura 8: Usos globales del suelo en la Isla Baja. Elaboración propia a partir de IDECanarias (2015).

2.2. Conceptos básicos relativos a las aguas residuales

A continuación, se repasan una serie de conceptos básicos dentro de la gestión de las aguas residuales que resultan de interés para el desarrollo de este trabajo.

- Aglomeración urbana:

Espacio geográfico formado por uno o varios municipios que, por su población y actividad económica predominante, hacen que se cree un foco de generación de aguas residuales importante y necesiten de su recogida y conducción a una instalación o punto de vertido final (Consejo Insular de Aguas de Tenerife, 2019).

- Aguas residuales domésticas:

Aguas residuales cuyo origen se remite al ámbito doméstico. Originados principalmente por las actividades domésticas propias y por el metabolismo del ser humano (Consejo Insular de Aguas de Tenerife, 2019).

- Aguas residuales industriales:

Aguas residuales procedente de locales e instalaciones que realicen cualquier actividad de ámbito comercial o industrial (Consejo Insular de Aguas de Tenerife, 2019).

- Aguas residuales urbanas:

Son resultado de la depuración de las aguas residuales domésticas e industriales, junto a las obtenidas por escorrentía en los diferentes colectores del municipio (Consejo Insular de Aguas de Tenerife, 2019).

- Caudal:

Volumen de agua que pasa por un punto en una misma unidad de tiempo (Consejo Insular de Aguas de Tenerife, 2019).

- Complejo hidráulico:

Infraestructura espacial que pretende ubicar en un mismo espacio diferentes elementos propios de la gestión de las aguas (depuradoras, desalinizadoras, estaciones de bombeo, estaciones de tratamiento, etc.), con el fin de establecer diversas fórmulas de gestión integrada (Consejo Insular de Aguas de Tenerife, 2019).

- Colectores:

Red de alcantarillas públicas, normalmente subterráneas, que recogen el agua sucia y de lluvia (Consejo Insular de Aguas de Tenerife, 2019).

- DBO₅:

Es la cantidad de oxígeno expresada en mg/l y consumida en condiciones de ensayo (20°C, P atm. y oscuridad) en un tiempo de 5 días, como consecuencia de procesos biológicos de las materias biodegradables presentes. Se trata de una medida que incide directamente en la calidad de las aguas depuradas (Consejo Insular de Aguas de Tenerife, 2019).

- Habitantes equivalentes:

Concepto que se utiliza a la hora de abordar la gestión de las aguas residuales. Permite estimar la carga contaminante de las aguas residuales urbanas o de aquellas que tienen una naturaleza orgánica biodegradable, haciendo referencia a la suma de materia orgánica biodegradable proveniente de los habitantes de hecho y los derivados de la industria, calculando su equivalencia en número de habitantes (Chamorro, 2016). Con esto se

obtiene una medida básica para tratar las aguas residuales en las aglomeraciones urbanas, y así estimar la cantidad y la calidad de las aguas residuales generadas por una población o una actividad.

Los parámetros más utilizados a la hora de calcular dicha medida son, el caudal (m³/día), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅, mg/l) y la carga orgánica (kg/día) (Chamorro, 2016). Esta medida se calcula a partir del valor medio diario de carga orgánica biodegradable, correspondiente a la semana de máxima carga del año, sin tener en cuenta situaciones producidas por lluvias intensas u otras circunstancias excepcionales (artículo 4 del RD 509/1996).

Para calcular el número de hab-eq asociado a un vertido urbano o industrial se puede utilizar la siguiente fórmula: $hab-eq = Q * C / K$, donde: Q es igual al caudal medio diario del vertido en m³/día; C es igual a la concentración media diaria del parámetro contaminante en mg/l; y K es el valor del parámetro contaminante correspondiente a un hab-eq en mg/l (Villa, s.f.).

- Tratamiento adecuado:

Es el tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante cualquier proceso o sistema de eliminación. Con el objetivo de que el agua depurada cumpla con los objetivos y normas del vertido (Consejo Insular de Aguas de Tenerife, 2019).

Abreviaturas utilizadas para definir infraestructuras:

- ETAR: Estación de Tratamiento de Aguas Residuales.
- EBAR: Estación de Bombeo de Aguas Residuales.
- EDAR: Estación de Depuración de Aguas Residuales.

2.3. Antecedentes

Un enfoque multidisciplinar y a diferentes escalas conforma los antecedentes que se han tenido en cuenta para la elaboración del presente trabajo, conocer el estado del problema que se plantea, informar sobre diferentes investigaciones que se han realizado sobre la cuestión y situar el trabajo en un espacio y tiempo sabiendo los diferentes eventos de relevancia para la ejecución de este.

En Canarias, la depuración de las aguas residuales es un tema que ha desarrollado diferentes conflictos a lo largo de los años. Actualmente se vierten más de 100.000 litro

diarios de aguas residuales, registrándose más de 300 puntos de vertido (Diario de Avisos, 2023). Varios factores hacen que no se llegue a dar un proceso de depuración lo más eficiente posible dentro del contexto insular, como la inexistencia de un Plan sobre vertidos de agua sin tratar al mar; la asociación de Consultores Medioambientales critica la carencia de actuaciones por parte de las instituciones en materia de aguas residuales (Fumero, 2023).

Un mal diseño de las diferentes infraestructuras que se implementaron en las Islas, precariedad de gran parte de las plantas depuradoras, diferencias a la hora de gestionarlas, por un lado, las competentes al Consejo Insular de Aguas de Tenerife, y por otro, las de competencia municipal, hacen que la depuración de las aguas en el contexto autonómico haya derivado a diferentes problemas relacionados con lo expuesto. Es por ello, por la experiencia y la percepción social sobre las depuradoras, que su ubicación suscita numerosos conflictos ya que ningún residente quiere tener esta infraestructura en las inmediaciones de su casa. De ahí el interés por parte de la población local de buscar nuevos métodos de depuración y propuestas menos invasivas, que no generen alteraciones o problemas que deriven en el desarrollo de la vida cotidiana de los residentes.

Para enfocar lo expuesto al marco territorial en el que se desarrolla el análisis de este trabajo, hay que tener en cuenta una serie de factores:

En primer lugar, hay que conocer la situación previa y actual del área en la que este trabajo se centra. En las pequeñas comunidades rurales, como ya se ha avanzado con anterioridad, son varias las limitaciones que dificultan las tareas de saneamiento y depuración. Tales limitaciones se pueden agrupar en 4 principales:

1. La lejanía que puede existir de los grandes conectores centralizados de depuración más convencionales, debido a la localización de las comunidades urbanas o a la orografía normalmente más compleja de estos espacios.
2. Por lo general en estas zonas no se mantienen niveles medios de caudal, se suelen dar picos de demanda o momentos de menor necesidad, incidiendo directamente en el consumo energético.
3. En las comunidades más pequeñas, es inevitable que los costes de mantenimiento, explotación e implantación de las diferentes infraestructuras se vean incrementados. Esto se debe a la dificultad de incluir a estos espacios en una economía de escala que si se da en comunidades de mayor tamaño.

4. La falta de un cuerpo técnico capacitado para realizar las labores de mantenimiento de las infraestructuras convencionales, junto con la escasa capacidad económica, hacen que en estas zonas sea importante apostar por soluciones más sostenibles, que respondan a las necesidades de las pequeñas comunidades (Martel, 2016).

Sin embargo, durante años, cuando se han ejecutado diferentes dotaciones para la depuración de las aguas residuales de las pequeñas comunidades, lo que se ha llevado a cabo son adaptaciones de tamaño y calibre de las infraestructuras ubicadas en grandes aglomeraciones. Esto provoca que se generen altos costes económicos y energéticos para estas zonas (Instituto Tecnológico de Canarias, 2010). Lo anterior resulta de aplicación a la comarca de la Isla Baja en la gestión de sus aguas residuales.

Según los datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en el ámbito territorial de la Isla Baja se sitúan 3 infraestructuras vinculadas a la gestión de las aguas residuales: concretamente la Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR) de Los Silos y dos Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDAR), una en Buenavista y otra en Garachico (como se representa en la figura 9).

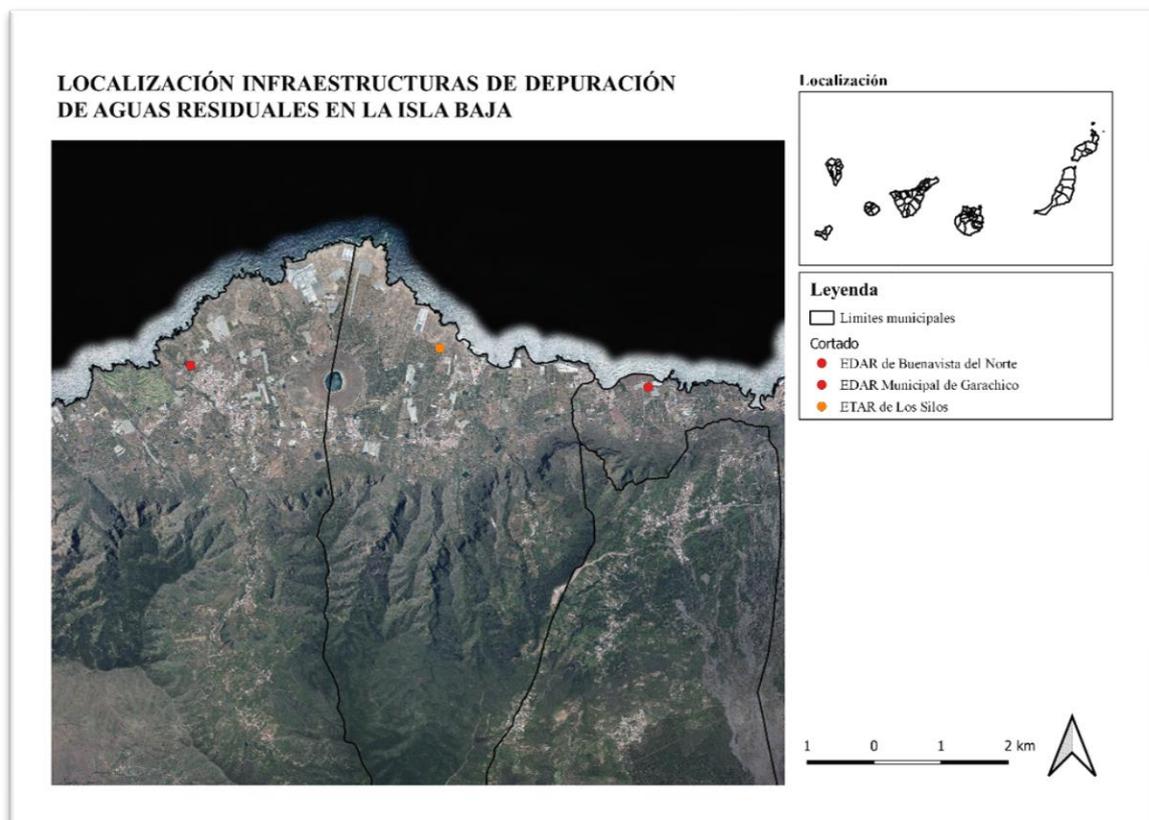


Figura 9: Localización de las infraestructuras de depuración de aguas residuales en la Isla Baja. Elaboración propia a partir de Pan Hidrológico Insular (2019), IDECanarias (2015).

Junto a este gráfico se complementa la tabla 1, que hace referencia a diferentes aspectos de interés del funcionamiento de las diferentes infraestructuras:

1. En primer lugar, se representa si la infraestructura se encuentra conectada a una red de colectores, en este caso, las tres sí están conectadas.
2. En segundo lugar, se indica la carga entrante por habitantes equivalentes, que hace referencia a la suma de la actividad residencial e industrial y su correspondiente generación de aguas residuales: a priori se constata cómo la carga entrante no supera la capacidad de diseño en ninguno de los casos.
3. En tercer lugar, se hace referencia al tratamiento primario, secundario y más exigente. El tratamiento primario es un procedimiento que, mediante procesos físicos o fisicoquímicos, el DBO5 del agua entrante, se reduce al menos un 20% antes de su vertido y los elementos físicos en suspensión que se encuentran, se reducen al menos un 50%. En este caso vemos como las tres infraestructuras cumplen con este requisito. El tratamiento secundario es similar, pero se debe incluir un proceso biológico mediante sedimentación, como se ve en la tabla, todas salvo la Estación de Tratamiento de Aguas Residuales de Los Silos disponen de este tratamiento (Consejo Insular de Aguas, 2019).
4. En cuarto lugar, el tratamiento más exigente, como su nombre indica, consiste en un último proceso que pretende disminuir mucho más todos los valores que se consiguen en los pasos anteriores (Consejo Insular de Aguas, 2019). En este caso, ninguna planta cuenta con este tratamiento.
5. En quinto lugar, se trata la conformidad de la infraestructura relativa al tratamiento DBO5, es decir, si los valores de las aguas residuales tratadas vertidas, de DBO5, cumplen con la normativa europea. Como se puede observar, en dos de los casos no se cumplen los parámetros mínimos exigidos por la ley siendo solo la ETAR de Los Silos la que mejor calidad obtiene, registrando aun así valores justos.
6. En sexto lugar, se referencia el motivo del mal funcionamiento de la planta, que indica si se debe íntegramente a aspectos de funcionamiento de la infraestructura indicada o tienen que ver con accidentes puntuales o un mal dimensionamiento de esta.

Nombre	EDAR de Garachico	ETAR de Los Silos	EDAR de Buenavista
Estado	Activa	Activa	Activa
Conexión a red de colectores	Si	Si	Si
Carga entrante (he)	4133	4268	2671
Capacidad diseño (he)	6000	10000	4000
Tratamiento primario	Dispone	Dispone	Dispone
Tratamiento secundario	Dispone	No dispone	Dispone
Tratamiento más exigente	No dispone	No dispone	No dispone
Conformidad del tratamiento DBO ₅	Incumple	No relevante	Incumple
Motivo del incumplimiento del mal funcionamiento	Verdadero	Falso	Verdadero

Tabla 1: Aspectos de interés del funcionamiento de las infraestructuras de depuración. Elaboración propia a partir de Plan Hidrológico Insular (2019).

El *Plan Hidrológico Insular* del segundo ciclo de planificación 2015-2021 se recoge que en ninguno de los tres casos se está depurando el agua; lo que se hace es un *tratamiento adecuado* para posteriormente ser vertida al mar, mediante diferentes estaciones de bombeo de aguas residuales y sistemas colectores, finalizando el ciclo del agua en los diferentes emisarios ubicados en la costa. También es importante saber las diferencias que existen en los diferentes municipios de la Isla Baja relativas a la gestión de las plantas depuradoras ya que supone un factor de riesgo para generar posibles fallas en el funcionamiento. En 2018 se rehabilitó la ETAR de Garachico, cuya concesión pertenece al CIATF y se pretende hacer lo mismo en Los Silos. Sin embargo, en Buenavista, el EDAR se gestiona a nivel municipal, y según el CIATF, no se están tratando adecuadamente las aguas, produciéndose vertidos ilegales al mar (Entrevista a Javier Davara, 25 de mayo de 2023).

Los medios de comunicación se han hecho eco de la situación que se lleva dando en la Isla Baja derivada de una mala gestión de las aguas residuales, generando una

problemática social y medio ambiental en donde diversos actores muestran su grado de disconformidad con la situación. Por su parte, las multas a los diferentes ayuntamientos de Tenerife por generar vertidos ilegales de aguas residuales no son puntuales. A fecha de 29 de marzo de 2023, el periódico *Diarios de Avisos*, en un artículo titulado “*Instan a abrir un nuevo expediente sancionador por los vertidos de Buenavista del Norte*”, aborda la situación que se vive en el municipio, cómo el Consejo Insular de Aguas de Tenerife y el Ayuntamiento trabajan en diferentes direcciones dentro de la gestión de las aguas residuales, llegando a que el CIATF ejecute un expediente sancionador al cuerpo técnico encargado de gestionar el EDAR de Buenavista del Norte por su mal funcionamiento (Gulesserian, 2023).

En resumen, la precariedad de las infraestructuras encargadas de gestionar las aguas residuales en la Isla Baja y la oposición por parte de ciertos colectivos vecinales y administrativos al proyecto del Complejo Hidráulico de la Isla Baja (que a continuación explicaremos) han hecho que de un problema ambiental y técnico se pase a uno social con fuertes repercusiones para los actores afectados.

2.3.1. Propuestas planteadas

En síntesis, se han planteado dos propuestas para la gestión de las aguas residuales en el entorno de la Isla Baja. Una impulsada por el Consejo Insular de Aguas de Tenerife, que consiste en la creación de una estación depuradora a nivel comarcal en el llamado Complejo Hidráulico de la Isla Baja. Y otra impulsada por la plataforma Los Silos-Isla Baja, apoyada activamente por el Ayuntamiento de Buenavista, que, apuesta por un modelo descentralizado, Sistemas de Depuración Natural: en concreto 30 estaciones (humedales artificiales) repartidas por el conjunto del territorio.

Cada una de, desde su punto de vista, persigue acabar con la problemática actual y dar un mejor servicio, presentando claras diferencias en distintos aspectos cuyo análisis se aborda más adelante.

En este apartado se realizará una primera descripción de cada una de las propuestas, sintetizando los aspectos clave. Posteriormente, se analizarán las ventajas e inconvenientes de cada una, grado de ajuste a la demanda actual y futura de la Isla Baja.

La primera se trata de una propuesta institucional impulsada por el CIATF, entidad dependiente del Cabildo de Tenerife. Se basa en la experiencia que se tiene de los sistemas

de depuración mediante membranas (MBR) en la comarca Nordeste de Tenerife, en donde desde el año 2018 se puso en marcha una depuradora de este tipo, que a fecha de hoy permite regenerar el 100% de las aguas depuradas para su utilización en el riego de cualquier tipo de cultivos (entrevista a Javier Davara, 25 de mayo de 2023). La tecnología se ubicaría en el Complejo Hidráulico, siendo este el epicentro de la gestión de las aguas en los tres municipios.

La segunda propuesta surge en oposición al proyecto institucional y como una alternativa para mejorarlo. Promueve un modelo circular y descentralizado que se basa en la utilización de humedales artificiales, la misma tecnología que viene funcionando desde hace varios años en el Albergue de Bólico o en Masca, diseñada por el ingeniero José Luis Peraza. Se basan, por tanto, en la práctica constatada desde la década de 1990 con la utilización de los Sistemas de Depuración Natural (Campos, 2019).

Están sobre la mesa dos propuestas completamente diferentes, que persiguen un fin común, la correcta depuración de las aguas residuales en este entorno que permita la regeneración total y el aprovechamiento de estas.

2.4. Depuración de las aguas residuales urbanas

Es importante conocer unos fundamentos mínimos pero básicos del tratamiento de las aguas residuales urbanas. Se resumen principalmente en tres fases: recogida y conducción, tratamiento y evacuación.

En lo referente a la recogida y conducción de las aguas residuales hay que tener en cuenta la ubicación de los asentamientos de población y la topografía del terreno, ya que es mucho más conveniente impulsar por gravedad las aguas obtenidas por la red de alcantarillado y los colectores existentes, sin tener que recurrir a su bombeo. Normalmente se recoge tanto el agua procedente de la lluvia como del saneamiento, pero, en algunos casos, se diferencia el agua fluvial y el agua residual procedente de la actividad doméstica e industrial, con el objetivo de no derivar toda el agua a la estación depuradora y no superar la capacidad máxima de diseño de la infraestructura.

El segundo paso, el tratamiento, tiene el objetivo de reducir los niveles de contaminantes, mediante procesos físicos, químicos y biológicos, a los establecidos por el marco legal. Este proceso se organiza en varias subfases: el desbaste, desarenado y desengrasado, que pretende separar todo el material que venga en el agua que, por su tamaño o naturaleza,

suponga un problema para el correcto funcionamiento de la depuración. Tras eliminar todo el componente físico del agua se procede a realizar tres tipos de tratamiento: primario, secundario y terciario, cada uno con un objetivo que se explicará más adelante. Todo el trabajo anterior genera lodos o fangos, divididos en primarios y secundarios según el proceso de tratamiento en el que se generan. Estos productos requieren su propio tratamiento, que consta de cuatro fases: espesamiento, estabilización, acondicionamiento y deshidratación. Por último, tiene lugar la evacuación y reutilización, mediante dos corrientes de salida, una para lodos y otra para aguas, dando por finalizado el tratamiento. Siempre y cuando cumpla los umbrales establecidos por el marco legislativo (Martín, 2006).

2.5. Marco jurídico relativo a la gestión de las aguas residuales

Todo el proceso burocrático detrás de la gestión de las aguas residuales y su marco normativo engloba a diversos actores que operan a diferentes escalas, cada uno de ellos desarrollando funciones específicas. Se podrían definir cuatro niveles de actuación dentro del marco jurídico y legal de la gestión de las aguas residuales en la isla de Tenerife: nivel comunitario europeo, nivel estatal, nivel autonómico y nivel insular.

En primer lugar, a nivel europeo, la herramienta fundamental es la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 23 de octubre del 2000. En este documento se establece un marco de actuación en el ámbito de la política de aguas, trabajando bajo el concepto de demarcación hidrográfica como unidad de gestión. Los estados miembros debieron transponer esta norma jurídica en su legislación nacional y sus respectivos Planes Hidrológicos, los cuales son evaluados por la Comisión Europea para conocer su grado de cumplimiento de los principios de prevención y precaución, maximizando el cuidado de las aguas superficiales y subterráneas del territorio.

En segundo lugar, estaría el nivel estatal, con varias directrices y normas relevantes respecto al tratamiento y gestión de las aguas. La Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, es el principal instrumento de gestión, que posteriormente será adaptado por las diferentes autonomías. En este documento se recogen las bases para alcanzar una planificación hidrológica que garantice la disponibilidad y el uso racional del agua en todo el territorio nacional, así como la protección y mejora de su calidad. Para ello, se aprueba el Plan Hidrológico Nacional (PHN), instrumento básico de coordinación

entre los Planes Hidrológicos de Cuenca y los programas sectoriales que afectan directamente a la gestión de las aguas.

El siguiente nivel es el autonómico, cuya función principal en nuestro caso es adaptar la normativa estatal al contexto de las Islas Canarias. Sus objetivos son similares a los de la normativa estatal, con la novedad de que introduce a los Consejos Insulares de Aguas. Según la Ley 12/1990, de 26 de julio, estos organismos son los encargados de la planificación, ordenación y control de cada sistema hidráulico insular. Además, regula los aprovechamientos del agua, su transporte y distribución y el régimen económico-financiero del dominio público hidráulico.

Por último, el nivel insular está gestionado por el Cabildo de Tenerife, por medio del Consejo Insular de Aguas de Tenerife (CIATF) y los respectivos ayuntamientos de cada municipio. En este caso, el CIATF se encarga de planificar, coordinar y ejecutar todo lo relacionado con el ciclo integral del agua en la Isla; mientras que los ayuntamientos como establece el capítulo III del título II de la Ley 7/1985, de 2 de abril, son los responsables de la gestión directa del abastecimiento, el saneamiento y la depuración de las aguas en sus respectivos territorios municipales.



Figura 10: Síntesis competencias de saneamiento. Elaboración propia a partir de, Consejo Insular de Aguas de Tenerife (2016).

3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN, HIPÓTESIS, OBJETIVOS, FUENTES Y METODOLOGÍA

3.1. Preguntas de investigación

La gestión de las aguas residuales en la comarca de la Isla Baja suscita controversia entre sectores de la población afectada y las autoridades competentes. Para comprender esta problemática cabe tratar de responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la situación actual de la gestión de las aguas residuales en la Isla Baja?
- ¿Qué propuestas se han planteado para la futura gestión de las aguas residuales de la Comarca y cuáles son sus convenientes e inconvenientes?
- ¿Podrían los Sistemas de Depuración Natural constituir una alternativa capaz de resolver de forma adecuada la gestión de las aguas residuales en la Isla Baja? ¿Qué inconvenientes y ventajas plantean?

3.2. Hipótesis

La hipótesis que se propone validar con los resultados de este trabajo es que la implantación descentralizada de Sistemas de Depuración Natural (SDN), tomando como referencia la experiencia ya implementada en el Parque Rural de Teno y en otros espacios de la isla de Tenerife, permitirá gestionar de forma satisfactoria las aguas residuales en la comarca de la Isla baja; constituyendo una opción más adecuada que la que plantea en la actualidad el Consejo Insular de Aguas de Tenerife, basada en un modelo centralizado comarcal, mediante conducción por bombeo y micro membranas (MBR).

3.3. Objetivos

3.3.1. Objetivo general

Conocer y analizar las diferentes propuestas para la gestión de las aguas residuales en la comarca de la Isla Baja, analizando sus ventajas e inconvenientes.

3.3.2. Objetivo específico

Analizar si los Sistemas de Depuración Natural, como posible opción altamente eficiente, serían capaces de gestionar de forma satisfactoria las aguas residuales en la comarca de la Isla Baja.

3.4. Fuentes consultadas

En el apartado correspondiente a la perspectiva institucional se debe resaltar el Consejo Insular de Aguas de Tenerife (CIATF) a la hora de obtener diferente material teórico,

normativo y cartográfico (que permite además geolocalizar toda la información descrita). El principal instrumento es *el Plan Hidrológico Insular (PHI)*, más en concreto el documento que aborda el segundo Ciclo de Planificación Hidrológica (2015-2021), en vigor actualmente, que incluye toda la información relativa a las infraestructuras para la gestión de las aguas en la Isla. Una información más detallada se localiza en el anexo 11 del PHI, donde se definen los sistemas territoriales de infraestructuras de saneamiento; en él se recogen el listado de sistemas territoriales y el plano director del ámbito de la Isla Baja, y se detallan diferentes factores que caracterizan la ordenación de esta zona y las consideraciones de carácter ambiental, entre otros aspectos.

Por otro lado, los Planes de Ordenación insulares y municipales suponen una herramienta complementaria primordial. Una primera aproximación la suministra el *Plan Insular de Ordenación de Tenerife (PIOT)*, principal instrumento de ordenación insular, que posteriormente se adapta a la escala municipal por medio de los diferentes Planes Generales de Ordenación (PGO). Para este trabajo se han consultado el *Plan General de Ordenación de Los Silos*, el *Plan General de Ordenación de Buenavista del Norte* y el *Plan General de Ordenación de Garachico*. Se completó el análisis del área de estudio con el *Plan Territorial de Ycoden Daute Isla Baja*, el cual suministra información de interés a efectos de esta investigación. Trabajar con estos documentos permite conocer cuestiones tan importantes como la clasificación del suelo, su régimen de uso, cuestiones ambientales destacadas, además de aportar numerosa cartografía de diferentes ámbitos.

Para conocer una perspectiva alternativa a la institucional, las principales fuentes a las que hemos acudido son las aportaciones, documentales y otras, realizadas por personas investigadoras y técnicas como Fátima Campos, José Luis Peraza, Julio Muñoz, Abel Herrera y Laura Montilla. La perspectiva social se enriquece también con las aportaciones de la Plataforma Los Silos Isla Baja, incluyendo las alegaciones presentadas por este colectivo encaminadas a una mejor opción de la gestión de las aguas residuales de la Comarca, frente a la opción planteada por el CIATF.

De forma complementaria, se han consultado algunas publicaciones editadas por el Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua y el Instituto Tecnológico de Canarias, que plantean la importancia de contar con una gestión sostenible de las aguas residuales en Canarias. Centrando su enfoque en pequeñas comunidades urbanas y analizando las

características de las aguas residuales urbanas en pequeñas aglomeraciones, aportan numerosas alternativas de depuración sostenible.

Por otro lado, para la elaboración de diferente material cartográfico incluido en este trabajo se han utilizado diferentes recursos; principalmente la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias (IDECanarias) en donde se ha obtenido la ortofoto territorial de 2022, mediante el servicio WMS. Este mismo recurso permite acceder a una capa que contiene toda la información georreferenciada relativa al Plan Hidrológico del Segundo Ciclo de Planificación (2015-2021).

3.5. Metodología

La metodología seguida en el presente trabajo busca responder por diferentes vías a las preguntas de investigación que validarán o no nuestra hipótesis. En primer lugar, se realiza un trabajo de revisión bibliográfica y documental, para poder desarrollar un marco teórico que englobe la totalidad del trabajo. Se busca en concreto conocer el estado actual de la problemática planteada, la perspectiva institucional propuesta, así como las propuestas que desde diferentes sectores sociales se vienen planteando para encontrar una solución alternativa. Se efectúa un trabajo de gabinete manejando las diferentes fuentes anteriores, y contrastando sus planteamientos para validar o no el grado de satisfacción que pueden tener las diferentes propuestas. Además, se han realizado dos entrevistas, una al gerente del Consejo Insular de Aguas de Tenerife, D. Javier Davara Méndez y otra al ingeniero bioquímico encargado de diseñar los humedales artificiales situados en la isla de Tenerife, D. José Luis Peraza. Ambas entrevistas se encuentran en el anexo.

Para enfocar el trabajo desde una perspectiva geográfica es importante procesar y ejecutar la información territorial a través de la cartografía para obtener una visión que ayude a comprender las posibles repercusiones sobre el medio.

En resumen, se puede decir que el presente trabajo ha seguido cinco fases a la hora de abordar la metodología:

1. Fase inicial: se realiza una primera revisión del tema a tratar, que permiten plantear los objetivos e hipótesis del trabajo.
2. Fase de exploración: se consultan las diferentes fuentes para desarrollar un marco teórico adecuado.

3. Fase de ejecución: con la información obtenida se realizan las bases prácticas del trabajo, obteniendo así los primeros resultados.
4. Fase de análisis y resultados: gracias al proceso anterior se obtiene un nivel apto para dar una respuesta bien fundamentada a las preguntas de investigación planteadas.
5. Fase de conclusión: se obtiene una respuesta a las preguntas de investigación que validan o no la hipótesis. Así se resolverá el objetivo principal del trabajo, conocer la situación actual en materia de aguas residuales en la comarca de la Isla Baja, discerniendo si los Sistemas de Depuración Natural son la mejor opción frente a la alternativa institucional.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a lo expuesto con anterioridad, en este apartado se abordan los resultados obtenidos del proceso de análisis realizado. Se analizan las dos propuestas para gestionar la depuración en la comarca de la Isla Baja, estudiándolas desde un enfoque geográfico, comprendiendo su funcionamiento y los posibles impactos que puedan provocar en el medio. Se sintetiza el análisis en una tabla que refleja los pros y contras de cada propuesta, obteniendo una visión más completa de cada una de ellas.

4.1. Alternativa propuesta por el Consejo Insular de Aguas de Tenerife

Según lo descrito en el Plan Hidrológico Insular, en el segundo ciclo de planificación 2015-2021, el sistema territorial de la Comarca destaca por la ejecución del ‘Complejo Hidráulico de la Isla Baja’, ubicado en el entorno de la Montaña de Ravelo, hacia el sur del casco de Buenavista, a una cota superior al mismo.

Se plantea que este complejo, constituya el epicentro de toda la gestión de acopio y tratamiento de las aguas de los tres municipios concernidos: Garachico, Los Silos y Buenavista del Norte. Incluye la EDAR comarcal de la Isla Baja, elemento estructural del sistema, basada en un sistema de depuración por membranas (MBR) (Consejo Insular de Aguas de Tenerife, 2019), como se explica a continuación.

4.1.1. Análisis funcional

Según el CIATF, la propuesta planteada corresponde a la más avanzada tecnología aplicada en la Isla; reduce costes, elimina olores y depura el agua con la máxima garantía sanitaria actualmente disponible. Además, se dotaría de un tratamiento final de desalinización que garantiza la reutilización del agua, para emplearla en el riego en una comarca con una importante demanda para uso agrícola, siendo una de las áreas de Tenerife con mayor estrés hídrico en la actualidad (Entrevista a Javier Davara, 25 de mayo de 2023). Esta propuesta supone para el CIATF una garantía sanitaria y ambiental y de disponibilidad de agua para riego agrícola en la comarca, incrementando notablemente los recursos hídricos disponibles.



Figura 11: Ortofoto territorial del *Complejo Hidráulico de la Isla Baja*. Fuente: IDECanarias (2015).

El sistema comarcal de saneamiento a ubicar en el Complejo Hidráulico de la Isla Baja estaría nutrido por las aguas residuales de los tres municipios citados, realizando un tratamiento primario y disponiendo de un tanque para lodos, tanques de filtración por membranas y, por último, una nave destinada a la desalinización con depósitos a la entrada y a la salida.

El reactor biológico por membranas, (abreviado MBR, por sus siglas en inglés) sería el elemento fundamental del proceso de depuración. Supone una novedad, aportando mayor eficiencia energética y una depuración más exigente frente a la tecnología previa utilizada en la Comarca. Esta tecnología se basa en miles de fibras huecas montadas en bastidores sumergidos; mediante succión, el agua pasa por las paredes permeables que recubren las membranas, creando un flujo ascendente por el interior e impidiendo el paso de bacterias

gracias a los poros microscópicos de las paredes externas, reduciendo así la necesidad de cualquier proceso de desinfección química. Cada cierto tiempo se invierte la dirección del flujo, con el objetivo de desatascar las membranas (Agricultura Gobcan, 2017).

El control del funcionamiento se llevaría a cabo desde una nave anexa en donde se situarían los equipos de permeado y contra-lavado. Se prevé una inversión de más de 13 millones de euros financiados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España, corriendo la gestión a cargo del Consejo Insular de Aguas de Tenerife, quien, con seguridad, externalizará su control a empresas privadas, como viene sucediendo ya en la citada a depuradora de Valle de Guerra, gestionada por la empresa *Sacyr* (Agricultura Gobcan, 2017).



Figura 12: Ortofoto territorial del EDAR del Nordeste. Fuente: IDECanarias (2015).

El proceso de depuración comenzaría con el tratamiento primario, en donde se retiran los sólidos en suspensión, las arenas y las grasas, realizando lo que se conoce como permeado. Todo el proceso se realiza en el interior de tanques cerrados, evitando la salida de malos olores. A continuación, el agua pasaría por dos tamices en paralelo que filtrarían las partículas más finas, antes de entrar en el depósito de laminación. También se llevaría a cabo, mediante centrifugado, la deshidratación de los lodos biológicos que se obtienen del espesador y un sistema de desodorización con filtros de carbón activo que garantizaría un ambiente libre de malos olores (Agricultura Gobcan, 2017).

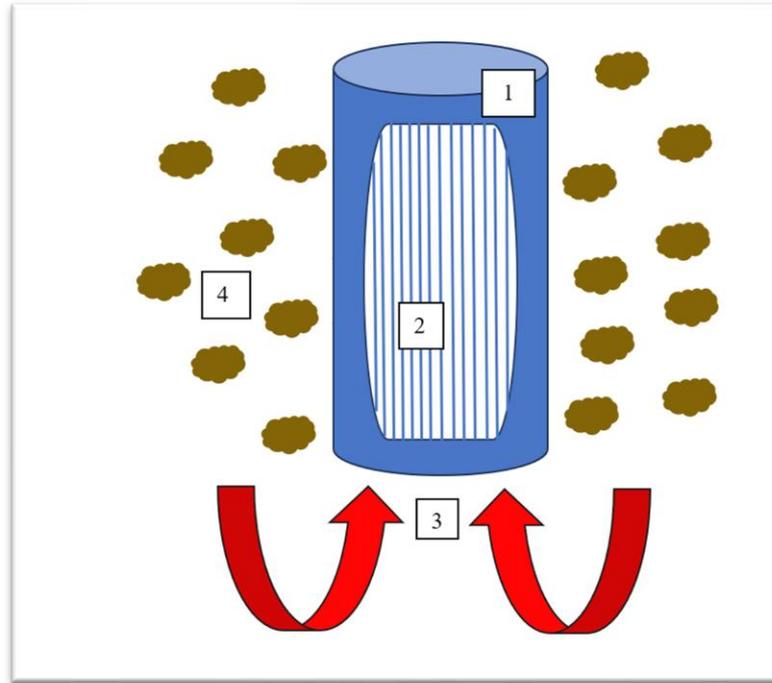


Figura 13: Esquema de funcionamiento de la tecnología MBR. Elaboración propia a partir de Agricultura Gobcan (2017)

1. Paredes permeables sumergidas.
2. Miles de fibras huecas que conforman las membranas.
3. Flujo ascendente.
4. Bacterias.

A continuación, se procedería al tratamiento secundario, desde el depósito de laminación, que permite mantener un caudal constante, circulando el agua en dirección al reactor biológico. Las tres líneas del reactor biológico funcionan en dos fases: al principio el agua transcurre por una zona anóxica por la que elimina nitrógeno; en la fase siguiente recibe oxígeno por las parrillas de aireación situadas en el fondo, con el objetivo de concentrar la materia orgánica en forma de lodo en la parte superficial. Estos lodos se desvían y son elevados al espesador para su tratamiento. Liberada de una gran parte de la materia orgánica, el agua entra en los tanques que alberga el sistema MBR, donde se lleva a cabo la fase final del proceso de depuración mediante el filtrado por membranas. En este punto el agua depurada reúne las condiciones necesarias para un correcto vertido, pero para su reutilización es preciso reducir el contenido en sales. Desde el depósito, el agua se bombea a la sala de electrodiálisis reversible compuesta por 6 líneas con capacidad de tratar 4.000 metros cúbicos al día. La electrodiálisis reversible utiliza membranas planas y un campo eléctrico en corriente continua para retirar los iones de las sales disueltas en el agua. Mediante la circulación por las líneas se consigue disminuir su salinidad. Esta

agua entra en el depósito correspondiente y, gracias a su baja salinidad, se permite la mezcla con agua solo depurada y aún obtener un producto de buena calidad para el riego (Agricultura Gobcan, 2017).

En opinión de sus promotores, este proyecto transformará el problema sanitario y ambiental que suponen las aguas residuales en nuevos recursos hídricos para la isla de Tenerife.

4.1.2. Impacto

Es evidente que un proyecto de este calibre generará impactos no solo en el medio sino en la economía y en la dinámica social de la comarca. A continuación, se plantean los principales puntos críticos a tener en cuenta, así como las soluciones que se aportan por parte del Consejo Insular de Aguas de Tenerife, los diferentes criterios de implantación y las consideraciones ambientales que se han tenido al evaluar el proyecto; procediendo a evaluar no solo los posibles impactos negativos que pueda ocasionar sino también los positivos.

La primera consideración relevante es el consumo energético esperado que tenga la infraestructura en sí, además del derivado de transportar hasta ella el agua residual de los diferentes núcleos de población mediante estaciones de bombeo ubicadas en puntos estratégicos. Para la asociación Los Silos - Isla Baja, el elevado consumo energético supone una de las deficiencias más relevantes. Según el estudio energético realizado por José Luis Peraza, se estima que este sistema consumiría aproximadamente 500 kilovatios/hora, lo que equivale a una cifra de 13.500 toneladas de dióxido de carbono emitidas por año (Campos, 2019). En contraposición, el CIATF dispone de un Plan Estratégico que apunta al suministro de energía verde a sus infraestructuras, asegurando que primará un consumo energético sostenible frente al uso de combustibles fósiles (Entrevista a Javier Davara, 25 de mayo de 2023).

Otro aspecto controvertido es la necesidad de depender de entidades ajenas externas para gestionar el mantenimiento del sistema y el propio personal técnico del Complejo Hidráulico, impidiendo que se fomente un desarrollo local y una economía que revierta más directamente en la Comarca. Frente a eso, el CIATF expone las experiencias locales que se tienen de la gestión en las diferentes infraestructuras de depuración de la Isla, concluyendo que las gestionadas por su entidad mantienen un funcionamiento adecuado

y mejor con respecto a las gestionadas a nivel municipal. Citan en concreto la experiencia en los municipios de Garachico y Buenavista del Norte; en este último, la gestión actual de la EDAR es competencia del Ayuntamiento y, según alegaciones del CIATF, no se está realizando un tratamiento adecuado antes de verter las aguas residuales al mar (Entrevista a Javier Davara, 25 de mayo de 2023).

El impacto que pueda causar la localización del EDAR comarcal conforma una de las alegaciones críticas más importantes por parte de los colectivos que se posicionan en contra de este sistema. Se argumenta que la ubicación propuesta por el CIATF, cerca del barrio de Las Canteras, en Buenavista, vulnera la normativa sobre Actividades Clasificadas, la cual señala textualmente:

“En todo caso, las industrias fabriles que deban ser consideradas como peligrosas o insalubres, sólo podrán emplazarse, como regla general, a una distancia de 2.000 metros a contar del núcleo más próximo de población agrupada” (Ley 7/2011, de 5 de abril, de actividades clasificadas y espectáculos públicos y otras medidas administrativas complementarias).

El núcleo de población más cercano, Las Canteras, se encuentra a escasos 350 metros (IDECanarias, 2015). El CIATF alega lo siguiente respecto a la ubicación del EDAR: *“Factores técnicos no hay ninguno, se han realizado estudios de cuál sería el mejor punto para ubicar esta depuradora. Un estudio no solo técnico sino también multidisciplinar, contemplando factores económicos y ambientales”* (Entrevista a Javier Davara, 25 de mayo de 2023). Consideran, por tanto, que la ubicación propuesta ha superado los estudios ambientales y otros exigidos.

4.2. Alternativa propuesta por colectivos vecinales

La Plataforma Los Silos - Isla Baja, junto otros sectores de la ciudadanía de Garachico, Los Silos y Buenavista del Norte, con el apoyo de ciertas instituciones (como el Ayuntamiento de Buenavista), son los principales promotores de la propuesta alternativa al proyecto planteado por el Consejo Insular de Aguas de Tenerife. Proponen la implantación de un modelo descentralizado, basado en 30 humedales distribuidos por diferentes puntos estratégicos de los tres municipios.

Se basan para ello en las experiencias de depuración natural que ya funcionan con éxito, en algunos casos desde hace más de dos décadas, en la propia Comarca. Como señaló el ingeniero que fundamenta técnicamente su propuesta:

“Desde el año 1998 se llevan utilizando este tipo de tecnologías en la isla de Tenerife. Un caso sorprendente es que, en el año 1976, Alemania ya validó técnicamente que este sistema de depuración era correcto. Al igual que la Comisión Europea, la cual dictaminó en el año 2000 una recomendación para que las poblaciones de menos de 5.000 habitantes depuraran sus aguas por medio de estas tecnologías” (Entrevista a José Luis Peraza, 24 de mayo de 2023).

4.2.1. Análisis funcional

Dentro del marco de los Sistemas de Depuración Natural existen diversas tecnologías y procedimientos. En este caso se propone la utilización de procesos de biodigestión y humedales artificiales, del tipo de los instalados en el entorno de Masca, Los Carrizales, en el Albergue de Bolico (y un cuarto cuya construcción finaliza en estos momentos en Las Portelas), diseñados todos ellos por el ingeniero José Luis Peraza.

A estos sistemas se les denomina *subsuperficiales*; el agua circula mediante un flujo vertical u horizontal por un material poroso, participando de procesos químicos y biológicos, con presencia o no de oxígeno, lográndose una depuración, según los promotores, óptima en todos los casos.

Las experiencias que se tienen en la Isla de depuración mediante flujo subsuperficial horizontal indican que se necesitan 5 m² por cada habitante-equivalente. El *Informe divulgativo sobre experiencias y resultados en la aplicación de Sistemas de Depuración Natural (SDN) de aguas residuales*, realizado por el Instituto Tecnológico de Canarias, señala que, debido a las condiciones climáticas del Archipiélago, sobre todo térmicas, al no darse inviernos relativamente fríos como en otros espacios continentales, esa superficie se puede reducir en una proporción considerable.

El resultado global de este modelo descentralizado sería que cada depuradora estaría adaptada al territorio, integrada y convertida en un enclave verde que se puede desempeñar como área recreativa para el disfrute de la población.

Como se adelantó, la otra clave de la tecnología utilizada en los SDN propuestos serían los humedales, en concreto artificiales. Son terrenos normalmente inundados en donde se favorece la proliferación de plantas emergentes. Estas plantas son las responsables del proceso de filtración y absorción del agua que llega tras haber pasado un proceso de desbaste. El efecto biológico de las plantas sirve también de filtro para impedir la incidencia de la luz solar directa y de elemento que transfiere oxígeno al agua completando la fase aeróbica del proceso (Moreno, 2003).

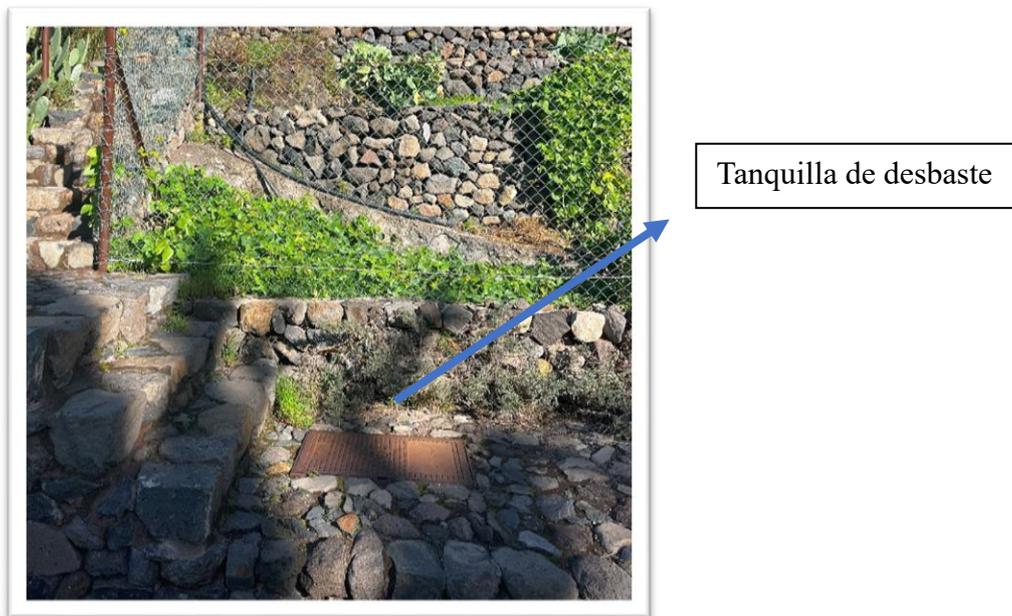


Figura 14: Parte del Sistema de Depuración Natural de Masca. Foto: Eduardo Suárez Padrón.

El primer punto al que llegan las aguas residuales es la tanquilla de desbaste, en donde se eliminan residuos como arenas, plásticos, 'toallitas', etc.; es decir, todo el material no orgánico y que imposibilita el proceso posterior de biodigestión. Una vez las aguas abandonan este punto pasan al biodigestor. Este proceso genera dos efluentes, uno gaseoso, que es expulsado a través de un filtro que emite CO₂ y vapor de agua, pero no malos olores; y otro líquido, que acaba derivando a los humedales, donde las plantas completan un proceso biológico de depuración que, como demuestran las experiencias en funcionamiento desde hace dos décadas, permiten alcanzar los niveles exigidos por la ley para verter el agua (Canarias2punto0, 2016). Uno de los ejemplos que funcionan en la Comarca, en este caso concreto en Masca, se basa en tres humedales consecutivos. Los humedales artificiales tienen un fondo impermeable sobre el que se localiza la grava, para que las plantas puedan desarrollarse. Se trata de un humedal artificial de flujo subsuperficial, con el flujo del agua al mismo nivel del lecho permeable (Moreno, 2003).

En el caso de Masca, las plantas se desarrollan en cultivos hidropónicos, sin necesidad de tierra. Además, el tercer humedal se encuentra ocupado por plantas de aptitud forrajera, utilizadas por la población para complementar la alimentación de su pequeña cabaña ganadera. El único residuo que genera es biomasa, la cual se composta para utilizarla como fertilizante agrícola.

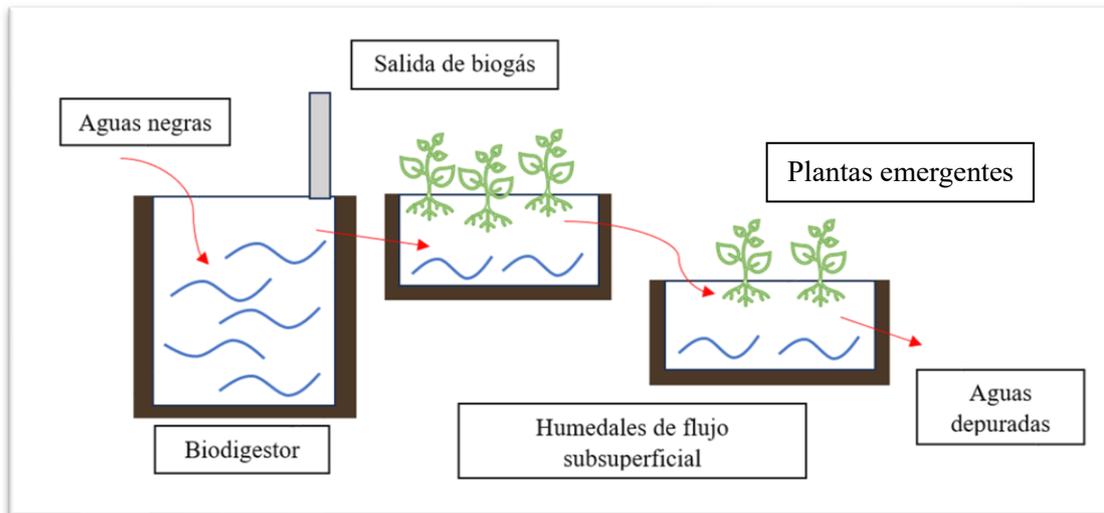


Figura 15: Esquema de funcionamiento de humedales artificiales, modelo Masca. Elaboración propia a partir de Campos et al., 2019.

Hay que destacar que cada infraestructura de este tipo se termina de diseñar en sus últimos detalles de forma específica para el entorno en el que se va a instalar. En aspectos estructurales sí tendrían similitudes a las ya instaladas en otros puntos de la Isla, pero siempre tendrían algún tipo de diferencia adaptativa a las condiciones ambientales particulares del lugar donde se fuera a implantar (Peraza, 2023).



Figura 16: Paso del agua a un segundo humedal. Parque Rural de Teno. Foto: Eduardo Suárez Padrón.

Con todo esto se pretende dar un tratamiento *'in situ'* e impulsar el funcionamiento por gravedad de todo el sistema, buscando y potenciando el consumo energético cero en el marco de la economía circular

4.2.2. Impacto

En cuanto a los requerimientos administrativos relacionados con la calidad de las aguas depuradas, sí se cumplen las exigencias oficiales, así como a los valores que establece la ley. Por su parte, además, el modelo de depuración descentralizada y sectorizada que se plantea como alternativa también cumple con el límite máximo de 5.000 habitantes equivalentes impuesto por el CIATF para unidades de depuración basados en sistemas biológicos (Campos et al., 2019). Pero, con todo, aún subsisten algunas restricciones del marco normativo vigente para poder emplear de forma integral este tipo de tecnologías en un espacio como el de la Comarca.

Se debe destacar el bajo coste de implantación y mantenimiento que tendría esta propuesta frente a la del CIATF. Se podría gestionar sin problemas desde el ámbito municipal, sin necesidad de depender de empresas privadas externas y ajenas a la dinámica socioeconómica del entorno. Por otro lado, el presupuesto que se plantea solo para las 4 unidades (humedales) que se pretenden ubicar en Buenavista es de 1.500.000, 00 euros, lo que suministra una aproximación respecto al coste total del proyecto. Además, sus promotores argumentan que, en su mayoría, las ubicaciones potenciales propuestas constituyen espacios transformados, en donde ya se han desarrollado actividades similares, dentro de la gestión de las aguas residuales a lo largo del tiempo. Solo se necesitaría una rehabilitación y adaptación de tales áreas para poder desarrollar la actividad en su versión alternativa (Campos et al., 2019).

Lo que se propone con los SDN no es otra cosa que emular los procesos naturales de depuración, manteniendo los ritmos de la propia naturaleza. Por el contrario, en las depuradoras convencionales todos los pasos de la depuración tienen lugar en diferentes tanques, reactores, plantas de bombeo, etc., a los que, mediante el empleo de energía externa, de fuentes fósiles principalmente, se consigue que el tiempo de tratamiento se reduzca de manera considerable. En cambio, los SDN, al seguir el ritmo natural, no consumen prácticamente energía externa. Como contrapartida, es cierto que requieren mayor consumo de superficie, para compensar esta ausencia de energía artificial. Eso sí,

al crear un entorno verde, aumentan la biodiversidad y se desempeñan como sumidero neto de CO₂ (Instituto Tecnológico de Canarias, 2017).

Por otra parte, el uso de estas tecnologías a pequeña escala, empleando mecanismos biológicos más simples, reduce considerablemente la producción de lodos, se integran desde el punto de vista ambiental, y garantizan un correcto funcionamiento frente al aumento puntual del caudal a tratar (Instituto Tecnológico de Canarias, 2017).

Por otro lado, uno de los aspectos en los que más inciden los promotores de este proyecto de esta alternativa, es en el cuidado de los acuíferos de la Isla, ya que el disponer de una cantidad mayor de agua regenerada, liberaría la presión actual que existe sobre los acuíferos, debido al aprovechamiento total del agua regenerada, factor que no se da con el sistema de depuración convencional.

“El agua de saneamiento procedente de la población suministrada con este abasto será de alta calidad. Su posterior depuración mediante sistemas de humedales artificiales daría un producto reciclable, de baja conductividad y bajo contenido en alcalinos y flúor. Esa agua permitiría el cierre del ciclo del agua con la recarga o reciclaje, si procede” (Campos et al., 2019).

4.3. Estudio comparativo

A continuación, se exponen dos tablas que sintetizan y complementan la información expuesta en los apartados anteriores, con el objetivo de visualizar de una forma más directa los aspectos positivos y negativos de cada una de las propuestas.

En primer lugar, se muestra el proyecto de una depuración descentralizada mediante la ubicación estratégica de 30 humedales artificiales. La tabla 2 evidencia el conjunto de aspectos positivos, revelando que se trata de una opción más sostenible y concebida desde una perspectiva integral y ecológica, susceptible de ser gestionada por la propia comunidad local. Sin embargo, cuenta con dos aspectos negativos de importancia, el más relevante asociado a las restricciones legales que existen actualmente para poner en práctica este tipo de propuestas a la escala que se plantea, al tener que enfrentar trabas administrativas que impiden su correcto desarrollo.

Sistema descentralizado de depuración natural, basado en humedales artificiales:	
Pros	Contras
Menor coste económico.	Demanda mayor superficie de terreno.
Consumo de energías fósiles nulo.	Problemas administrativos relativos a su gestión.
No generaría vertidos.	
Añade insumos de economía circular (forraje para la pequeña ganadería local)	
Bajo nivel de mantenimiento, que se puede llevar a cabo con facilidad por personal local adiestrado.	
No genera residuos adicionales como lodos.	
El entorno de la infraestructura puede ser aprovechado para fines recreativos y el disfrute estético por parte de la población.	
Actúa como sumidero de carbono.	
Incrementa la biodiversidad vegetal y animal de la zona.	
Nula dependencia de tecnología externa.	

Tabla 2: pros y contras de los SDN. Elaboración propia a partir de Campos (2019).

En segundo lugar, la tabla 3 muestra la propuesta enfocada en una depuración convencional y centralizada. En este caso, son varios los aspectos positivos que directamente inciden en la facilidad a la hora de llegar a implementar un modelo de gestión de las aguas residuales en la Comarca. Por otro lado, los aspectos negativos son superiores respecto a la alternativa anterior, centrados en el impacto medioambiental que generaría y el elevado coste económico que supone, así como la dependencia de empresas y tecnología ajenas al marco comarcal para su gestión.

Sistema de depuración convencional, membranas, basado en el método MBR:	
Pros	Contras
Tecnología que proyecta una imagen ‘más moderna’ en el tratamiento de las aguas residuales.	Coste económico de implantación y mantenimiento sustancialmente superior.
‘Optimización’ del coste-eficacia.	Dependencia de empresas externas y ajenas a la dinámica socioeconómica local.
Gestión integrada.	Alto consumo energético.
Minimiza el número de puntos de vertidos.	Impacto visual y paisajístico propio de una instalación industrial.
Ya previsto en la planificación hidrológica insular.	Genera residuos (lodos).
Garantiza la homogeneidad del agua depurada obtenida.	En casos puntuales, se tendría que evacuar el agua tratada, generando posibles vertidos.
	Dependencia externa, tecnológica y económica, de las membranas.

Tabla 3: pros y contras de los MBR. Elaboración propia a partir de Consejo Insular de Aguas de Tenerife (2019).

4.4. Discusión

Son varios los objetivos comunes que ambos tipos de propuestas persiguen. Pero, como sintetizan las tablas anteriores, la diferencia radica en la forma de obtenerlos. Una propuesta institucional, que insisten poseer la mejor tecnología y la más moderna, defiende la buena calidad final que se obtiene de las aguas depuradas, pero resulta bastante insatisfactoria en aspectos ambientales y ecológicos. La otra propuesta, alternativa, manifiesta mayor sensibilidad por el bienestar socioeconómico de las comunidades locales. Las experiencias piloto ensayadas en la Isla con este tipo de tecnología ponen de manifiesto que una correcta depuración de las aguas es posible sin incidir de forma negativa en el medio ni en su dinámica, en este caso la comarca de la Isla Baja. Como se puede constatar, son propuestas muy diferentes; resulta difícil alcanzar un entendimiento, teniendo en cuenta, además, las visiones que mantienen ambas propuestas sobre su contraria.

Objetivos comunes:	
Sistemas de depuración natural	Sistema de depuración convencional
No generación (o limitación máxima posible) de vertidos.	
Reutilización del agua adecuándose a la ley.	
Aumentar la disponibilidad de agua existente.	
Disminuir la presión sobre las fuentes de agua actuales.	
Obtener agua de la mejor calidad posible.	
Perdurabilidad del sistema hacia el futuro.	

Tabla 4: Objetivos comunes de ambas propuestas. Elaboración propia a partir de Consejo Insular de Aguas de Tenerife (2019), Instituto Tecnológico de Canarias (2017).

La tabla 4 trata de sintetizar, desde un enfoque más analítico, las repercusiones reales que tendría cada propuesta, incidiendo en los valores de superficie requerida para el proyecto total, coste económico de la inversión inicial (sin cuantificar coste de mantenimiento), gasto energético por hora, emisiones de CO₂ al año, función de sumidero de carbono, tendencia de requerimiento de mantenimiento, impacto estético y paisajístico, impacto en la biodiversidad, subproductos resultantes, impacto estético, generación de residuos, ajuste a la normativa y a la planificación hidrológica insular, demanda social y porcentaje del agua regenerada perdida.

Datos comparativos:		
	Depuración natural	Depuración convencional
Superficie requerida	60.000 m ²	76.365 m ²
Coste económico	7.000.000 €	15.000.000 €
Gasto energético	Irrelevante	500 kW/h
Emisión de CO ₂	Nula	13.500 t/año
Sumidero de carbono	Sí	No
Requerimientos de mantenimiento	Sencillos, gestionado por personal local formado	Empresas especializadas externas y foráneas.
Impacto paisajístico	Humedal y zona verde sobresaliente	Instalación industrial vallada de paso restringido
Impacto sobre la biodiversidad	Aumenta la presencia de flora, insectos, aves, etc.	Disminución drástica de biodiversidad

Subproductos útiles para la comunidad local	Pequeñas cantidades de forraje y algunos otros productos (ornamentales)	No los genera
Impacto estético	Estética propia de un espacio ‘verde y natural’	Estética ‘gris’
Generación de residuos	No genera	Lodos (con coste asociado de traslado a vertedero insular)
Ajuste a la normativa y planificación	Requiere de modificación del PHI	Ajuste al PHI y a la normativa vigente
Demanda social	Apoyo de sectores ciudadanos organizados	Apoyo por parte de sectores profesionales agrarios y rechazo frontal de otros sectores ciudadanos
Procentaje de agua regenerada perdida	No aplica	25%

Tabla 5: Datos comparativos de ambas propuestas. Elaboración propia a partir de Campos (2017), Consejo Insular de Aguas de Tenerife (2019), Instituto Tecnológico de Canarias (2017).

La información sintetizada pone de manifiesto una clara tendencia sobre qué alternativa generaría mayor o menor impacto en el medio.

Con respecto a la superficie requerida, para los Sistemas de Depuración Natural, se parte del indicador obtenido por el Instituto Tecnológico de Canarias (2017), afirmando que, para nuestro contexto territorial, se necesitan como máximo 4 m² por habitante-equivalente. Sabiendo que la demanda de la Comarca es de aproximadamente 15.000 hab-eq, los datos demuestran que el consumo aproximado de superficie estaría en torno a los 60.000 m². De manera paradójica, lo cierto es que el sistema de depuración convencional propuesto por el CIATF requiere de una superficie ligeramente mayor, (PHI, 2019). En cierta medida este dato llama la atención, ya que uno de los argumentos principales de los promotores de la depuración convencional, para posicionarse en contra de los SDN, es el elevado consumo de superficie que estos últimos demandan. Al menos en este caso, la realidad de los datos afirma lo contrario.

En segundo lugar, se hace referencia al gasto económico a modo de inversión inicial. Es evidente el elevado coste que presenta la tecnología MBR, superando en más de un 50% el de los SDN. Además, los gastos periódicos de mantenimiento, no cuantificados en esta tabla, seguirían siendo más elevados, ya que una tecnología como los MBR depende de empresas externas, de un nivel de control técnico más complejo, y del suministro periódico de membranas, implicando más costes añadidos. Frente a esto la posición institucional plantea que, debido a la controversia suscitada, ese gasto constituye una inversión perdida. Se ha producido un choque que *“no permite avanzar en esta línea de planificación hidrológica. A nivel insular, este evento solo ha sucedido en la Isla Baja, en donde en su momento se llegó a disponer de una inversión de 15.000.000 de euros, que no se pudo realizar”*, afirmó Javier Davara Méndez, gerente del CIATF, en una entrevista que le hicimos. La realidad es que una inversión de este volumen podría resultar hasta sobredimensionada para el contexto al que se refiere.

En tercer lugar, se apunta el consumo energético. Con claridad, los humedales artificiales presentan, desde esta perspectiva, una ventaja frente a los sistemas de depuración convencional. Los primeros no consumen prácticamente energía y menos energía procedente de fuentes fósiles; a diferencia de los segundos, que demandan una gran cantidad de energía para su funcionamiento (tanto para los bombeos a media y larga distancia, como para los propios procesos de depuración). En relación con esto, las emisiones de CO₂ que produce la actividad van estrechamente vinculadas con el consumo energético, volviendo a recoger la depuración convencional cifras muy por encima en cuanto a huella de carbono. Todavía más: los SDN se desempeñan como sumideros netos de carbono, al requerir con un volumen de biomasa renovable para su funcionamiento.

A continuación, se repasa un punto de bastante importancia para saber que opción es la más adecuada para gestionar las aguas residuales en este espacio, el requerimiento de mantenimiento. Se hace referencia a la facilidad de implantación dentro de la dinámica del propio espacio, así como gastos añadidos. Como afirma el Instituto Tecnológico de Canarias:

“Los SDN, recurren a procesos de tratamiento muy fáciles de controlar y que evitan, en lo posible, la instalación de equipos electromecánicos, permitiendo que las operaciones de mantenimiento y explotación puedan ser correctamente ejecutadas por personal no especializado, con el correspondiente abaratamiento

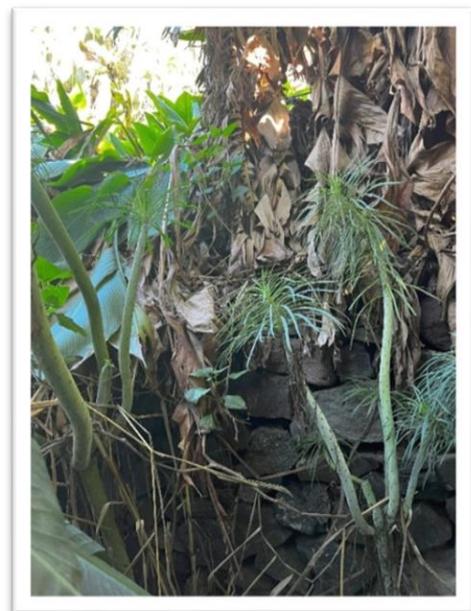
de los costes. La mayoría de las operaciones de mantenimiento y explotación de los SDN son asimilables a labores agrícolas clásicas (rastrillado, cavado, siega, poda, eliminación de hierbas, etc.), por lo que, tras recibir las correspondientes indicaciones y recomendaciones de manejo, pueden ser desempeñadas por los habitantes de las zonas rurales en las que se implanten” (ITC, 2017).

Se constata una diferencia evidente con los sistemas de depuración convencional. Basándonos en las experiencias disponibles en la Isla, como ya se señaló con anterioridad, su mantenimiento depende de empresas externas (a menudo transnacionales externas, como *Sacyr*), elevando los costes hasta un 1/3 del total según el mismo estudio del ITC (2017).

El impacto paisajístico que genera cada una de las propuestas es bastante diferente. En la opción de humedales artificiales nos encontramos con un área verde, abierta al público, que genera un aumento en la biodiversidad de la zona e incluso es capaz de suministrar ciertos productos como forraje para la actividad ganadera, derivados de la biomasa vegetal del propio humedal o de sus alrededores. Igual ocurre con otros pequeños subproductos, como flores y plantas ornamentales utilizadas en el sistema biológico del humedal, que pueden llegar a comercializarse a pequeña escala. Siendo esto no solo un factor objetivo, sino un elemento que va a incidir directamente en la dinámica social, en la vida comunitaria del entorno en el que se instaure la infraestructura, siendo capaz de crear vínculos entre los vecinos y de mantener una relación y sentimiento de pertenencia al espacio en el que se ubica.

Esto no sucede con la infraestructura vinculada a una depuración convencional pues esta conforma un espacio industrial, cerrado al público, vallado y sin ningún efecto positivo para la biodiversidad. Desde un punto de vista estético, genera una sensación de espacio ‘gris’, de vacío, de desvinculación respecto al entorno que lo envuelve.

Figura 17: Biodiversidad existente en la parte superficial del humedal. Masca, Parque Rural de Teno. Autor: Eduardo Suárez Padrón.



Uno de los aspectos que marca una mayor diferencia es la generación de residuos de la propia actividad de depuración. En este caso los SDN no generan ningún tipo de residuos debido al tiempo que tardan en tratarse las aguas. Sin embargo, los procesos de depuración convencional sí generan residuos, en este caso, lodos. Según ITC cada habitante equivalente genera al día aproximadamente 80 g de lodos. Deshacerse de ellos supone un largo proceso antes de su eliminación, incidiendo directamente en el aumento del coste económico final (Instituto Tecnológico de Canarias, 2017).

El ajuste a la normativa y, en concreto, al Plan Hidrológico Insular, sitúa en cambio a la depuración convencional como mejor opción, ya que se encuentra contemplada en los diferentes Planes de Ordenación de los municipios y en el PHI de Tenerife. La no inclusión en la legislación vigente no tendría por qué constituir un obstáculo absoluto para los SDN, pero sí exigiría abordar determinados cambios normativos. Se debe recordar al respecto que la Comisión Europea recomienda activamente la utilización de esta tecnología en poblaciones inferiores a los 5.000 habitantes-equivalentes. Pero, a corto plazo, la no incorporación en la legislación de los SDN supone uno de los factores que limita, *a priori*, su utilización.

La demanda social debería ser otro de los aspectos más importantes a la hora de tomar este tipo de decisiones, orientadas siempre a prestar el mejor servicio a la población. Por un lado, tenemos los SDN respecto a los cuales sectores significativos de la población y colectivos sociales afectados se muestran muy proactivos a este tipo de tecnología, basándose además en las experiencias ya conocidas en el Parque Rural de Teno, en la propia comarca. Y, por otro lado, a raíz del proyecto impulsado por el Consejo Insular de Aguas de Tenerife, es evidente que ha surgido una línea de contestación social impulsada por la plataforma Los Silos - Isla Baja, que ha sido capaz de construir una propuesta sólida y fundamentada frente al planteamiento del CIATF. Se debe reconocer, en cualquier caso, que ciertos colectivos de agricultores sí se posicionan a favor de la propuesta de depuración convencional. Se basan en las experiencias que les han mostrado de la depuradora comarcal del Noreste de Tenerife, en Valle de Guerra, en donde la totalidad del agua regenerada se destina al uso agrícola. Pero, si se profundiza en esta demanda, la realidad es que lo que subyace es una demanda de agua por parte de los agricultores, que se decanta a favor de una depuración convencional, por el desconocimiento generalizado sobre los resultados de los Sistemas de Depuración Natural, los cuales son capaces de regenerar la totalidad de las aguas depuradas, sin necesidad de contar con un emisario

para evacuar el agua excedentaria. En relación con esto último, conviene señalar también que, con la tecnología convencional que se plantea, aproximadamente el 25% de las aguas regeneradas se perdería en la red, y una media de 38 m³/h se destinaría a vertidos al mar (Santos, 2019).

Los datos han sido expuestos, y las conclusiones se deducen con claridad. Todo apunta a que la utilización de los SDN en el contexto explicado se adaptaría mejor a la demanda que se tiene y se espera tener. Aunque la realidad recoge numerosos datos y variables que no es posible cuantificar en el marco de este trabajo, parece imprescindible un proceso de diálogo y discusión entre ambas partes, tratando de alcanzar una solución satisfactoria.

5. CONCLUSIONES

Son varios las restricciones que limitan que se adopten procesos más sostenibles para la depuración de las aguas residuales urbanas. En su mayoría son aspectos burocráticos y administrativos que entorpecen una gestión más eficiente y perdurable. La inexistencia de los sistemas de depuración natural dentro de la normativa vigente para la gestión de las aguas residuales dificulta la materialización de este tipo de proyectos, así como la iniciativa por parte de otras entidades que no sean las habituales, como el CIATF.

Con las dos propuestas que se han presentado en este trabajo se pretende garantizar una calidad, cantidad y regularidad de las aguas regeneradas. El alto grado de resiliencia que presentan estas propuestas son el factor determinante para promoverlas. El ahorro, prevención y optimización de los recursos naturales son retos que como sociedad hay que afrontar, y en donde la ciudadanía debe tener el derecho de hacerse oír y generar movimientos que apunten hacia un cambio, hacia la mejor opción.

Entre problemas más relevantes derivados de la mala depuración de las aguas residuales en la Comarca se encuentran la existencia de vertidos, el desaprovechamiento del agua, la poca calidad del agua depurada y el estrés hídrico existente, los más relevantes. Siendo objetiva la gran diferencia entre una y otra propuesta, el objetivo de ambas radica en solucionar los mismos problemas y llegar al mejor punto dentro de la gestión de las aguas residuales. La diferencia es la forma de llegar a conseguir tales objetivos, así como el impacto que genera en el medio cada una de ellas.

La realidad está en que al final, no se trata de apostar por un solo proyecto, ni por una sola alternativa, descartando la otra ni calificándola como inadecuada o poco óptima. La

realidad es que, para optar por el objetivo fundamental, gestionar de la mejor forma las aguas residuales en la comarca de la Isla Baja, hay que llegar a un acuerdo, en donde, desde mi parecer, ambas propuestas tienen algo positivo que apostar y en donde una adecuada combinación de ambas permita alcanzar un resultado satisfactorio.

Por ello, como sugerencia fundamentada en los diferentes aspectos analizados y expuestos en este trabajo, mi conclusión principal es que la percepción sobre los Sistemas de Depuración Natural no se debe contraponer de forma tajante con los sistemas de depuración convencional. La realidad es que ambos tienden al mismo objetivo, diferenciándose en el método para alcanzarlo. Por lo que, sería de interés estudiar la posibilidad de conseguir un proceso de retroalimentación entre ambos métodos. Planteando así un proyecto en donde se utilice la tecnología descentralizada de humedales artificiales en un entorno más urbano, enfocada a la demanda real existente.

5.1. ¿Apostar por los sistemas de depuración natural?

Como apartado final de este trabajo, en donde se evidencian para proyectos de esta escala algunas ventajas de los Sistemas de Depuración Natural, es importante enmarcar esta propuesta dentro de la dinámica en la que nos encontramos, en donde los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030 deben desempeñar un papel fundamental a la hora de tomar decisiones de esta naturaleza.

Para ello se ha elaborado la siguiente tabla, con el objetivo de conocer en cuantos puntos es capaz de incidir de manera directa e indirecta los Sistemas de Depuración Natural en el caso de que llegarán a implantarse en la Comarca de la Isla Baja.

Objetivos de Desarrollo Sostenible	
Objetivo	Meta
Nº6: Agua limpia y saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a servicios de saneamiento adecuados para todos. - Mejorar la calidad del agua, eliminando vertidos. - Mejorar la participación local en gestión de agua y saneamiento.
Nº7: Energía asequible y no contaminante	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar el uso de energías renovables.
Nº11: Ciudades y comunidades sostenibles	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar un acceso universal a zonas verdes en las ciudades. - Reducir el impacto ambiental negativo de las ciudades.

Nº14: Vida submarina	- Reducir y prevenir la contaminación marina.
Nº15: Vida de ecosistemas terrestres	- Garantizar un uso sostenible de los ecosistemas.

Tabla 6: Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con los SDN. Elaboración propia a partir de Naciones Unidas, 2022.

Es evidente el impacto positivo que tendría en el objetivo número 6 “Agua limpia y saneamiento”, ya que se trata de una opción que abandera la sostenibilidad, la resiliencia y las buenas prácticas medioambientales. Incidiendo positivamente en la eliminación de vertidos, tanto de agua sucia como de agua tratada. A su vez, que se escuchen y se pongan en marcha este tipo de propuestas pone de manifiesto la importancia de la participación social, no solo en este ámbito, sino en lo que engloba a la ciudadanía en su totalidad.

En relación viene el objetivo número 7, “Energía asequible y no contaminante”, que la utilización de este modelo de depuración descentralizada aprovecharía el impulso del agua por gravedad, reduciendo notablemente el consumo de energía (que en muchos casos podría tener un origen no renovable). Esta tecnología registra un consumo cero de energías fósiles, aprovechando todos los procesos naturales, como la fotosíntesis, para realizar la labor de depuración.

El objetivo número 11, “Ciudades y comunidades sostenibles” va relacionado directamente con el entorno que crearía la infraestructura. Un espacio verde, aprovechable para el disfrute de la población local, promoviendo la vida comunitaria y creando pequeñas burbujas de biodiversidad dentro de un espacio urbano.

El objetivo número 14, “Vida submarina” es de bastante importancia para el contexto insular en el que nos encontramos. Cuidar y prevenir la contaminación del océano que nos rodea debe ser objetivo fundamental frente a cualquier actividad que pueda causar algún impacto negativo en el medio marino. Con este tipo de depuración se eliminaría cualquier problema relacionado con los vertidos, reduciendo notablemente la contaminación marina, protegiendo así nuestra costa.

Por último, el objetivo número 15, “Vida de ecosistemas terrestres”, se cumple también, de forma indirecta, ya que el apostar por este modelo crearía espacios ricos en biodiversidad, capaces de albergar numerosas especies en su interior, realizando también la función de sumidero de carbono. Protegiendo así el ecosistema y acercando aún más a los espacios urbanos la vida natural terrestre que hay que preservar.

En resumen, con lo expuesto se puede ver el alto grado de compatibilidad que tienen los Sistemas de Depuración Natural con un enfoque más sostenible y ecológico a la hora de gestionar las aguas residuales. También, en apartados anteriores de este trabajo, se ha visto como los resultados objetivos reafirman la capacidad potencial de los SDN para poder llegar a gestionar las aguas residuales en espacios más poblados y densos de los que, normalmente, suelen gestionar, al menos en la Isla de Tenerife.

Como punto final de este trabajo se recogen una serie de puntos que validan la hipótesis planteada al inicio. Consideramos que, en efecto, los Sistemas de Depuración Natural serían capaces de gestionar las aguas residuales de la comarca tinerfeña de la Isla Baja. Partiendo de la base de que un proyecto piloto sería la mejor opción, para poder evaluar cómo se desenvolvería en espacios más amplios la tecnología expuesta.

- Menor, incluso nulo, consumo energético.
- Reducido gasto económico en inversión inicial y en costes de mantenimiento.
- Impacto visual positivo y agradable.
- No genera residuos derivados de la actividad de depuración.
- Aprovechamiento de subproductos.
- Enfoque sostenible y ecológico de la propuesta.
- Funciona como sumidero de carbono.
- No genera dependencia de tecnologías e insumos externos.
- Promueve una dinámica social de desarrollo comunitario en el espacio que se instaure.

Con todo lo expuesto se puede colegir que existen dos tecnologías contrastadas capaces de gestionar las aguas residuales; dos tecnologías que se adaptan de forma diferente al espacio que nos concierne; dos tecnologías que demandan más o menos recursos y que en último término, buscan lo mismo.

Es importante seguir estudiando a fondo las numerosas dimensiones y facetas que lleva asociada una cuestión tan delicada como esta. Entendiendo el contexto local, social, económico y natural en el que nos encontramos. Obtener esta solución solo será viable si se trata de alcanzar el máximo nivel de conocimientos y saberes; siendo realistas y, a la vez, utópicos; y no considerando a una opción óptima y a otra pésima, sino entendiéndolas como diferentes, potencialmente aliadas en determinados ámbitos, y capaces de trabajar en un mismo marco por un mismo fin.

Hacer comprender a las instituciones el alcance potencial de los Sistemas de Depuración natural supone una tarea muy importante; sobre todo si queremos llegar a un punto en donde la depuración no constituya en lo fundamental un negocio, un monopolio, sino que la depuración sea un objeto de todos, permitiendo el análisis y la participación de la ciudadanía, en donde el bienestar social y ambiental constituyan el norte hacia el que orientarse.

Deseo concluir con la siguiente reflexión, elaborada por un gran poeta y filósofo español, haciendo referencia a una verdad que no solo está presente en la cuestión que concierne a este trabajo, es, sino que constituye una realidad de aplicación valedera para el día a día, que muchos evaden y poco ponen en práctica.

“Huid de escenarios, púlpitos, plataformas y pedestales. Nunca perdáis contacto con el suelo; porque sólo así tendréis una idea aproximada de vuestra estatura”

Antonio Machado.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura Gobcan. (2017, 27 de noviembre). *Estación Depuradora del Noreste Tenerife (Valle de Guerra)* [Vídeo]. YouTube. Extraído de: <https://www.youtube.com/watch?v=IGIgUH0GB6w>
- Campos, F., Peraza, J.L., Muñiz, J., Herrera, A., Montilla, L. (2019, 12 de enero). *Descubriendo el mejor sistema de depuración para la Isla Baja*. Los Silos. Extraído de: [Descubriendo el mejor sistema de depurac.pdf](#)
- Canarias2punto0. (2016, 9 de julio). *Depuradora de Masca*. [Video]. YouTube. Extraído de: [DEPURADORA DE MASCA. 09-07-2016 - YouTube](#)
- Chamorro, J. (2016, 16 de marzo). *Depuración para principiantes I: Datos de diseño*. Iagua. Extraído de: <https://www.iagua.es/blogs/jorge-chamorro/depuracion-principiantes-i-datos-diseno>
- Consejo Insular de Aguas de Tenerife (CIATF) (2016). *Diagnóstico de las Necesidades Municipales en materia de Saneamiento en la Demarcación Hidrográfica de Tenerife*. Plan Hidrológico de Tenerife. Extraído de: [2016_06_24_Saneamiento_Cabildo_web.pdf](#)
- Consejo Insular de Aguas de Tenerife (CIATF) (2019). *Anexo II. Fichero de sistemas territoriales de infraestructuras de saneamiento*. Plan Hidrológico de Tenerife.
- Consejo Insular de Aguas de Tenerife (CIATF) (2019). *Anexo I. Fichero de ámbitos para la implantación de infraestructuras hidráulicas y fichero de sistemas territoriales de infraestructuras hidráulicas*. Plan Hidrológico de Tenerife.
- Consejo Insular de Aguas de Tenerife (CIATF) (2019). *Normativa*. Plan Hidrológico de Tenerife. Extraído de: [NORMATIVA.pdf](#)
- Consejo Insular de Aguas de Tenerife. (1995-2022). *Aguas de Tenerife*. Extraído de: <https://www.aguastenerife.org/>
- Diario de Avisos. (2023, 01 de junio). *Preocupación por el vertido masivo de aguas residuales al mar en Canarias: denuncian 100.000 litros diarios*. *Diario de Avisos*. Extraído de: [Preocupación por el vertido masivo de aguas residuales al mar en Canarias: denuncian 100.000 litros diarios \(elespanol.com\)](#)

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (DOCE 327, de 22 de diciembre de 2000).

Directiva del Consejo 91/271/CEE, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (DOCE 135, de 30 de mayo de 1991).

Domínguez Torres, A. (2022, 4 de septiembre). Las facturas pendientes de Canarias: los vertidos de aguas negras y las factoras millonarias. *El Diario.es*. Extraído de: https://www.eldiario.es/canariasahora/ciencia_y_medio_ambiente/facturas-pendientes-canarias-vertidos-aguas-negras-multas-millonarias_1_9286978.html

Foro-Ciudad. (2023). *Demografía de Buenavista del Norte (Tenerife)*. Foro Ciudad. Extraído de: [Habitantes Buenavista del Norte 1900-2022 \(foro-ciudad.com\)](#).

Foro-Ciudad. (2023). *Demografía de Garachico (Tenerife)*. Foro Ciudad. Extraído de: [Habitantes Garachico 1900-2022 \(foro-ciudad.com\)](#)

Foro-Ciudad. (2023). *Demografía de Los Silos (Tenerife)*. Foro Ciudad. Extraído de [Habitantes Los Silos 1900-2022 \(foro-ciudad.com\)](#)

Fumero, P. (2023, 02 de junio). Canarias carece de un plan ante vertidos al mar de aguas residuales sin tratar. *El Día*. Extraído de: [VERTIDOS AGUAS RESIDUALES CANARIAS: Canarias carece de un plan ante vertidos al mar de aguas residuales sin tratar \(eldia.es\)](#)

Gobierno de Canarias. (2015). *Infraestructura de Datos Espaciales de canarias (IDECanarias)*. Extraído de: <https://www.idecanarias.es/>

Gulesserian, G. (2023, 29 de marzo). Instan a abrir un nuevo expediente sancionador por los vertidos en Buenavista del Norte. *Diario de Avisos*. Extraído de: [Instan a abrir un nuevo expediente sancionador por los vertidos en Buenavista del Norte \(elespanol.com\)](#)

Herrera García, A.D., Asociación Plataforma Los Silos-Isla Baja, Campos, M.F., Peraza Cano, J.L., Pérez, M.A. (2019, 24 de abril). “Descubriendo el mejor sistema de depuración para La Isla Baja”. *Sesión ordinaria de la junta general del Consejo Insular de Aguas de Tenerife*.

Instituto Geográfico Nacional. (2020). *Centro de descargas del CNIG*. IGN. Extraído de: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

Instituto Nacional de Estadística. (2023). *Población por municipios y sexo 2000-2022*. INE. Extraído de: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2892>

Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional (BOE núm. 161, de 6 de julio de 2001).

Ley 12/1990, de 26 de julio, de Aguas (BOC núm. 94, de 27 de julio de 1990).

Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local (BOE núm. 80, de 3 de abril de 1985).

Ley 7/2011, de 5 de abril, de actividades clasificadas y espectáculos públicos y otras medidas administrativas complementarias (BOE núm. 109, de 7 de mayo de 2011).

Martel Rodríguez, G.M. (2016). *El tratamiento de aguas residuales en el ámbito rural y en espacios naturales protegidos mediante tratamiento natural o de bajo coste energético. Experiencias en vertidos cero*. Instituto Tecnológico de Canarias.

Martín García, I., Betancort Rodríguez, J.R., Salas Rodríguez, J.J., Peñate Suárez, B., Pidre Bocado, J.R., Sardón Martín, N. (2006). *Guía sobre tratamientos de agua urbanas para pequeños núcleos de población*. Instituto Tecnológico de Canarias.

Naciones Unidas (2022). *Agua limpia y saneamiento*. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Extraído de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Naciones Unidas (2022). *Ciudades y comunidades sostenibles*. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Extraído de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

Naciones Unidas (2022). *Energía asequible y no contaminante*. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Extraído de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>

Naciones Unidas (2022). *Vida de ecosistemas terrestres*. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Extraído de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>

Naciones Unidas (2022). *Vida submarina*. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Extraído de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans/>

Pinelo, D. (2018, 23 de mayo). La plataforma Los Silos protesta este miércoles contra la depuradora comarcal. *Daute Digital.es*. Extraído de: <https://dautedigital.es/2018/05/la-plataforma-los-silos-protesta-este-miercoles-contr-la-depuradora-comarcal/>

Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas (BOE núm. 77, de 29 de marzo de 1996).

Santos Peraza, D., Scarpato Valencia, S.A., Peraza Perera, J. (2019). *Sistema de depuración idóneo para la comarca de la Isla Baja* (Trabajo fin de grado, Universidad de La Laguna). Extraído de: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/16786>

Sosa, F. (2022, 9 de febrero). Tenerife pretende apostar por un sistema de depuración que está “completamente desfasado”. *El Diario.es*. Extraído de: https://www.eldiario.es/canariasahora/tenerifeahora/norte/antonio-gonzalez-buenavista-tenerife-apostar-sistema-depuracion-desfasado_1_8732467.html

Tenerife Ahora. (2022, 3 de mayo). Más de 220 millones de euros para acabar con los vertidos de aguas residuales en Tenerife. *El Diario.es*. Extraído de: https://www.eldiario.es/canariasahora/tenerifeahora/sociedad/220-millones-euros-acabar-vertidos-aguas-residuales-tenerife_1_8961699.html

7. ANEXO

7.1. Entrevistas: preguntas planteadas y síntesis de las respuestas

7.1.1. *Entrevista realizada a D. Javier Davara Méndez, gerente del Consejo Insular de Aguas de Tenerife, realizada el 25 de mayo de 2023 por vía telefónica*

1. ¿Conoce la problemática social que se ha generado en el entorno debido a la propuesta planteada por el CIATF para gestionar las aguas residuales en la Isla Baja? ¿Algún apunte que desee hacer sobre esta cuestión?

Sí, la conoce perfectamente, se trata de una polémica social que surgió hace 4 años, debido a la propuesta que se va a realizar para depurar las aguas en la comarca de la Isla Baja.

Considera que, para las administraciones competentes, el que se forme este revuelo social debido a proyectos que llevan un gran trabajo detrás y que se llevan planificando durante años resulta desalentador.

En el Plan Hidrológico Insular se recoge desde hace 15 años la planificación del proyecto que se va a llevar a cabo. Justo en el momento en el que se dispone de la financiación para poder ejecutar el proyecto se desata una problemática social que impide que estas instalaciones se lleven a cabo. Lo que genera un choque y no permite avanzar en esta línea de planificación hidrológica. A nivel insular, este evento solo ha sucedido en la Isla Baja, en donde en su momento se llegó a disponer de una inversión de 15.000.000 de euros, que no se pudo realizar.

Debido a esto, en el próximo plan hidrológico que se va a aprobar para el tercer Ciclo de Planificación, sí se ha contemplado la propuesta que plantea el Ayuntamiento de Buenavista.

Por otro lado, se refiere a la contrariedad que tienen múltiples sectores del entorno frente a la controversia. Este es el caso de otros colectivos, como los agricultores que no se posicionan en contra de esta iniciativa institucional, ya que lo que necesitan es agua, y la propuesta planteada por el CIATF mediante una tecnología MBR cierra el ciclo del agua haciendo posible la reutilización para usos agrícolas del agua depurada.

2. ¿Ve factible y adecuada la propuesta de crear un sistema de depuración comarcal mediante tecnología MBR en el entorno de la Isla Baja?

Siempre y cuando el agua depurada cumpla con las exigentes normas de reutilización, normativa reciente del año 2020, para el regadío de todo tipo de cultivos. Hoy en día, esta tecnología es la única que, a ellos, como organismo ejecutor, les garantiza que esa agua se pueda utilizar para cualquier tipo de cultivo. Esto a su vez se refuerza por las experiencias que se tienen en la Isla con la utilización de este tipo de tecnologías: en la comarca del Nordeste, desde el año 2018 existe una depuradora de MBR que está regenerando y reutilizando el 100% de las aguas que le llegan, no hay vertidos. Se realizan controles y analíticas exhaustivas y los datos reflejan que se cumple con creces la normativa. Desde hace un año y medio los agricultores de esta zona utilizan las aguas obtenidas del proceso de depuración. En este periodo no se ha detectado ningún E-coli. Esta tecnología da una garantía extraordinaria para los controles que se realizan en la actualidad y para los futuros, controles destinados a medir los contaminantes emergentes como antibióticos o microplásticos. Actualmente se realizan pruebas para adelantarse al futuro. Por todo ello está convencido de que esta tecnología es adecuada.

3. ¿En este momento, dónde se están depurando las aguas residuales de la comarca de la Isla Baja (municipios de Los Silos, Buenavista y Garachico)?

El municipio de Garachico tiene una Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR) construida por el CIATF hace un año. Se puso en marcha en enero de 2022. Realiza un tratamiento adecuado al agua, no depuración, que cumple con la normativa existente.

En Los Silos se tratan las aguas en una estación muy antigua de carácter municipal que actualmente dispone de un proyecto que se va a licitar por el CIATF para su remodelación y adecuación.

En ambos casos no se está depurando, se está tratando y cumple con la normativa, factor que no sucedía años atrás, en donde se vertían directamente al mar sin tratar.

En Buenavista, consta una depuradora municipal, la cual tiene una denuncia de parte del CIATF ya que no se tiene constancia de que se esté realizando un adecuado tratamiento de las aguas residuales.

4. ¿Cuál sería la causa fundamental por la que, desde su posición, se apuesta por una tecnología más convencional y no por los Sistemas de Depuración Natural?

Debido a su mayor fiabilidad y por el mayor cumplimiento con la normativa, si se quiere regenerar las aguas siguiendo el Reglamento Europeo 7/41 del año 2020.

5. ¿Usted cree que existe algún factor que limite o suponga un impedimento en este espacio para ubicar un EDAR comarcal como el que se plantea?

Factores técnicos no hay ninguno. Se han realizado estudios de cuál sería el mejor punto para ubicar esta depuradora. Un estudio no solo técnico sino también multidisciplinar, contemplando factores económicos y ambientales.

6. ¿Con este proyecto se solucionaría el problema de los vertidos en la costa de la comarca de la Isla Baja?

Sí. Hoy en día, se ha solucionado en el entorno de Tacoronte con la implantación de la tecnología MBR, por lo que los resultados de experiencias obtenidas apuntan a que los vertidos se solucionarían, ya que se reutiliza el agua en su totalidad.

Actualmente sí hay un vertido, pero se cumple con la normativa, y se aspira a que en una comarca como la Isla Baja, la totalidad del agua se reutilice, siendo la comarca una de las zonas con mayor estrés hídrico de la isla de Tenerife.

7. ¿Este proyecto generaría impactos en el medio a medio/largo plazo?

No, generaría impactos positivos. Estos proyectos cuentan con estudios ambientales que cumplen con los diferentes aspectos normativos de los diferentes órganos ambientales, los cuales han llegado a la conclusión de que sí se superan los controles.

Las autoridades piden que se pueda reducir lo máximo posible el gasto energético de estas instalaciones. Claramente supone un coste energético, pero es un consumo que se puede generar gracias a las energías renovables. El CIATF dispone de un Plan Estratégico que indica la necesidad de que todas sus instalaciones autogeneren su propia energía, principalmente mediante energía fotovoltaica. Llegando a ser casi autosostenible, ya que no consumen tanta energía como se piensa.

8. ¿Cuál es el factor principal que diferenciaría el servicio que puede dar la tecnología que ustedes proponen frente a los Sistemas de Depuración Natural?

Las guías metodológicas que hay reflejan que el factor más limitante para los SDN es el consumo de espacio, se indica que como mínimo se debe tener 8 m² por habitante equivalente. En este entorno, entre los tres municipios, se registran aproximadamente 14.000 he, lo que supone aproximadamente un espacio de doce campos de fútbol.

También hay que tener en cuenta que los SDN son solo una parte de la depuración. También habría que tener sistemas que realicen el tratamiento primario (desbaste) que consumen energía. Cualquier sistema de depuración natural deberá tenerlo. Pero sí o sí, para poder reutilizar el agua es necesaria una desalinización, debido a las condiciones del agua que se consume en la Isla. Al final lo que se puede llegar a ahorrar son 0,4 kW por m³, pero para eso se ponen placas fotovoltaicas.

9. ¿Ve viable que se lleve a cabo una depuración local impulsada por los Sistemas de Depuración Natural en el entorno de la Isla Baja?

Sí, en zonas en las que están aisladas, con menos gente, como es el ejemplo del albergue de Bolico, autorizado por el CIATF. Para las concentraciones que estamos hablando, todas las guías apuestan por una depuración convencional.

7.1.2. Entrevista realizada a D. José Luis Peraza, ingeniero químico diseñador de los Sistemas de Depuración Natural existentes en el Parque Rural de Teno, el 24 de mayo de 2023, vía telefónica

1. ¿Ve factible que los SDN sean la mejor opción para la gestión de las aguas residuales en el caso que se presenta (depuración descentralizada en el ámbito de la Isla Baja, municipios de Buenavista, Garachico y Los Silos)?

El sistema que se propone es patente de José Luis Peraza, y constituye la mejor opción frente a la propuesta que plantea el Consejo Insular de Aguas de Tenerife, ya que, entre otras cosas, la tecnología que se propone dentro de los SDN utilizaría un menor espacio y demandaría una menor cantidad de recursos energéticos. Teniendo en cuenta la dimensión territorial y la demanda que existe en la Isla Baja, no se puede ejecutar un sistema como el que propone el CIATF, ya que está sobre dimensionado para la realidad que se vive en esta área.

2. ¿Usted plantearía un sistema parecido a los que se encuentran en el albergue de Bolico o en Masca?

La misma tecnología basada en humedales artificiales.

3. ¿Conoce si existe apoyo por parte de los vecinos e instituciones de la zona para fomentar los Sistemas de Depuración Natural en este entorno?

En base a las experiencias que se tiene con la depuración natural en la Isla y en otros espacios que se han impulsado, por parte de los vecinos sí se da un apoyo íntegro a la utilización de estas tecnologías. El problema está en que los ayuntamientos tienen presiones externas que impiden que se lleve a cabo una depuración natural.

4. ¿Cuál cree usted que es la razón por la que el CIATF y el cabildo muestre su rechazo para impulsar estas tecnologías alternativas en este entorno?

La gestión del agua que promueve el Cabildo Insular de Tenerife está en manos de multinacionales. El número de votos de la Asamblea del Consejo Insular de Aguas se basa en veinticuatro votos por parte de las entidades públicas y veintiséis por parte de las entidades privadas. El Cabildo es el dueño, tiene las competencias sobre el CIATF, en el caso que se diera, podría cesar sus competencias.

5. ¿Cree que estas depuradoras, en el caso de que se instalen, podrían gestionarse de forma local, es decir, que el propio ayuntamiento las gestione e incluso los propios vecinos adopten conocimientos y prácticas que fomenten un sistema circular en el entorno?

Desde el año 1998 se llevan utilizando este tipo de tecnologías en la isla de Tenerife. Un caso sorprendente es que, en el año 1976, Alemania ya validó técnicamente que este sistema de depuración era correcto. Al igual que la Comisión Europea, la cual dictaminó en el año 2000 una recomendación para que las poblaciones de menos de 5.000 habitantes depuraran sus aguas por medio de estas tecnologías.

Las depuradoras gestionadas por los ayuntamientos funcionan mejor que las gestionadas íntegramente por el Consejo Insular de Aguas. En Vallehermoso, La Gomera, el Ayuntamiento gestiona su propia depuradora y cumple con unos estándares de funcionamiento óptimos, algo que no sucede en la mayoría de las depuradoras gestionadas por CIATF, llegando a generar elementos que perjudiquen en el medio, como los reiterados vertidos que se dan en la costa de Tenerife.

6. ¿Usted cree que existe algún factor que limite o suponga un impedimento en este espacio para impulsar los SDN?

Los intereses de las multinacionales, ya que van claramente en contra de los intereses del pueblo. Si se diera potestad a los ayuntamientos para gestionar las depuradoras que plantea el CIATF, en este caso en la Isla Baja un EDAR comarcal, la economía local del municipio quebraría, lo que refleja la poca utilidad que tiene instaurar tecnologías sobredimensionadas para la realidad que se vive, un proyecto insostenible.

7.2. Anexo estadístico

Tablas utilizadas para la elaboración de las gráficas sobre población:

Datos de población de Garachico (2000-2022):

Año	Hombres	Mujeres	Total
2000	2.709	2.783	5.492
2001	2.908	2.945	5.853
2002	2.839	2.903	5.742
2003	2.827	2.929	5.756
2004	2.806	2.865	5.671
2005	2.808	2.874	5.682
2006	2.750	2.793	5.543
2007	2.713	2.733	5.446
2008	2.719	2.731	5.450
2009	2.713	2.703	5.416
2010	2.703	2.710	5.413
2011	2.658	2.669	5.327
2012	2.526	2.564	5.090
2013	2.526	2.560	5.086
2014	2.570	2.599	5.169
2015	2.483	2.483	4.966
2016	2.466	2.450	4.916
2017	2.419	2.408	4.827
2018	2.411	2.408	4.819
2019	2.442	2.429	4.871
2020	2.441	2.428	4.869
2021	2.448	2.447	4.895
2022	2.458	2.462	4.920

Tabla 7: Valores de población en Garachico (2000-2022). Fuente: INE. Elaboración propia.

Datos de población de Los Silos (2000-2022):

Año	Hombres	Mujeres	Total
2000	2.485	2.581	5.066
2001	2.627	2.705	5.332
2002	2.687	2.739	5.426
2003	2.760	2.785	5.545
2004	2.773	2.774	5.547
2005	2.749	2.748	5.497
2006	2.744	2.712	5.456
2007	2.671	2.642	5.313
2008	2.671	2.636	5.307
2009	2.645	2.609	5.254
2010	2.624	2.622	5.246
2011	2.626	2.631	5.257
2012	2.572	2.547	5.119
2013	2.556	2.526	5.082
2014	2.372	2.355	4.727
2015	2.397	2.408	4.805
2016	2.387	2.399	4.786
2017	2.407	2.441	4.848
2018	2.374	2.383	4.757
2019	2.348	2.345	4.693
2020	2.360	2.383	4.743
2021	2.347	2.345	4.692
2022	2.319	2.325	4.644

Tabla 5: Valores de población en Los Silos (200-2022). Fuente: INE. Elaboración propia.

Datos de población de Buenavista del Norte (2000-2022):

Año	Hombres	Mujeres	Total
2000	2.617	2.523	5.140
2001	2.711	2.611	5.322
2002	2.773	2.640	5.413
2003	2.802	2.651	5.453
2004	2.735	2.566	5.301
2005	2.720	2.580	5.300
2006	2.664	2.561	5.225
2007	2.632	2.556	5.188
2008	2.660	2.567	5.227
2009	2.662	2.532	5.194
2010	2.645	2.506	5.151
2011	2.625	2.478	5.103
2012	2.533	2.383	4.916
2013	2.529	2.432	4.961
2014	2.477	2.407	4.884
2015	2.472	2.387	4.859
2016	2.444	2.388	4.832
2017	2.416	2.381	4.797
2018	2.405	2.350	4.755
2019	2.405	2.373	4.778
2020	2.402	2.384	4.786
2021	2.385	2.381	4.766
2022	2.371	2.382	4.753

Tabla 6: Valores de población en Buenavista del Norte (2000-2022). Fuente: INE. Elaboración propia.