



MITIMAC

MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO A TRAVÉS  
DE LA INNOVACIÓN EN EL CICLO DEL AGUA  
MEDIANTE TECNOLOGÍAS BAJAS EN CARBONO

# ESTADO ACTUAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LAS ISLAS CANARIAS

## Objetivo Específico 1 Actividad 2.1.1.

Fecha	Autor	Entidad	Versión	Anotaciones
Febrero 2022	Jenifer Vaswani Reboso	Universidad de Las Palmas de GC	0	

## Resumen ejecutivo

(1 página)

En este documento se hace un estudio de los recursos hídricos de las Islas Canarias, tanto recursos naturales como recurso de origen industrial, como son los procedentes de estaciones desaladoras y estaciones depuradoras de aguas residuales. Canarias es una región de escasez de recursos, por lo que se han desarrollado planes estratégicos para gestionar los recursos de las islas, dichos planes estratégicos han sido documento básico para la realización de este informe, donde se ha resaltado aquellos aspectos más relevantes para la situación de los recursos hídricos en las islas.

Recursos hídricos que deben ser necesarios tanto para abastecer a la población de las islas, como a las necesidades hídricas destinadas a la agricultura, por lo que se ha incluido un estudio sobre los cultivos en las islas, así como las necesidades hídricas, empleando como documento básico el Plan de Regadío de Canarias.

También se resume brevemente el papel de los Consejos Insulares de Agua de cada isla, que son los responsables de la gestión del recurso hídrico disponible, y establecer las estrategias que cada isla debe seguir para garantizar el acceso al recurso hídrico tanto a la población como al sector agrícola.

# INDICE DE CONTENIDOS

1.	Las Islas Canarias .....	4
1.1	Climatología .....	9
2.	Recursos Hídricos en las Islas Canarias .....	11
2.1	Gestión de los recursos hídricos .....	12
2.2	Aguas Subterráneas .....	14
2.3	Aguas Superficiales .....	22
2.4	Desalación .....	25
2.5	Depuración .....	26
2.5.1	Sistemas de Depuración Natural .....	30
3.	Recursos hídricos para la agricultura .....	31
3.1	Aguas regeneradas .....	31
3.2	Mapas de cultivo .....	34
4.	Referencias .....	38
	ANEXO I: Ubicación de las IDAMs en las Islas Canarias .....	42
	ANEXO II: Ubicación de las EDARs en las Islas Canarias .....	44
	ANEXO III: Ubicación de los sistemas de depuración natural en las Islas Canarias .....	49

## 1. Las Islas Canarias

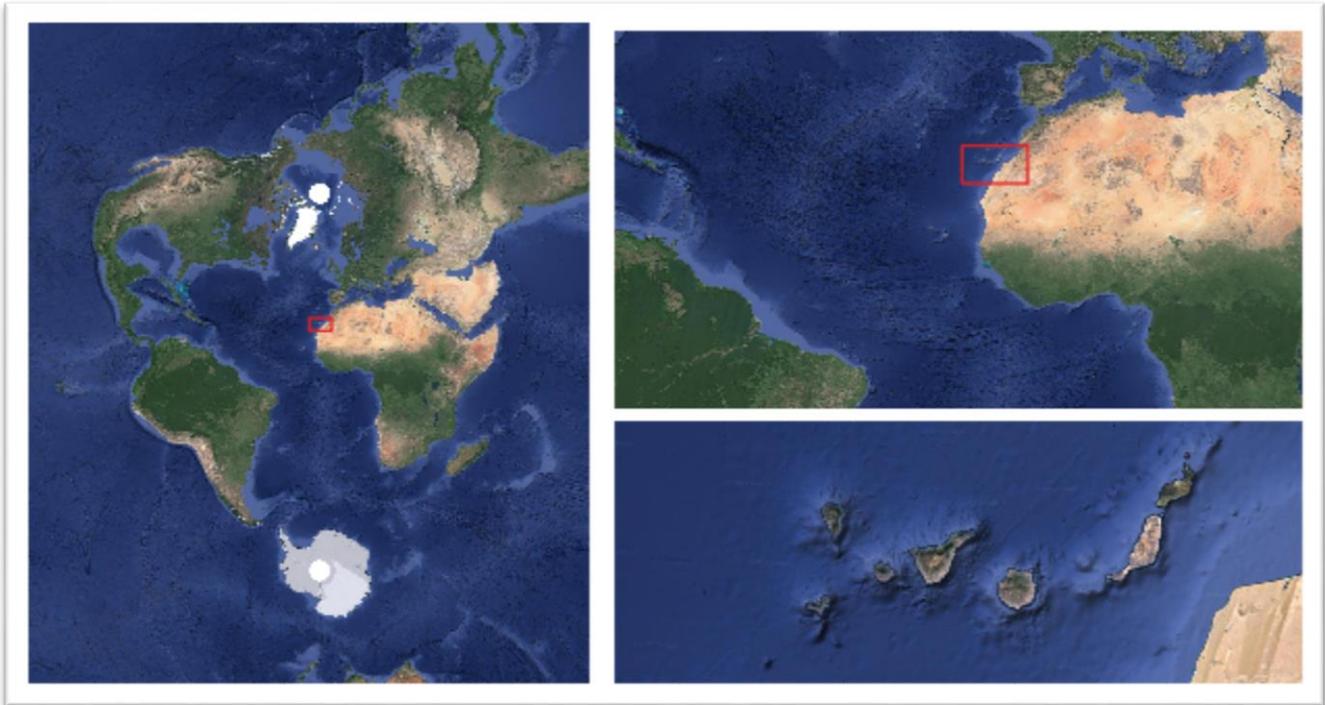
Las Islas Canarias constituyen uno de los archipiélagos del Océano Atlántico [1], formando parte de las diecisiete comunidades autónomas de España [2]; y siendo, a su vez, la región más austral [3] del país, lo que le proporciona además el concepto de territorio ultraperiférico en la Unión Europea [4]. Este archipiélago se compone principalmente de siete islas distribuidas en dos provincias: La Gomera, La Palma, El Hierro y Tenerife, forman la provincia de Santa Cruz de Tenerife con una densidad demográfica de 309 hab/km<sup>2</sup>, lo que representa 1.044.887 habitantes distribuidos en una superficie de 3.381 km<sup>2</sup>; mientras que Lanzarote, Fuerteventura y Gran Canaria, constituyen la provincia de Las Palmas, la cual cuenta con una población de 1.131.065 habitantes y una superficie de 4.066 km<sup>2</sup> que deriva en una densidad demográfica de 278 hab/km<sup>2</sup> [5]. Posee seis islotes, de los cuales cinco están al norte de Lanzarote y conforman lo que se conoce como Archipiélago Chinijo. Estos islotes son: Alegranza, La Graciosa (el único habitado), Montaña Clara, Roque del Este y Roque del Oeste y por último, Lobos, situado al noreste de Fuerteventura.

El Archipiélago constituye una cadena de islas de origen volcánico que ocupa un área marítima de unos 100.000 km<sup>2</sup>. Sus puntos extremos son por el norte la Punta de Mosejos en el islote de Alegranza, y al sur la Punta de la Restinga en la isla de El Hierro. La superficie total del Archipiélago, según el Instituto Geográfico Nacional, es de 7.446 km<sup>2</sup>[6].

*Tabla 1 : Superficie de cada isla así como altitud máxima. ( Fuente: ISTAC [7])*

Islas	Superficie (km <sup>2</sup> )	Altitud Máxima (metros)
Lanzarote	845,94	671 (Peñas del Chache)
Fuerteventura	1.659,74	807 (Jandía)
Gran Canaria	1.560,10	1.949 (Pico de Las Nieves)
Tenerife	2.034,38	3.718 (Teide)
La Gomera	369,76	1.487 (Garajonay)
La Palma	708,32	2.423 (Roque de Los Muchachos)
El Hierro	268,71	1.501 (Malpaso)

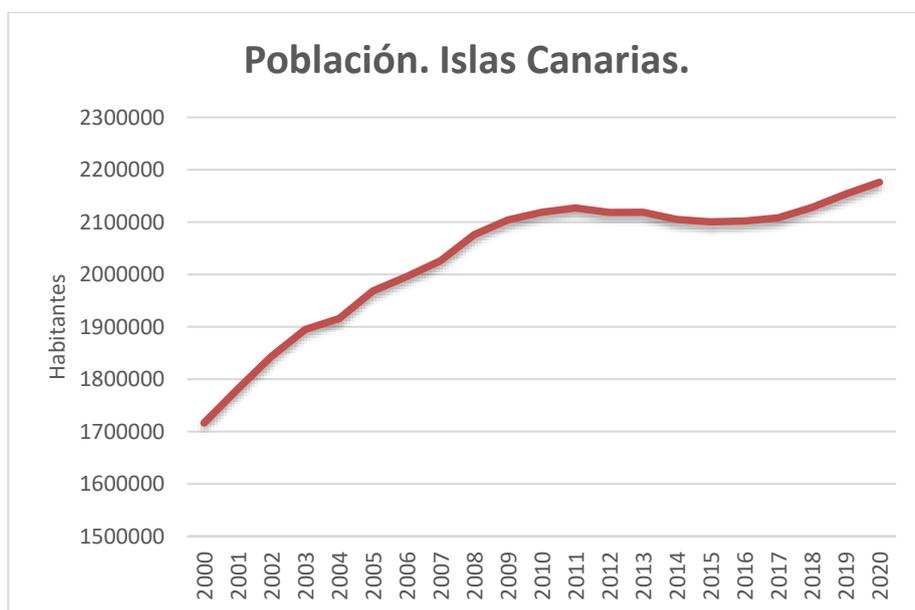
En la siguiente figura se muestra la ubicación del archipiélago:



*Figura 1: Ubicación y forma del archipiélago canario.  
(Fuente: Elaboración propia a partir de Google satellite)*

Las Islas se caracterizan por sus elevadas montañas en comparación con su extensión superficial. Su perfil, como consecuencia de su origen volcánico es muy variado. Sin embargo, todas presentan, menos Lanzarote y Fuerteventura, unas cumbres centrales dominantes. Desde ellas se descuelgan unas laderas de acusadas pendientes, acompañadas de profundos barrancos, hasta llegar al mar. Esta disposición de su relieve, junto con las características que supone el ser un territorio insular situado en el Océano Atlántico en la zona subtropical, le confiere un paisaje singular y de gran belleza, con gran variedad de climas, suelos, cultivos o flora. [8]

En la gráfica siguiente se puede observar la evolución demográfica de los últimos veinte años, donde se puede observar que la población ha aumentado más de un 25%. Hay que tener en cuenta que el uso del agua aumentó más del doble que la tasa de crecimiento de la población en el último siglo.



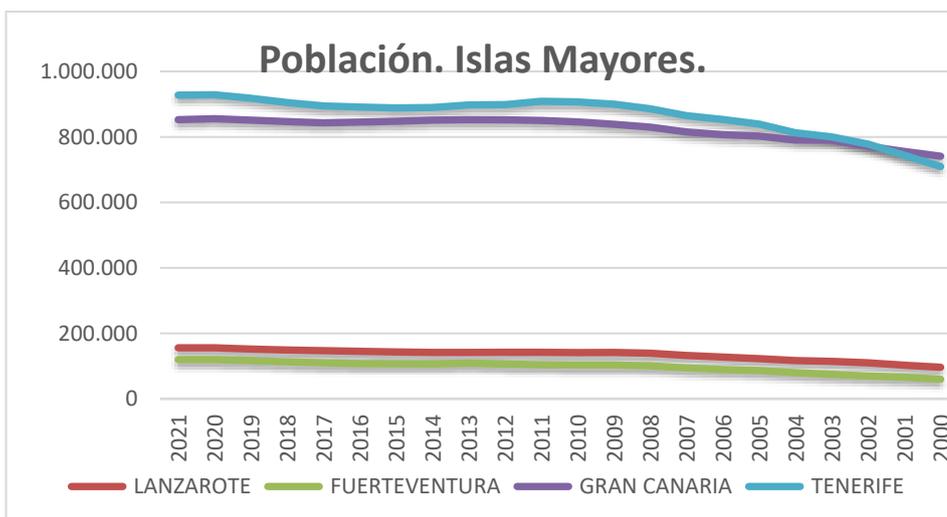
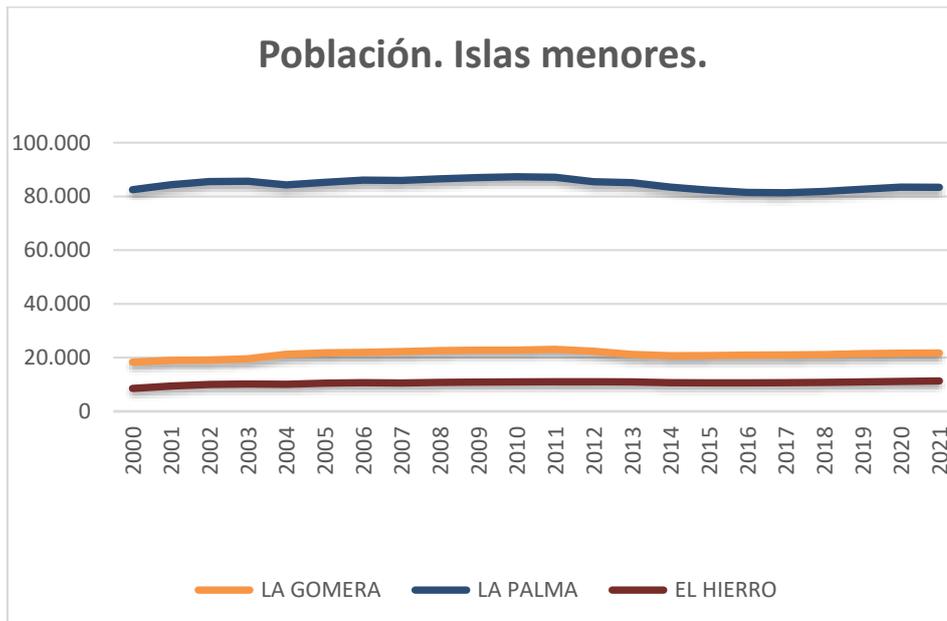
*Figura 2: Evolución de la población en las Islas Canarias*  
*Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE [5]*

El comportamiento de crecimiento de población no es homogéneo en todas las islas, tal como podemos observar en la siguiente tabla:

*Tabla 2: Distribución de la población por islas*  
*(Fuente: Instituto Canario de Estadística (ISTAC) y del Instituto Nacional de Estadística (INE)).*

	2021	2020	2000	Incremento 2000-2020
<b>CANARIAS</b>	2.172.944	2.175.952	1.716.276	26,8
<b>LANZAROTE</b>	156.189	155.812	96.310	61,8
<b>FUERTEVENTURA</b>	119.662	119.732	60.124	99,1
<b>GRAN CANARIA</b>	852.688	855.521	741.161	15,4
<b>TENERIFE</b>	927.993	928.604	709.365	30,9
<b>LA GOMERA</b>	21.734	21.678	18.300	18,5
<b>LA PALMA</b>	83.380	83.458	82.483	1,2
<b>EL HIERRO</b>	11.298	11.147	8.533	30,6

Como se puede observar el 80% de la población de las Islas está distribuida entre las dos islas capitales de provincias: Gran Canaria y Tenerife, mientras que existe un aumento de población mayor del 60% en las islas de Lanzarote y Fuerteventura, mientras que la isla de La Palma no llega a un 5% de aumento de población en los últimos veinte años.



*Figura 3: Evolución de la población por isla*  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

Recordemos también que las Islas Canarias tiene un alto nivel de población itinerante, ya que son destino turístico tanto de turismo nacional como internacional siendo la tasa turística la siguiente:

*Tabla 3: Número de turistas que han visitados las islas de Gran Canaria, Tenerife, Lanzarote, Fuerteventura y La Palma  
(Tabla elaboración propia a partir de datos del Instituto Canario de Estadística (ISTAC) y del Instituto Nacional de Estadística (INE)).*

	<b>AÑO 2016</b>	<b>AÑO 2017</b>	<b>AÑO 2018</b>	<b>AÑO 2019</b>	<b>AÑO 2020</b>	<b>AÑO 2021</b>
<b>ENERO</b>	1289358	1449420	1399108	1401059	1312890	146751
<b>FEBRERO</b>	1253570	1346543	1348907	1386563	1338973	123375
<b>MARZO</b>	1415071	1506308	1572942	1569100	533314	173759
<b>ABRIL</b>	1236649	1503979	1317602	1277765	0	195467
<b>MAYO</b>	1081148	1162716	1135014	1075628	0	269795
<b>JUNIO</b>	1104476	1198553	1184349	1147237	13550	354173
<b>JULIO</b>	1374687	1420564	1351726	1279821	305688	617432
<b>AGOSTO</b>	1356447	1443269	1381268	1306034	415971	858421
<b>SEPTIEMBRE</b>	1201973	1292600	1232362	1134792	206519	807557
<b>OCTUBRE</b>	1438962	1495958	1439894	1298323	219155	1151261
<b>NOVIEMBRE</b>	1373088	1447731	1384754	1314252	216293	1166015
<b>DICIEMBRE</b>	1412584	1446328	1403306	1403946	272641	1062318
<b>TOTAL AÑO</b>	<b>15538013</b>	<b>16713969</b>	<b>16151232</b>	<b>15594520</b>	<b>4834994</b>	<b>6926324</b>
<b>MEDIA DIARIA</b>	42570	45792	44250	42725	13247	18976

Los aumentos de población en los últimos años ha conllevado un aumento en el consumo de las necesidades hídricas por islas, por lo que ha potenciado el desarrollo de estrategias de gestión de los recursos así como implantación de tecnologías necesarias para obtener el recurso hídrico ya que el agua es un bien natural, limitado, escaso y esencial para la vida en la tierra. Sólo el 2,5 % del agua del planeta es agua dulce, del cual un 69 % se encuentra en glaciares y hielos, un 30 % en aguas subterráneas, un 0,7 % en permafrost y tan solo un 0,3 % en lagos y ríos, la fuente principal usada para el consumo humano diario. La demanda mundial de agua aumenta y son muchos los países del mundo que se enfrentan al estrés hídrico. El estrés hídrico es un concepto que se utiliza cuando la demanda de agua es mayor que la cantidad de la que se dispone o cuando su uso se ve restringido para su baja calidad [9].

Como se puede observar en la figura 4, Canarias esta en una región con alto nivel de estrés hídrico

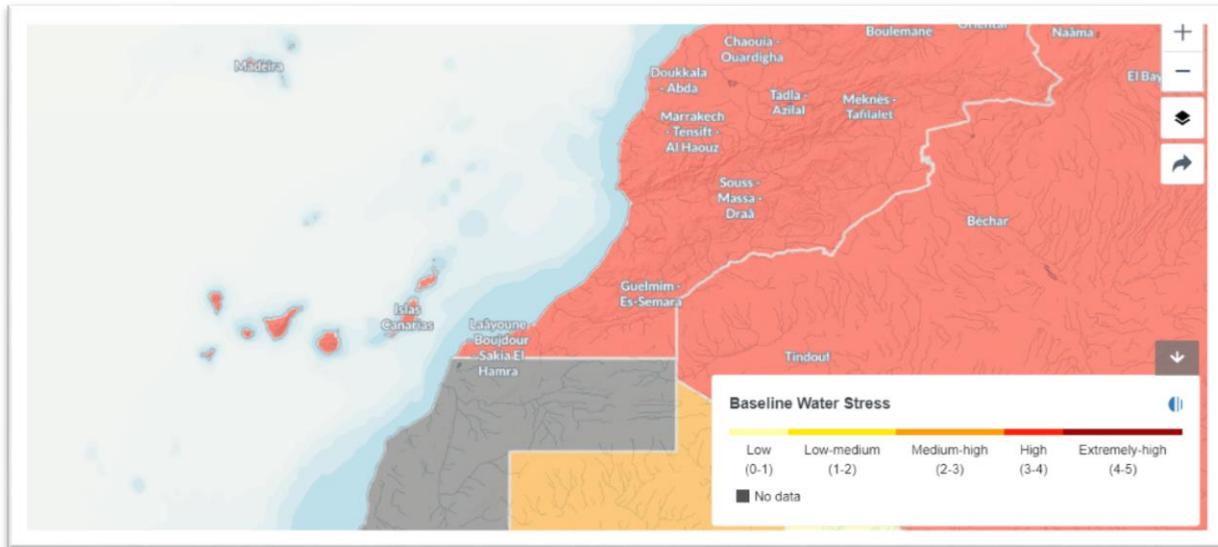


Figura 4: Mapa de Estrés hídrico  
Fuente: [10]

## 1.1 Climatología

Las Islas Canarias, situadas en el océano Atlántico, son de origen volcánico. Esto implica una heterogeneidad en sus paisajes, orografía y materiales que se han ido apilando de una manera caótica en las diferentes erupciones volcánicas que han acontecido a lo largo de su historia, al formarse las islas, las primeras hace unos 20 millones de años. Por lo tanto, tampoco se puede hablar de unas islas homogéneas, en relación a sus recursos hídricos disponibles y su manera de aprovecharlos. [11]

El archipiélago se encuentra situado al norte de África, exactamente entre las coordenadas 27°37' y 29°25' de latitud Norte y 13°20' y 18°10' de longitud Oeste, ubicándose además en la zona de transición entre el mundo templado y el tropical. A grandes rasgos, se puede decir que el clima de las Islas se caracteriza por unas precipitaciones muy escasas e irregulares, especialmente en las zonas bajas (menos de 300 mm), debido al predominio del Anticiclón de Las Azores. Esta ubicación subtropical se caracteriza por una acusada aridez consecuencia de las escasas precipitaciones y las altas temperaturas. Sin embargo, las islas poseen un régimen de temperaturas y lluvias más benigno que el vecino desierto del Sáhara. La razón estriba en la influencia de los vientos alisios que soplan desde el noreste aportando masas de nubes que dejan precipitaciones a su paso. La distribución de la pluviometría no es homogénea en el archipiélago y así, las islas de mayor relieve acumulan más precipitaciones. Además, la proximidad al continente africano y por ende la influencia de los vientos saharianos, reduce significativamente la pluviometría [12].

*Tabla 4: Pluviometría y altitud de las islas.*

*Fuente: Consejo Insular de Aguas de cada isla [12]*

ISLA	ALTITUD MÁXIMA (msnm)	PLUVIOMETRÍA MEDIA (mm/año)
Lanzarote	670	158
Fuerteventura	807	120
Gran Canaria	1950	300
Tenerife	3718	394
La Gomera	1487	500
La Palma	2426	740
El Hierro	1501	400

La distribución heterogénea de las lluvias, no sólo se aprecia entre islas, sino que dentro de cada una de ellas, pueden existir zonas con diferentes pluviometrías. La componente noreste de los vientos alisios y la orografía insular condicionan la aparición de dos vertientes claramente diferenciadas: las de barlovento, normalmente húmedas; y las de sotavento, en general más secas. Al mismo tiempo, dentro de una misma vertiente la elevación del terreno influye en la distribución de las precipitaciones, que son más escasas e irregulares en las zonas de costa y alta montaña, por encima de los 2.000 m de altitud, donde es posible la aparición de precipitaciones en forma de nieve.

El origen volcánico de las islas y la edad geológica influyen, por otra parte, en la permeabilidad del terreno. La porosidad de las rocas volcánicas varía mucho según su origen y proceso de solidificación. En las zonas en que la solidificación del magma ha sido relativamente “tranquila”, la porosidad es casi siempre inferior al 5%. Los mismos materiales sometidos a un proceso de enfriamiento más rápido, presentan valores de porosidad muy superior que, en conjunto puede ser de un 10 a un 50%. De forma general, se admite que un macizo volcánico, considerado en su conjunto, se comporta como una masa rocosa permeable. Las anomalías locales se pueden explicar por la baja permeabilidad media de los materiales volcánicos antiguos. [12]

La particular idiosincrasia en la propiedad y gestión del agua en Canarias tiene su origen en las condiciones climáticas y sociales del entorno. Pocos factores influyen tanto en el desarrollo de un pueblo como es la escasez de recursos hídricos. Con una media anual de precipitaciones de unos 324 mm, el agua ha sido un factor limitante en el desarrollo de la economía agraria de las Islas.

## 2. Recursos Hídricos en las Islas Canarias

El agua es un recurso necesario para las actividades humanas, para el desarrollo económico y el bienestar social [13]. Se estima que el 50% de la población mundial vivirá en regiones con escasez de recursos hídricos en 2025, de ahí la importancia de un adecuada gestión y tratamiento del agua [14].

Canarias es una región con escasez de recursos hídricos, por lo que a lo largo de la historia ha establecido un sistema de gestión de obtención de agua a partir de procesos de desalación, así como implementando el uso de regeneración de aguas residuales en la agricultura de la zona.

En Canarias se dispone de tres tipos fundamentales de recursos hídricos: Las aguas superficiales, las aguas subterráneas y las aguas de producción industrial (desaladoras y depuradoras), en la tabla siguiente se incluye la evolución de los recursos hídricos a lo largo del periodo comprendido entre el año 2000 y el año 2018:

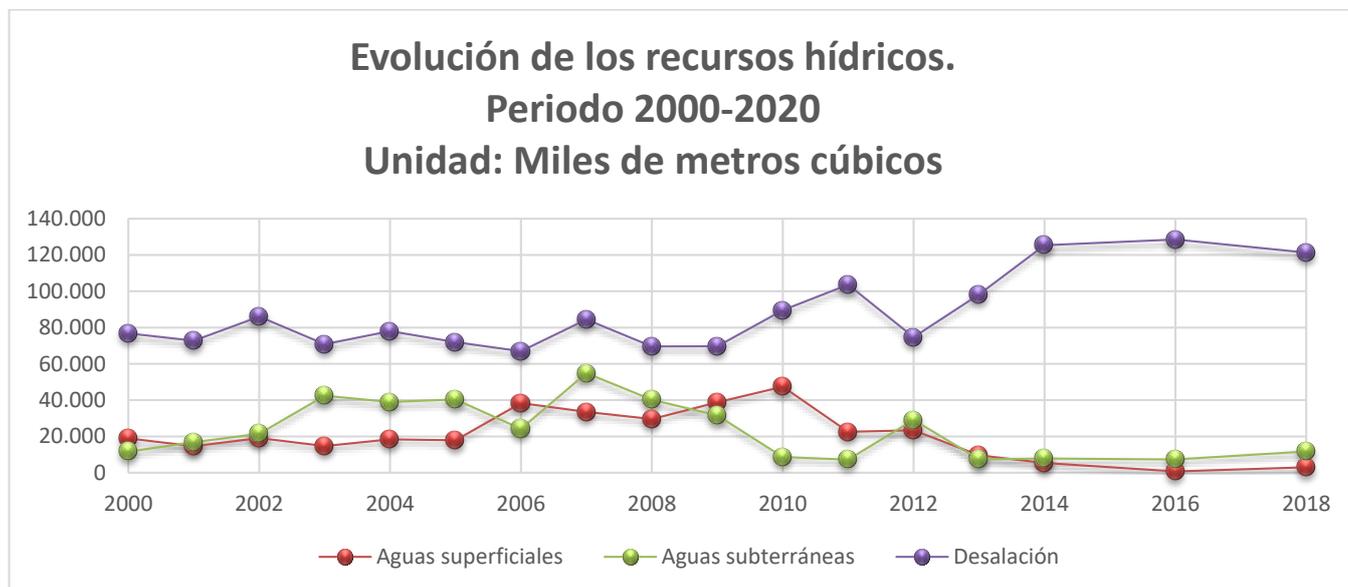
*Tabla 5: Volumen de agua disponible en las Islas Canarias.*

*Fuente: Instituto Canario de Estadística (ISTAC) a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).*

Unidad: Miles de metros cúbicos								
	2018	2016	2014	2013	2012	2011	2010	2009
<b>TOTAL</b>	136.016	136.565	138.593	115.299	127.247	133.361	145.573	140.050
<b>Aguas superficiales</b>	2.996	734	5.404	9.646	23.411	22.534	47.386	38.776
<b>Aguas subterráneas</b>	11.674	7.288	7.803	7.382	29.100	7.192	8.652	31.580
<b>Desalación</b>	121.346	128.543	125.386	98.271	74.736	103.635	89.535	69.694

Unidad: Miles de metros cúbicos									
	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
<b>TOTAL</b>	139.390	172.922	129.549	130.237	135.486	127.948	126.601	104.166	107.453
<b>Aguas superficiales</b>	29.544	33.549	38.385	17.881	18.410	14.709	19.118	14.586	18.961
<b>Aguas subterráneas</b>	40.257	54.873	24.173	40.415	39.025	42.423	21.452	16.778	11.657
<b>Desalación</b>	69.589	84.500	66.991	71.941	78.051	70.816	86.031	72.802	76.835

Como se puede observar en la última década ha aumentado la generación de recursos hídricos empleando desalación, dado que los recursos hídricos naturales han ido disminuyendo, ya que en algunas islas la extracción de los acuíferos ha superado a la recarga de los mismos. En la figura 5, se aprecia la evolución de los recursos hídricos en los últimos veinte años.



*Figura 5: Evolución de los recursos hídricos*  
*Fuente: Elaboración propia a partir de datos del ISTAC e INE*

## 2.1 Gestión de los recursos hídricos

El agua en Canarias es un recurso escaso que ha condicionado el desarrollo económico del archipiélago a lo largo de la historia. Se podría decir, que nos encontramos sin duda en la Comunidad Autónoma más singular en la gestión del agua de todo el territorio nacional, contando incluso con una ley propia de aguas, y puntera en el uso de la desalación como principal medio en el abastecimiento agrícola e industrial.

La gestión y aprovechamiento del agua forma parte de la historia y el patrimonio hidráulico de las Islas Canarias, existen unos vínculos históricos, sociales y afectivos en toda la sociedad canaria difíciles de comparar con otro lugar del mundo. La economía y progreso que disfrutan actualmente los habitantes de las Islas no se podría entender sin el desarrollo de unas técnicas singulares para captar y aprovechar hasta la última gota de agua extraída de las entrañas de la tierra. Esa evolución en el aprovechamiento del agua ha seguido hasta nuestros días, con la producción industrial de agua a través de la desalinización del agua del mar. Sobre todo, en las islas donde los recursos naturales no daban más de sí por un crecimiento (urbano y turístico) y la demanda de recursos hídricos que crecía año tras año [11].

Concluida la conquista durante finales del siglo XV, se procede al reparto tanto de tierras como de sus aguas, condicionado a obligaciones que favorecían el poblamiento, autorizándose así la privatización de la tierra con su correspondiente agua de riego. Los beneficiados con tierras de riego se convirtieron en grandes propietarios, que pasaron a conformar el grupo dominante en la sociedad canaria. Desde entonces, las heredades de agua o heredamientos aglutinarán a los propietarios del agua, denominados como **aguatenientes**, germen de la futura oligarquía isleña. Hasta el siglo XIX, los recursos utilizados eran las aguas superficiales, tanto de nacientes como corrientes estacionales [15].

Desde principios del siglo XIX, con la reforma agraria liberal, se inicia una ofensiva de los poderes públicos para terminar con la hegemonía de los heredamientos sobre la propiedad del agua: esto fue origen de una importante conflictividad social, protagonizada por los propietarios rurales. A lo largo de dicho siglo, se aprueban sucesivas normativas que intentan regular la propiedad del agua, hasta que en 1879, surge la Ley de Aguas que se mantendría vigente en sus aspectos básicos hasta 1985. Esta Ley permite el acceso de la iniciativa privada a la posesión de importantes caudales, al tiempo que reconoce el derecho de los propietarios privados a explotar los recursos del subsuelo de sus fincas. A partir de ese momento, se inicia el proceso de alumbramientos de agua mediante la excavación de galerías y pozos, acompañado por la construcción de la infraestructura para su canalización [15].

Por último, quiero hacer referencia a una peculiaridad de la ley de aguas de Canarias. La privatización del recurso es algo muy común en el archipiélago, donde es posible comprar manantiales y otras fuentes de agua para poder comerciar con ella sin la necesidad de concesiones. El concepto de agua-tenientes, actualmente muy lejano en el resto de España, sigue existiendo en las Islas.

La Ley autonómica de 1990, define el marco legal actual en materia de aguas para Canarias, regulando las aguas terrestres superficiales y subterráneas, cualquiera que sea su origen, así como la organización administrativa: desde el Gobierno de Canarias a los Consejos Insulares de Aguas, organismos adscritos a los Cabildos. Esta Ley regula el régimen de concesiones y autorizaciones, la captación y alumbramiento y el transporte del agua, todos ellos elementos de gran importancia en el pasado, pues el poder de los aguatenientes residía en la propiedad tanto de los recursos como de la red de transporte. La nueva realidad, consecuencia directa de la sobreexplotación de los acuíferos, contempla la obtención de agua con novedosas tecnologías como la desalación, lo que ha relativizado la importancia de la propiedad privada sobre los recursos hídricos [15].

Los Consejos Insulares de Aguas de cada isla son organismos que se encarga de suministrar el agua potable en gran parte de la Isla así como el mantenimiento y el control de las instalaciones hidráulicas.

Debido a la orografía de cada Isla y su idiosincrasia, se debe garantizar un suministro que permita el desarrollo económico de la misma. Por ello, los Consejos Insulares de Aguas están en coordinación y cooperación con los ayuntamientos y comunidades de regantes de las Islas, trabajando para fomentar el consumo responsable del agua así como para la concienciación a la ciudadanía de la necesidad de su ahorro [16].

Los planes hidrológicos de las siete demarcaciones canarias se desarrollan mediante un procedimiento especial amparado por el texto refundido de la Ley de Aguas (disposición adicional novena) y por la Ley de Aguas de Canarias. Estos planes no son finalmente aprobados por el Gobierno de España, sino por el Gobierno Insular. Los planes hidrológicos de las islas Canarias aprobados actualmente que corresponden al periodo 2015-2021 son los siguientes: [17]

- Plan Hidrológico de la DH de La Gomera (Decreto 137/2018, de 17 de septiembre) [18]
- Plan Hidrológico de la DH de La Palma (Decreto 169/2018, de 26 de noviembre) [19]
- Plan Hidrológico de la DH de Tenerife (Decreto 168/2018, de 26 de noviembre) [20]
- Plan Hidrológico de la DH de El Hierro (Decreto 184/2018, de 26 de diciembre) [21]
- Plan Hidrológico de la DH de Fuerteventura (Decreto 185/2018, de 26 de diciembre) [22]
- Plan Hidrológico de la DH de Lanzarote (Decreto 186/2018, de 26 de diciembre) [23]
- Plan Hidrológico de la DH de Gran Canaria (Decreto 2/2019, de 21 de enero) [24]

Actualmente se están desarrollando los planes hidrológicos en su ciclo de planificación 2021-2027.

Los distintos planes hidrológicos de las islas establecen el siguiente orden de preferencia entre los usos del agua:

- a) Abastecimiento de la población, incluidas las industrias y otros usos de poco consumo de aguas conectadas a la red municipal.
- b) Regadíos y usos agrícolas.
- c) Usos industriales y turísticos.
- d) Usos recreativos.
- e) Otros usos y aprovechamientos.

## 2.2 Aguas Subterráneas

Las aguas subterráneas proceden de los acuíferos. Cada isla constituye un acuífero único e independiente del resto, donde el agua se extrae en su mayoría de forma artificial mediante galerías y pozos y, en menor medida, de manera natural en nacientes o manantiales. Los acuíferos en Canarias han sido sobreexplotados a lo largo de los años, llegando incluso a tener que desalar el agua extraída por su elevada conductividad eléctrica debido al descenso del nivel freático [25].

En la siguiente figura podemos observar las masas de agua subterráneas existentes en las islas Canarias.

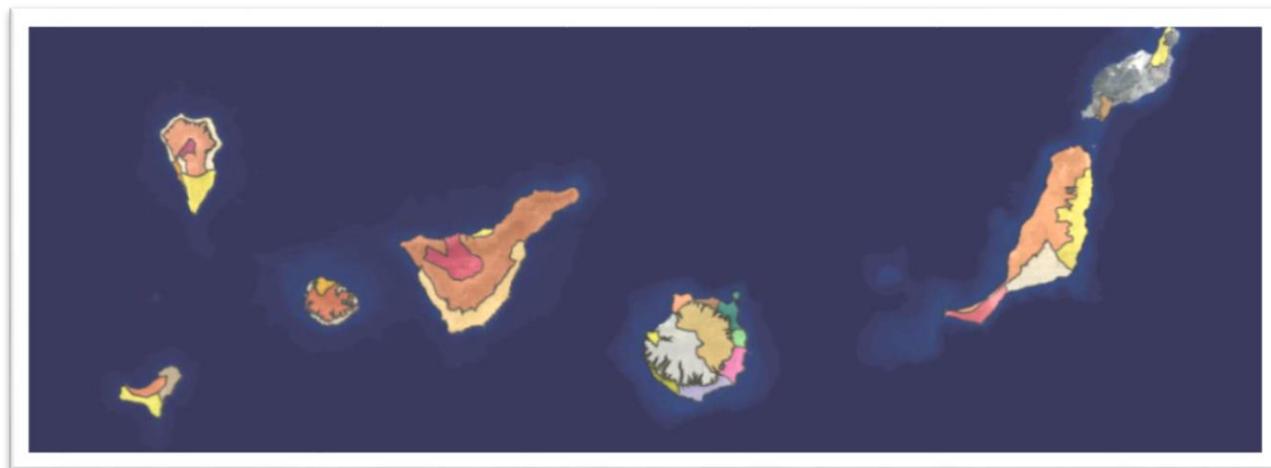


Figura 6: Masas de aguas subterráneas de las Islas Canarias.  
Fuente: Grafcan. [26]

La distribución por islas de dichas masas subterráneas son las siguientes:

Tabla 6: Masas de aguas subterráneas en la isla de Gran Canaria.  
Fuente : Plan hidrológico de Gran Canaria [24]

Código Masa	Código Europeo	Denominación	Coordenadas del centroide		Superficie (km <sup>2</sup> )
			X	Y	
ES70GC001	ES120MSBTES7 OGC001	NOROESTE	434.320	3.112.036	53,53
ES70GC002	ES120MSBTES7 OGC002	NORTE	446.629	3.111.887	35,67
ES70GC003	ES120MSBTES7 OGC003	NORESTE	456.061	3.107.712	88,71
ES70GC004	ES120MSBTES7 OGC004	ESTE	459.673	3.096.222	48,82
ES70GC005M	ES120MSBTES7 OGC005M	SURESTE	456.909	3.083.627	121,6
ES70GC006M	ES120MSBTES7 OGC006M N	SUR	443.275	3.074.198	156,3
ES70GC007M	ES120MSBTES7 OGC007M	SUROESTE	423.924	3.083.150	36,6
ES70GC008M	ES120MSBTES7 OGC008M	OESTE	422.744	3.096.444	29,54
Total					570,77

Las masas de aguas subterráneas ocupan aproximadamente el 36% de la superficie de la isla

El funcionamiento hidrogeológico de la isla de Gran Canaria se caracteriza por la existencia de un acuífero único insular, con una superficie piezométrica en forma de domo. La recarga natural se produce por infiltración de la lluvia en las zonas de cumbre y medianías, circulando preferentemente por los materiales volcánicos más recientes. La descarga se produce al mar y mediante las extracciones de pozos y galerías, que han ido sustituyendo a las descargas naturales intermedias por los manantiales (nacientes) que existían donde afloran materiales menos permeables o en valles profundos [27-29] (SPA-15, 1975; Custodio, 1978; Custodio y Cabrera, 2008).

Debido a la sobreexplotación de los acuíferos a lo largo de años, han conllevado a la mala calidad de las aguas, en las que se detectan valores de nitratos, cloruros, sulfatos y conductividad que superan los umbrales establecidos [30].

La recuperación de la calidad de los acuíferos ante los fenómenos de salinización es un proceso lento debido, en primer lugar, al gran volumen de agua afectada y, en segundo lugar, a que se requiere una cuantía considerable de entrada al acuífero de aguas con baja mineralización que ayuden a rebajar la salinidad en la masa de agua subterránea [30].

Tabla 7: Masas de aguas subterráneas en la isla de Tenerife.

Fuente : Plan hidrológico de Tenerife [20]



Código Masa	Código Europeo	Denominación	Coordenadas del centroide		Superficie (km <sup>2</sup> )
			X	Y	
ES70TF001	ES124MSBTES7 OTF001	MASA COMPLEJA DE MEDIANÍAS Y COSTA N-NE	350.675	3.135.561	318,34
ES70TF002	ES124MSBTES7 OTF002	MASA DE LAS CAÑADAS-VALLE DE ICOD-LA GUANCHA Y DORSAL	335.950	3.131.002	274,0
ES70TF003	ES124MSBTES7 OTF003	MASA COSTERA DE LA VERTIENTE SUR	344.489	3.113.901	439
ES70TF004	ES124MSBTES7 OTF004	MASA COSTERA DEL VALLE DE LA OROTAVA	347.756	3.142.589	25
Total					1056,34

Las masas de aguas subterráneas ocupan aproximadamente el 52% de la superficie de la isla

Se asume la existencia de un sistema acuífero general libre, desarrollado sobre materiales volcánicos de distinta naturaleza y composición, cuyo límite superior es la superficie freática libre y el inferior está marcado por lo que ha dado en llamarse como zócalo de baja permeabilidad [31].

La morfología de la superficie freática se asemeja a la topografía insular, aunque localmente se puede ver modificada por el efecto de las dorsales o de los valles de deslizamiento. Por su parte la posición y morfología del zócalo de baja permeabilidad está fuertemente controlada por la geología [31].

En algunas de los pozos o galerías se han detectado niveles de fluoruros que superan el valor umbral establecido para aguas de consumo humano [31]. Todas las masas de agua subterránea presenta una mala calidad en relación al balance hídrico.

*Tabla 8: Masas de aguas subterráneas en la isla de Lanzarote.*

*Fuente : Plan hidrológico de Lanzarote [23]*

	Código Masa	Código Europeo	Denominación	Coordenadas del centroide		Superficie (km <sup>2</sup> )
				X	Y	
	ES70LZ002	ES123MSBTES7 OLZ002	Los Ajaches	620172,02	3197662,06	49,01
	ES70LZ003	ES123MSBTES7 OLZ002	Famara	645163,06	3223114,74	60,85
Total						109,86

**Las masas de aguas subterráneas ocupan aproximadamente el 13% de la superficie de la isla**

La delimitación de las masas de agua subterránea ha variado desde la caracterización inicial de las mismas. En el año 2005, la Dirección General de Aguas del Gobierno de Canarias delimitó una única masa de agua subterránea en toda la isla (código ES70LZ001), formada por un acuífero principal en los Basaltos Antiguos de la Serie I, donde el comportamiento hidrogeológico está condicionado por el medio rocoso, la edad y profundidad de estas formaciones geológicas anisótropas y heterogéneas que lo constituyen. Puesto que en Lanzarote no se han declarado zonas afectadas por nitratos, y tampoco define el Plan Hidrológico Insular vigente ninguna zona en riesgo de sobreexplotación, se delimitó inicialmente una única masa de agua subterránea que comprendía toda la isla [32].

Dadas las mejoras en el conocimiento hidrogeológico de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote desarrolladas recientemente (“Definición del Modelo Conceptual de Aguas Subterráneas de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote”, desarrollado por el Consejo Insular de Aguas en Marzo de 2017), se han definido 4 formaciones acuíferas en la isla de Lanzarote, denominadas como: Mio-Plioceno de Famara, Mioceno de Los Ajaches, Pleistoceno y Holoceno y Cuaternarios Sedimentarios, sólo dos de ellas (Mio-Plioceno de Famara y Mioceno de Los Ajaches) son susceptibles de ser explotadas y, por lo tanto, están en posición de ser definidas como masa de agua según la Directiva Marco del Agua [33]. En cuanto al estado de la masa de agua, en ambos casos, presentan una buena calidad, y presentan un nivel de riesgo bajo en cuanto a posibles contaminaciones de los acuíferos [32].

Tabla 9: Masas de aguas subterráneas en la isla de Fuerteventura.

Fuente : Plan hidrológico de Fuerteventura [22]



Código Masa	Código Europeo	Denominación	Coordenadas del centroide		Superficie (km <sup>2</sup> )
			X	Y	
ES70FV001	ES122MSBTES7 0FV001	Masa Oeste	594.399	3.150.803	868,67
ES70FV002	ES122MSBTES7 0FV002	Masa Este	607.429	3.148.433	357,95
ES70FV003	ES122MSBTES7 0FV003	Masa de la Cuenca de Gran Tarajal	591.533	3.125.916	288,74
ES70FV004	ES122MSBTES7 0FV004	Masa de Sotavento de Jandía	565.650	3.108.932	136,45
Total					1651,81

Las masas de aguas subterráneas ocupan aproximadamente el 99% de la superficie de la isla

Se definen dos tipos acuíferos: insular (asociado a series antiguas) y someros (asociados a formaciones sedimentarias cuaternarias y a formaciones sedimentarias modernas). Estos acuíferos en general funcionan de forma independiente, pero en algunos puntos, por su ubicación, están conectados con el acuífero insular. Las rocas con mayor interés hidrogeológico son los Basaltos de la Serie I, que es de donde se extrae la mayor parte del agua subterránea, y los materiales aluviales de los barrancos principales [33]. En cuanto a la calidad de las aguas presentan un mal estado de la misma, en algunos casos por contaminación por nitratos y otros debido a intrusión marina.

Tabla 10: Masas de aguas subterráneas en la isla de La Palma.

Fuente : Plan hidrológico de La Palma [19]



Código Masa	Código Europeo	Denominación	Coordenadas del centroide		Superficie (km <sup>2</sup> )
			X	Y	
ES70LP001	ES125MSBTES7 0LP001	Acuífero Insular-Vertientes	219901	3181701	318,34
ES70LP002	ES125MSBTES7 0LP002	Acuífero costero	221158	3182419	175,41
ES70LP003	ES125MSBTES7 0LP003	Acuífero Complejo Basal	218725	3179946	31,80
ES70LP004	ES125MSBTES7 0LP004	Acuífero Dorsal Sur	223165	3152069	151,50
ES70LP005	ES125MSBTES7 0LP005	Acuífero Valle de Aridane-Tazacorte	214.708,99	3.169.294,95	24,04
Total					706,86

Las masas de aguas subterráneas ocupan aproximadamente el 98% de la superficie de la isla

Se asume la existencia de un sistema acuífero general libre, desarrollado sobre materiales volcánicos de distinta naturaleza y composición, cuyo límite superior es la superficie freática libre y el inferior está marcado por lo que ha dado en llamarse comozócalo de baja permeabilidad. La morfología de la superficie freática se asemeja a la topografía insular, si bien localmente puede verse modificada por el efecto ejercido por los diques o los valles de deslizamiento, que compartimentan estas masas de agua [34].

*Tabla 11: Masas de aguas subterráneas en la isla de La Gomera.*

*Fuente : Plan hidrológico de La Gomera [18]*

	Código Masa	Código Europeo	Denominación	Coordenadas del centroide		Superficie (km <sup>2</sup> )
				X	Y	
	ES70LG001	ES126MSBTES7 OLG001	Acuífero Insular	280533	3112023	199,8
	ES70LG002	ES126MSBTES7 OLG002	Acuífero costero	281693	3111146	109,4
	ES70LG003	ES126MSBTES7 OLG003	Acuífero Complejo Basal	278723	3119373	45,2
	ES70LG004	ES126MSBTES7 OLG004	Acuífero Valle de San Sebastián	290906	3109890	10,5
	ES70LG005	ES126MSBTES7 OLG005	Acuífero Valle Gran Rey	270562	3109957	3,0
	Total					

Las masas de aguas subterráneas ocupan aproximadamente el 99% de la superficie de la isla

*Tabla 12: Masas de aguas subterráneas en la isla de El Hierro.*

*Fuente : Plan hidrológico de El Hierro [21]*

	Código Masa	Código Europeo	Denominación	Coordenadas del centroide		Superficie (km <sup>2</sup> )
				X	Y	
	ES070EH001	ES127MSBTES7 0EH001	Acuífero Valle de El Golfo	201699,38	3073905,12	75,04
	ES070EH002	ES127MSBTES7 0EH002	Acuífero Valverde-zona Oriental	210412,44	3077057,91	88,90
	ES070EH003	ES127MSBTES7 0EH003	Acuífero El Julán-Zona Sur	199276,62	3068181,18	104,28
	Total					

Las masas de aguas subterráneas ocupan aproximadamente el 99% de la superficie de la isla

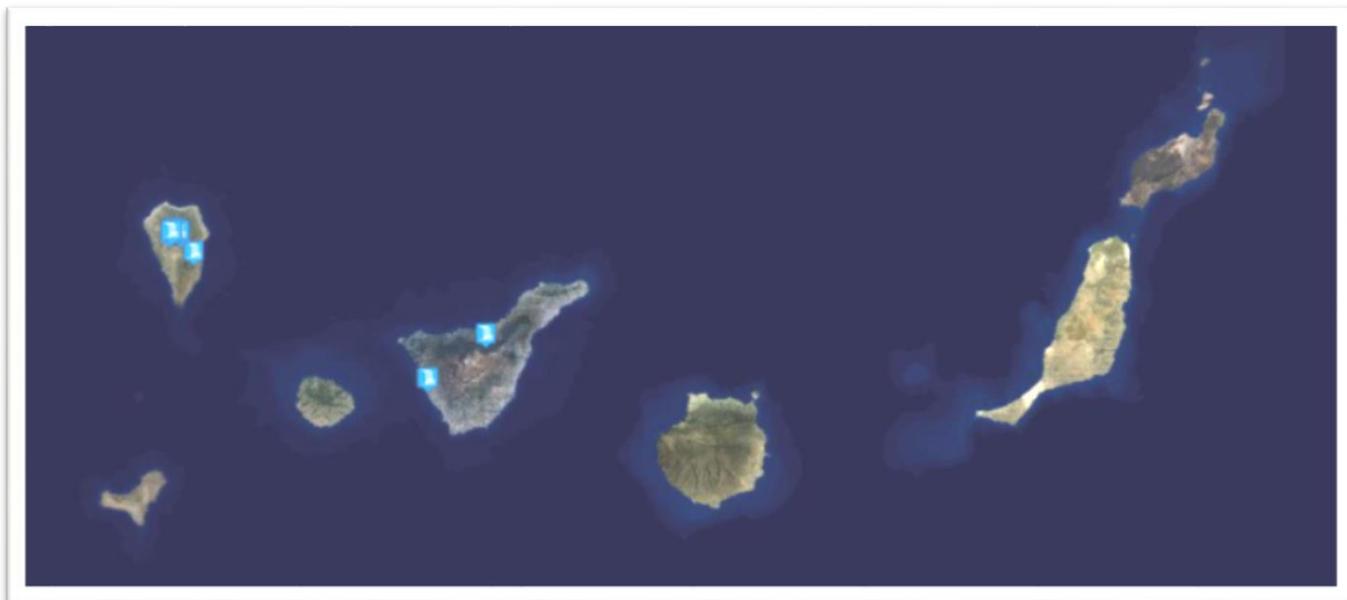
El funcionamiento hidráulico está fuertemente condicionado por la geología. Existe una zona libre y otra saturada que no parece estar limitada en profundidad. La superficie freática debe presentar, en principio, una morfología de cumbre desde el centro de la isla hacia los bordes. Sin embargo, la existencia del accidente de El Golfo intersecta la morfología original, ocasionando una doble cumbre a ambos lados del estrangulamiento que une El Golfo y Las Playas. Los puntos más elevados de estas cumbres se corresponderían con las zonas de Malpaso y Nisdafe. Por otro lado, la alta permeabilidad que proporciona a los materiales la fracturación en los ejes, ocasiona un aplastamiento del domo hídrico con pendientes hacia la costa del orden del 2‰ [35].

### 2.2.1. SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DEL AGUA

Los sistemas de extracción de agua en el archipiélago han sido tradicionalmente dos: las galerías y los pozos. [36]

Las galerías son túneles con una sola boca, denominada como bocamina y una sección media de 2 x 2 m, perforados con la intención de obtener agua. A finales del siglo XIX comenzaron a perforarse de manera artesanal, en aquellos puntos en que había evidencia de la existencia de agua subterránea; es decir, en las áreas en que ya existían manantiales naturales. Posteriormente, los trabajos de perforación se realizaban con ayuda de explosivos. Las aguas infiltradas a lo largo del tiempo, procedentes de la lluvia se acumulan en el subsuelo creando una zona saturada llamada acuífero general. Mediante una perforación ligeramente inclinada, la galería tiene como finalidad alcanzar el acuífero y extraer el líquido, que saldrá por gravedad. Normalmente, cuando se llega al objetivo se produce un alumbramiento abundante, pero luego los caudales tienden a estabilizarse [36].

Cuando se agotan las reservas de la zona de influencia, se vuelve a perforar para recuperar la producción. De esta forma, algunas galerías han alcanzado 5 y hasta 6 km. de longitud. La producción de las galerías oscila entre unos pocos litros por segundo y los dos centenares. En Tenerife, la isla que cuenta con mayor número de galerías, hay perforados unos 1600 Km de galerías distribuidos en algo más de un millar de obras. La disminución de los caudales y el retraimiento del nivel del acuífero no afecta por igual a las diferentes zonas, aunque tiende a generalizarse. También se ha confirmado una progresiva pérdida de calidad en las aguas de galería. La extracción a gran profundidad, en zonas volcánicas activas trae consigo un importante incremento en sales disueltas [36].



*Figura 7:* Ubicación de las galerías de agua en las Islas Canarias.

Fuente: Grafcan. [26]

Los pozos son perforaciones verticales, en general de forma cilíndrica y de diámetro mucho menor que la profundidad. La perforación, ayudándose de explosivos, alcanza un diámetro entre dos y tres metros permitiendo el descenso de los trabajadores que realizan la excavación. A diferencia de las galerías, que alumbran preferentemente aguas almacenadas, es decir, reservas, los pozos pretenden explotar recursos renovables, aguas que de otro modo se hubieran desaprovechado. La producción de los pozos resulta muy desigual dependiendo de la zona y estación climática. Cuando la perforación alcanza el acuífero, si las condiciones son favorables, la obra puede iniciar las extracciones. Al elevar los caudales mediante bombeo desciende el nivel del agua, provocando el flujo subterráneo hacia el pozo. El problema más importante en los pozos, es el riesgo de salinización. Cuando las extracciones son superiores a la recarga del acuífero se produce la temida intrusión marina, que contamina los caudales con agua de mar.

Por ello, para el buen aprovechamiento de las aguas subterráneas se requiere un conocimiento preciso del acuífero y sus posibilidades. Con los datos obtenidos en los respectivos Planes Hidrológicos Insulares se puede regular mejor el emplazamiento de nuevos pozos, la distancia entre ellos, el volumen más conveniente de las extracciones y, en general, una mejora de la gestión que servirá para aprovechar al máximo nuestros recursos hídricos [36].

*Tabla 12: Pozos y galerías del Archipiélago [36]*

ISLA	POZOS	CAUDAL POZOS (hm <sup>3</sup> /año)	GALERÍAS	CAUDAL GALERÍAS (hm <sup>3</sup> /año)	OBSERVACIONES
LANZAROTE	120	n. d.	7	0.146	Bajo rendimiento y problemas de salinidad
FUERTEVENTURA	≈393	n. d.	n. d.	n. d.	No hay datos precisos sobre el número de pozos y valores de extracción
GRAN CANARIA	1876	47	431	47	El volumen y la calidad del agua extraída varían según cotas
TENERIFE	393	64	1051	120	El volumen y la calidad del agua extraída varían según cotas
LA GOMERA	72	3.71	5	0.312	El aprovechamiento de recursos subterráneos es menos de la mitad del total del consumo
LA PALMA	69	n. d.	162	39.3	Más de la mitad de los pozos están abandonados
EL HIERRO	24	n. d.	6	0.175	Existen pozos con galerías y galerías en trancada (ver comentario en el texto)

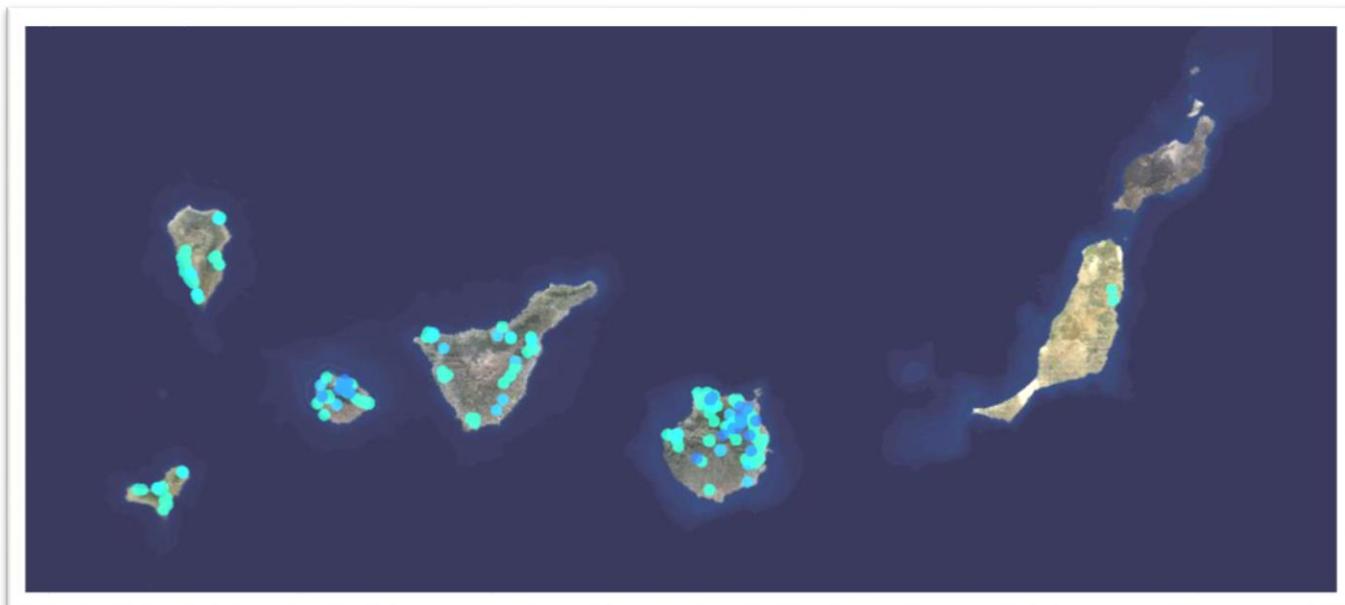
**n. d. : no disponible**

**Valores tomados y/o calculados a partir de los datos de los inventarios de los respectivos Planes Hidrológicos Insulares vigentes**

En algunos casos existen infraestructuras que combinan ambos tipos de perforaciones. Esto es habitual en la isla de El Hierro, en donde hay pozos con galerías de fondo y galerías en trancada. Los primeros son obras de captación de aguas subterráneas, abiertas con una perforación vertical (pozo) en cuyo fondo se inicia una o varias perforaciones horizontales (galerías). Por otra parte, las galerías en trancada son perforaciones que se inician en un tramo descendente, hasta alcanzar el nivel del mar, donde continúan con un tramo horizontal [36].

### 2.3 Aguas Superficiales

Las aguas superficiales no son tan importantes en El Archipiélago como lo son en el resto de España. El hecho de que en Canarias no existan ríos obliga a depender de otras fuentes como principal alternativa. Por otro lado, la elevada pendiente y permeabilidad de los terrenos de algunas islas, como Tenerife, dificulta en gran medida la construcción de embalses. Aún así, el agua superficial tiene importancia económica en algunas zonas agrícolas, donde la cosecha depende de que el agua de lluvia haga correr los barrancos. [37]



*Figura 8:* Ubicación de presas y embalsea de agua en las Islas Canarias.

Fuente: Grafcan. [26]

Existen 113 grandes presas de embalse en explotación en las Islas Canarias, 73 de ellas en Gran Canaria. La pequeña isla de La Gomera tiene 24 mientras que Tenerife sólo tiene 12: un registro en función de la ubicación perpendicular del muro a un cauce de barranco, barranquillo o cañada y a sus dimensiones según normativa vigente [altura con cimientos superior a 15 metros] [38].

#### a) Isla de Gran Canaria

En sus pocos 1.500 km<sup>2</sup> la isla de Gran Canaria, tiene 73 grandes presas, denominación que se destina solo a aquellas obras hidráulicas de retención de aguas de barrancos con más de 15 metros de altura o más de 100.000m<sup>3</sup> de capacidad. También cuenta con cerca de 800 concesiones de aprovechamientos de agua superficiales, materializadas en: tomaderos, represas o grandes presas que embalsan el agua en el propio barranco o tomaderos que la derivan a otras presas o estanques.

El Cabildo de Gran Canaria cuenta con un importante patrimonio de presas que son gestionadas por el Consejo Insular de Aguas y que le permiten almacenar 42,8 hm<sup>3</sup> de aguas superficiales [39].



Figura 9: Ubicación de presas y embalses de agua en Gran Canaria.  
Fuente: Consejo Insular de aguas de Gran Canaria

PRESAS ASIGNADAS AL Consejo		
PRESA	ALTURA TOTAL (m)	VOLUMEN MÁXIMO (m <sup>3</sup> )
Chira	32	5.640.000
Ayagaures	40	1.848.000
Gambuesa	42	1.348.000
Candelaria	25	396.000
Fataga	32	327.000
Vaquero	35	216.000
El Mulato	35	750.000
Soria*	120	15.000.000* (32.300.000)
<b>TOTALES</b>		<b>25.525.000* (42.825.000)</b>

\* Supuesto que Soria no excede de su volumen máximo histórico: 15 hm<sup>3</sup>

Figura 10: Presas gestionadas por el Consejo Insular de Gran Canaria.  
Fuente: Consejo Insular de aguas de Gran Canaria

## 2.4 Desalación

Las aguas de producción industrial tienen muchísima importancia en Canarias y su uso va en constante aumento, siendo prácticamente, en las islas más orientales, la única forma de obtener agua para la agricultura. El archipiélago canario fue una de las primeras regiones del mundo en aplicar tecnologías de desalación, casi de forma obligada, debido al elevado castigo que han sufrido Las Islas por la escasez de agua a lo largo de la historia. Es interesante ver en islas como Lanzarote como cada hotel cuenta con su propia desaladora [40].

En las Islas Canarias, existen en total 315 estaciones desaladoras para obtención de agua apta para el consumo humano así como el agua necesaria para la agricultura, entre otros usos, distribuidas en las distintas islas tal como se indica en la tabla siguiente:

*Tabla 13: Número de desaladoras en las Islas Canarias*  
*Fuente : Elaboración propia a partir de datos Consejos Insulares*

Isla	Número de IDAMs
Gran Canaria	126
Tenerife	34
Lanzarote	64
Fuerteventura	85
La Palma	-
La Gomera	1
El Hierro	5

La producción de agua desalada en las distintas islas del Archipiélago canario es la siguiente:

*Tabla 14: Producción de agua desalada*  
*Fuente : Fundación Centro Canario del agua*

m <sup>3</sup> /día	Lanzarote	Fuerteventura	Gran Canaria	Tenerife	La Gomera	El Hierro	Total
<b>Pública</b>	93.800	65.625	169.900	66.214	0	4.100	399.639
<b>Privada</b>	24.704	35.665	164.235	35.870	2.000	1.350	263.824
<b>Total (oficial)</b>	118.504	101.290	334.135	102.084	2.000	5.450	<b>663.463</b>

*Tabla 14: Producción de agua desalada (continuación)*

*Fuente : Fundación Centro Canario del agua*

Hm <sup>3</sup> /año	Lanzarote	Fuerteventura	Gran Canaria	Tenerife	La Gomera	El Hierro	Total
<b>Pública</b>	34,24	23,95	62,01	24,17	0,00	1,50	145,87
<b>Privada</b>	9,02	13,02	59,95	13,09	0,73	0,49	96,30
<b>Total (oficial)</b>	43,25	36,97	121,96	37,26	0,73	1,99	<b>242,16</b>

En el anexo I de este informe se incluye las coordenadas geográficas de las plantas desaladoras en las islas Canarias.

## 2.5 Depuración

La Directiva del Consejo del 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas constituye una de las piezas básicas de la política medioambiental de la Unión Europea. Una de las principales disposiciones de este texto es la obligación, para las aglomeraciones, de instalar un sistema de recogida de las aguas residuales obligatoriamente asociado a un sistema de tratamiento de las aguas residuales (Oficina Internacional del Agua. Comisión Europea 2001) [41]

Siguiendo las estipulaciones acotadas en la Directiva 91/271/CEE, y teniendo en cuenta la heterogeneidad poblacional y la fragmentación del territorio canario, existe una gran proliferación de plantas depuradoras en las distintas islas, encontrándose el proceso de depuración descentralizado.

Analizando los antecedentes y la situación actual de las plantas depuradoras de aguas residuales, estas se han caracterizado en función de los siguientes factores, citando entre otros [6]:

- Tipos de sistemas de tratamiento.
- Volumen de agua tratado.
- Habitantes equivalentes por municipio.
- Análisis biológico de las aguas residuales a la entrada y salida de la planta.
- Tratamiento y análisis de los fangos activos de desecho.
- Consumo energético.

Concluyendo con la composición de una matriz de trabajo, donde la clasificación de las Edars será función de su capacidad de agua a tratar, quedando de la siguiente manera [6].

- 1. Edars muy pequeñas. (< 1.000m<sup>3</sup> /día)
- 2. Edars pequeñas. (1.000-5.000m<sup>3</sup> /día)
- 3. Edars medianas. (5.000-10.000m<sup>3</sup> /día)
- 4. Edars grandes. (>10.000m<sup>3</sup> /día)

Esta clasificación se debe a la orografía y distribución de los respectivos habitantes en las islas [6].

En las Islas Canarias, existen en total 87 estaciones depuradoras de aguas residuales, distribuidas en las distintas islas tal como se indica en la tabla siguiente [6]:

*Tabla 15: Número de Estaciones depuradoras en las Islas Canarias*  
 Fuente : [6]

Isla	Número de EDARs
Gran Canaria	26
Tenerife	35
Lanzarote	8
Fuerteventura	9
La Palma	6
La Gomera	2
El Hierro	1

A continuación, se exponen una serie de gráficos en los que se sintetiza el análisis realizado. La siguiente figura corresponde a un diagrama circular que representa el volumen de agua residual tratado en el archipiélago [6].

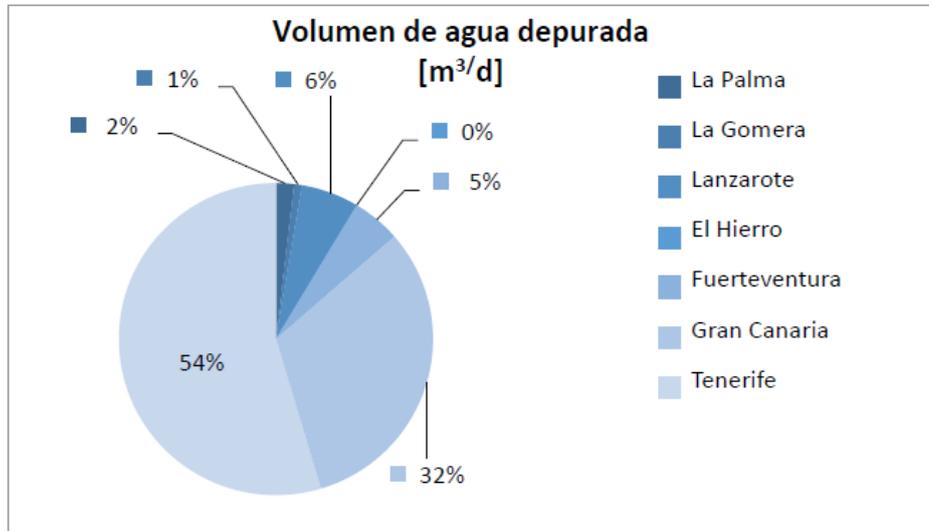


Figura 11: Agua residual tratada en cada isla del archipiélago canario.  
Fuente: [6]

Un análisis más pormenorizado se encuentra en la figura que se anexa a continuación, con el consiguiente diagrama de tablas en el que se realiza el mismo estudio, dentro de cada isla [6]:

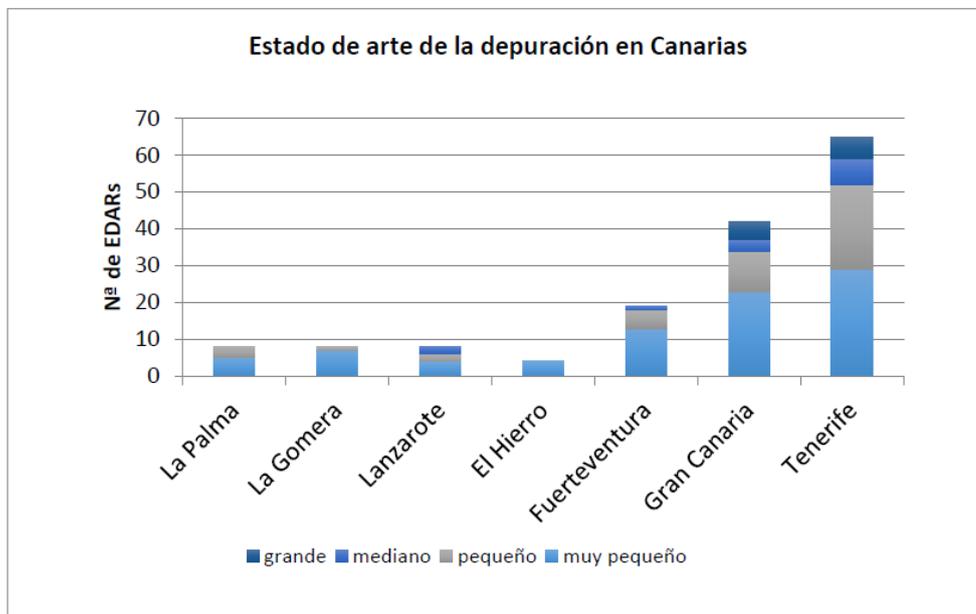


Figura 12: Análisis cuantitativo de las plantas en función de su capacidad.  
Fuente: [6]

Observando los gráficos adjuntos, se puede confirmar el hecho de que existe una gran cantidad de estaciones depuradoras con capacidades inferiores a los 1.000 m<sup>3</sup>/día; esto se debe básicamente a la aplicación de la directiva anteriormente mencionada. Le siguen las estaciones con capacidades comprendidas entre los 1.000 y 5.000 m<sup>3</sup>/día. En cuanto a las depuradoras de mediana y gran capacidad, la disminución del número de instalaciones es bastante notorio, las cuales, se encuentran situadas, en la mayoría de los casos Gran Canaria y Tenerife. No obstante, las islas de Fuerteventura y Lanzarote, poseen alguna planta de mediana capacidad. Algo fácil de explicar al encontrarse en los municipios caracterizados por una mayor demanda en el sector turístico [6].

Otro de los factores estudiados son la cantidad de habitantes que cuentan con la posibilidad de disponer de un saneamiento básico. Los resultados obtenidos en la siguiente figura corroboran los análisis anteriores [6].

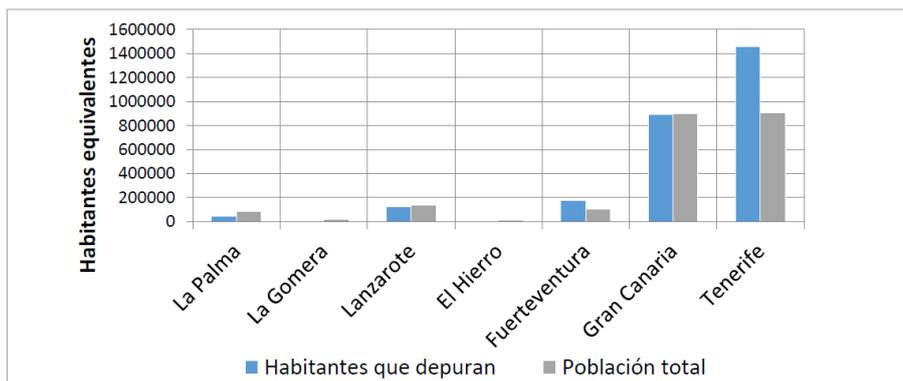


Figura 13: Análisis cuantitativo del acceso público al saneamiento.  
Fuente: [6]

Hay que tener en cuenta dentro de este examen que islas como la Palma, la Gomera, o Lanzarote, donde la población total parece ser superior al valor aportado por la población conectada a alguna planta de tratamiento de aguas residuales; de que existen otro tipo de sistemas depurativos como son los pozos filtrantes (BOC (Official Canary Islands Gazette) 2001) y las fosas sépticas (BOC (Official Canary Islands Gazette) 2002), las cuales suelen ubicarse en las zonas más descentralizadas y con un número reducido de habitantes censados dentro del territorio insular [6].

En el anexo II de este informe se incluye las coordenadas geográficas de las EDARs en las islas Canarias.

### 2.5.1 Sistemas de Depuración Natural

La Directiva 91/271/CEE fijó el 31 de diciembre de 2005 como fecha límite para que las aglomeraciones urbanas menores de 2000 habitantes equivalentes, que vertiesen a aguas continentales o estuarios y que tuvieran construidos sus colectores, sometiesen sus aguas residuales a un tratamiento adecuado. Entendiendo por tratamiento adecuado: *“el tratamiento de las aguas residuales mediante cualquier proceso o sistema de eliminación, en virtud del cual las aguas receptoras cumplan después del vertido los objetivos de calidad previstos en el ordenamiento jurídico aplicable”* [41].

Por otra parte, el RD 1620/2007 sobre reutilización de aguas regeneradas supuso un reto y una oportunidad, por un lado, la regeneración de efluentes supone una mejora de calidad en el vertido y, también, sobre el medio receptor, y por otro, la posibilidad de un incremento de los recursos hídricos existentes en las zonas de escasez, como suelen ser las áreas rurales de las islas [42].

Los Sistemas de Depuración Natural se caracterizan por recurrir a energías renovables pasivas, con lo que los costes energéticos asociados son nulos o muy reducidos (ver Tabla 1). En el caso de querer favorecer procesos aerobios y eliminar olores, entre los métodos naturales de oxigenación destacan: la fotosíntesis (realizada por las microalgas en el caso del Lagunaje), la difusión de oxígeno por las raíces de plantas emergentes (tratamiento a base de Humedales Artificiales) y la alternancia de ciclos encharcado-secado (depuración mediante: Filtros Verdes, Zanjas Filtrantes y Humedales Artificiales de Flujo Vertical) [43].

Fuente de Energía	Proceso en el SDN	Efectos destacables
Sol	Estratificación por temperatura	Creación de hábitats aerobios y anaerobios
	Radiación Ultravioleta	Desinfección/Fotodegradación
	Fotosíntesis	Producción de oxígeno Asimilación de nutrientes
Viento	Aireación en superficie	Favorece circulación del agua Incremento O <sub>2</sub> en superficie
Gravedad	Estratificación por densidad	Creación de hábitats eufóticos y afóticos
	Sedimentación	Reducción de materia orgánica en suspensión Creación de hábitat bentónico
	Flujo del agua	Circulación del agua por los distintos entornos/elementos del sistema

Figura 14: Fuentes de energía en sistemas de depuración natural.

Fuente: [43]

El proyecto DEPURANAT, cofinanciado por el Programa Interreg IIIB Atlantic Arc, desarrolló, entre 2004 y 2008, varios Sistemas de Recuperación Natural de Aguas Residuales (WWNRS) en áreas rurales y protegidas en Portugal y España. Estos proyectos fueron pioneros en Canarias en el uso de tecnologías de tratamiento de aguas residuales de bajo costo para comunidades de pequeña y mediana escala [44].

Un ejemplo de sistema de depuración natural es el empleado en Santa Lucía (Gran Canaria), que trata 10.000 m<sup>3</sup>/año obteniendo las siguientes eficiencias de reducción : 80% DBO, 75% DQO, 90% de sólidos en suspensión, alrededor del 50% de los compuestos nitrogenados [45].

En el anexo III de este informe se incluye detalle de los sistemas de depuración natural localizados en las Islas Canarias.

### 3. Recursos hídricos para la agricultura

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el riego es la actividad que más consume agua dulce en el mundo lo que representa alrededor del 70% de todas las extracciones mundiales de agua [46].

#### 3.1 Aguas regeneradas

De forma paralela, y con la directiva 91/271 en vigencia, la Unión Europea desarrolla la Directiva Marco del Agua (2000/60/CEE), que aporta un nuevo enfoque integrado de la política del agua, pues implanta a su vez una serie de condiciones más restrictivas en lo referente a los parámetros ambientales. Por lo que, en consecuencia, el Ministerio de Medio Ambiente, en colaboración con las Comunidades Autónomas, crea el Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y depuración (2007-2015). Asimismo se pretende que este Plan Nacional cumpla con el Programa Agua (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua, 2004) que nace como alternativa al trasvase del Ebro y que está dirigido a lograr una “mejora en la gestión y reutilización del agua, contribuyendo a una mejor calidad de ésta; así como de los ecosistemas asociados, incrementando la oferta de recursos hídricos obtenidos de forma sostenible y garantizando la disponibilidad del agua racionalmente necesaria” (RD 1620/2007 2007, BOE 294).

En diciembre de 2007 se aprueba en España el Real Decreto 1620/2007 donde se establece el régimen jurídico para la reutilización de las aguas, incluyendo la denominación de agua regenerada en dicha ley. Se considera agua regenerada como las aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan. En el Real Decreto, se distinguen los siguientes usos: urbano, agrícola, industrial, recreativo y ambiental y en su anexo I se recogen los criterios de calidad diferenciando según los usos aportando límites de obligado cumplimiento [42].

Tabla 16. Valores máximos admisibles según el Real Decreto 1620/2007 [42]

Usos del agua previsto		VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES			
		Nematodos intestinales Huevos/ 10L	Escherichia Coli ufc/ 100 ml	Sólidos en suspensión mg/l	Turbidez NTU
<b>USOS URBANOS</b>	Residencial	1	0	10	2
	Servicios	1	200	20	10
<b>USOS AGRÍCOLAS</b>	Calidad 2.1	1	100	20	10
	Calidad 2.2	1	1000	35	No se fija
	Calidad 2.3	1	10000	35	No se fija
	Calidad 3.1	1	1000	35	15
<b>USOS INDUSTRIALES</b>	Calidad 3.2	1	Ausencia	5	1
	Calidad 4.1	1	200	20	10
<b>USOS RECREATIVOS</b>	Calidad 4.2	No se fija	10000	35	No se fija
	Calidad 5.1	No se fija	1000	35	No se fija
<b>USOS AMBIENTALES</b>	Calidad 5.2	1	0	10	2
	Calidad 5.3	No se fija	No se fija	35	No se fija

Dentro de los usos agrícolas, se distinguen las siguientes posibilidades: Riego de cultivos con sistema de aplicación del agua que permita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles para alimentación humana en fresco (Calidad 2.1.), Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior, Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne, Acuicultura (Calidad 2.2.) y

Riego localizado de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana, Riego de cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo del agua regenerada con las producciones, Riego de cultivos industriales no alimentarios, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas (Calidad 2.3.).

En caso de riego de cultivos con sistema de aplicación del agua que permita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles para alimentación humana en fresco, además de los parámetros indicados en la tabla 7, antes del uso del agua se debe hacer una caracterización incluyendo determinaciones de parámetros tales como Boro, Relación de Adsorción de Sodio (RAS): 6 meq/L; Boro: 0.5 mg/L; Arsénico: 0.1 mg/L; Berilio: 0.1 mg/L; Cadmio: 0.01 mg/L; Cobalto: 0.05 mg/L; Cromo: 0.1 mg/L; Cobre: 0.2 mg/L; Manganeseo: 0.2 mg/L; Molibdeno: 0.01 mg/L; Níquel: 0.2 mg/L; Selenio : 0.02 mg/L; Vanadio: 0.1 mg/L.

La reutilización de aguas depuradas en España se realiza desde hace décadas, siendo uno de los países en los que está práctica está más extendida, sin embargo, en la primera década del siglo XXI no se llegaba a reutilizar más del 5% del total de las aguas residuales recogidas [8], aumentando en los últimos años hasta el 10,74 %, agua tratada en las más de 2.000 Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) españolas [47].

En Canarias, debido a ser una región con escasez de recursos hídricos, se reutilizan las aguas depuradas en varios sectores desde finales de los años 60, en la figura 1 podemos observar la evolución del volumen de agua depurada y reutilizada en el periodo desde el año 2000 hasta el año 2016 [48, 49].

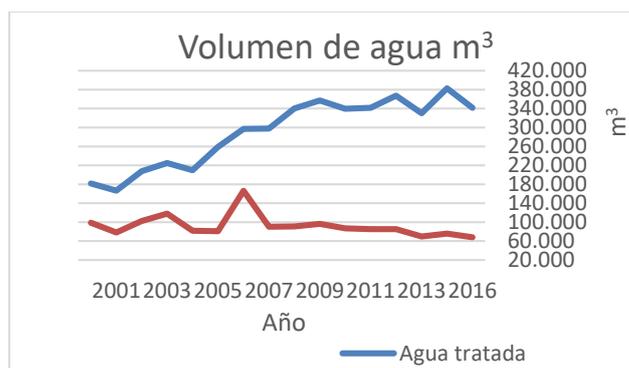


Figura 15: Evolución del volumen de agua depurada y reutilizada en las Islas Canarias (Elaboración propia a partir de datos facilitados por el Gobierno de Canarias)

Como se puede observar, a pesar de que se generan mayor cantidad de aguas tratadas en la última década, sólo aproximadamente el 20% de las aguas tratadas son reutilizadas, siendo el uso mayoritario de dicha agua el uso agrícola y riego de jardines y zonas deportivas tal como se refleja en la tabla 17 [50]:

Tabla 17: Datos estadísticos de volumen de agua residuales y reutilizadas en las Islas Canarias. (Fuente: )

	2016	2014	2013
Volumen de aguas residuales tratadas (m <sup>3</sup> /d)	341 769	382 674	330 186
Porcentaje de aguas residuales tratadas con destino al mar	77.9	79.3	78.4
Porcentaje de aguas residuales tratadas con destino a un cauce fluvial	2.1	0.6	0.5
Porcentaje de aguas residuales tratadas con destino agua reutilizada	19.8	19.9	21.1
Porcentaje de aguas residuales tratadas con destino infiltraciones al terreno	0.2	0.2	0.0
Volumen total de agua reutilizada (m <sup>3</sup> /d)	67 962	75 968	69 611
Porcentaje de agua reutilizada usada en agricultura	70.8	53.1	57.3
Porcentaje de agua reutilizada usada en industria	0.0	1.8	0.0
Porcentaje de agua reutilizada usada en jardines y zonas deportivas de ocio	27.2	36.3	42.6
Porcentaje de agua reutilizada usada en limpieza de alcantarillado y baldeo de calles	2.0	5.6	0.1
Porcentaje de agua reutilizada usada en otros usos	0.0	3.2	0.0

Nota: No se disponen de datos estadísticos correspondientes al año 2015

### 3.2 Mapas de cultivo

Cuando los recursos de agua son escasos, se limita el uso de la misma en la agricultura, por lo que es necesario buscar alternativas para la obtención de dicha agua [51].

La actividad agrícola demanda agua residual por la necesidad de un abastecimiento regular que compense la escasez del recurso, por causa de la estacionalidad o la distribución irregular de la oferta de otras fuentes de agua a lo largo del año [52].

El Mapa de cultivos de Canarias es una herramienta cartográfica desarrollada por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias, para conocer la realidad de la superficie agraria disponible del archipiélago canario. Esta herramienta se viene elaborando desde el año 1998 hasta la actualidad [53].

Existen varios mapas de cultivos de cada una de las islas, lo que permite ver la evolución temporal y espacial de las superficies cultivadas de las islas en los últimos años. Todo esto ocasiona que el Mapa de cultivos de Canarias se constituya en una herramienta básica para la toma de decisiones de la política agraria regional presente y futura, además de ser una fuente básica de cara a la preservación del suelo agrícola en el ámbito de la planificación territorial.

*Tabla 18: Superficies totales cultivadas (hectareas).  
(Fuente: ISTAC e INE )*

	<b>TOTAL</b>						
	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014
<b>CANARIAS</b>	39.412,4	40.026,7	40.864,3	39.811,5	40.063,5	42.971,6	42.747,2
<b>LANZAROTE</b>	3.378,8	3.626,7	3.694,2	3.714,5	3.824,0	3.546,2	3.433,5
<b>FUERTEVENTURA</b>	701,4	554,3	615,4	601,1	575,6	611,0	521,7
<b>GRAN CANARIA</b>	9.694,5	10.075,8	10.216,3	9.782,2	9.568,3	10.693,1	10.542,7
<b>TENERIFE</b>	16.053,8	16.096,0	16.594,9	15.867,0	16.072,6	17.975,0	18.028,5
<b>LA GOMERA</b>	864,0	894,1	890,0	954,4	1.003,4	1.044,2	1.050,5
<b>LA PALMA</b>	6.876,4	6.943,6	7.021,1	7.057,2	7.177,1	7.266,2	7.335,9
<b>EL HIERRO</b>	1.843,5	1.836,2	1.832,4	1.835,1	1.842,5	1.835,9	1.834,4

	<b>TOTAL</b>						
	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007
<b>CANARIAS</b>	41.603,4	40.312,7	40.524,6	41.539,6	41.613,6	51.570,3	51.595,2
<b>LANZAROTE</b>	3.460,4	3.423,0	3.337,0	3.548,0	3.790,0	4.505,0	4.416,5
<b>FUERTEVENTURA</b>	541,6	778,0	571,0	453,0	480,0	480,2	441,4
<b>GRAN CANARIA</b>	9.259,8	8.263,0	9.002,0	9.132,0	9.208,0	9.568,3	9.954,7
<b>TENERIFE</b>	17.753,2	17.365,7	17.106,9	16.924,9	16.792,1	23.741,9	23.709,0
<b>LA GOMERA</b>	1.074,9	1.032,2	1.077,0	1.073,0	1.044,2	1.371,1	1.373,7
<b>LA PALMA</b>	7.315,0	7.264,3	7.265,9	7.197,0	7.114,6	8.495,4	8.297,5
<b>EL HIERRO</b>	2.198,5	2.186,5	2.164,8	3.211,7	3.184,7	3.408,4	3.402,4

*Tabla 19: Relación entre Superficies totales cultivadas y la superficie de cada isla (hectareas).  
(Fuente: Elaboración propia )*

	<b>Superficie Cultivada</b>	<b>Superficie total</b>	<b>% ocupación</b>
<b>CANARIAS</b>	39.412,4	744.695	5,3
<b>LANZAROTE</b>	3.378,8	84.594	4,0
<b>FUERTEVENTURA</b>	701,4	165.974	0,4
<b>GRAN CANARIA</b>	9.694,5	156.010	6,2
<b>TENERIFE</b>	16.053,8	203.438	7,9
<b>LA GOMERA</b>	864,0	36.976	2,3
<b>LA PALMA</b>	6.876,4	70.832	9,7
<b>EL HIERRO</b>	1.843,5	26.871	6,8

Tabla 20: Superficies cultivadas destinadas a regadío(hectareas).  
(Fuente: ISTAC e INE )

TOTAL							
	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014
<b>CANARIAS</b>	11.350,0	12.530,6	12.769,4	13.271,9	13.730,5	15.964,6	16.096,3
<b>LANZAROTE</b>	2.443,7	2.895,1	2.859,6	2.977,6	2.937,6	2.781,0	2.706,1
<b>FUERTEVENTURA</b>	101,3	117,0	119,0	120,6	260,9	251,5	150,8
<b>GRAN CANARIA</b>	988,4	1.566,4	1.562,7	1.677,4	1.668,8	2.026,5	2.056,4
<b>TENERIFE</b>	4.271,8	4.302,0	4.450,5	4.577,6	4.726,2	6.687,1	6.885,9
<b>LA GOMERA</b>	187,3	197,3	200,0	226,6	237,1	237,9	243,9
<b>LA PALMA</b>	1.925,9	2.022,5	2.143,6	2.235,8	2.465,6	2.552,3	2.622,5
<b>EL HIERRO</b>	1.431,6	1.430,3	1.434,0	1.456,3	1.434,3	1.428,3	1.430,7

TOTAL							
	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007
<b>CANARIAS</b>	15.768,2	15.488,7	15.168,7	16.237,2	16.324,6	25.567,4	24.551,9
<b>LANZAROTE</b>	2.728,1	2.737,0	2.631,0	2.854,0	3.044,0	3.703,5	3.500,0
<b>FUERTEVENTURA</b>	126,0	361,0	140,0	80,0	88,0	92,0	91,0
<b>GRAN CANARIA</b>	1.314,3	955,0	1.076,0	1.051,0	1.022,0	1.086,0	989,5
<b>TENERIFE</b>	6.832,7	6.693,4	6.532,0	6.439,4	6.400,9	13.020,1	12.695,2
<b>LA GOMERA</b>	257,6	247,0	285,8	286,2	283,5	609,0	610,8
<b>LA PALMA</b>	2.666,0	2.660,8	2.685,7	2.678,8	2.660,4	4.031,7	3.652,3
<b>EL HIERRO</b>	1.843,5	1.834,5	1.818,2	2.847,8	2.825,8	3.025,1	3.013,1

Tabla 21: Relación entre Superficies totales cultivadas y las destinadas a regadío(hectareas).  
(Fuente: Elaboración propia )

	Superficie Cultivada	Superficie regadío	% regadío
<b>CANARIAS</b>	39.412,4	11.350,0	28,8
<b>LANZAROTE</b>	3.378,8	2.443,7	72,3
<b>FUERTEVENTURA</b>	701,4	101,3	14,4
<b>GRAN CANARIA</b>	9.694,5	988,4	10,2
<b>TENERIFE</b>	16.053,8	4.271,8	26,6
<b>LA GOMERA</b>	864,0	187,3	21,7
<b>LA PALMA</b>	6.876,4	1.925,9	28,0
<b>EL HIERRO</b>	1.843,5	1.431,6	77,6

En cuanto a los cultivos que de mayor producción son los siguientes:

*Tabla 22: Producción agrícola en Canarias (toneladas).  
(Fuente: ISTAC e INE)*

	2020	2019	2018	2017	2016	2015
<b>TOTAL CULTIVOS HERBÁCEOS</b>	399.282,5	411.000,3	421.751,6	373.812,2	415.867,7	438.078,9
<b>CEREALES</b>	1.992,0	2.731,6	3.094,8	3.183,2	3.095,5	3.353,0
<b>LEGUMINOSAS GRANO</b>	298,7	314,8	348,7	314,4	325,4	331,0
<b>TUBÉRCULOS</b>	82.732,7	86.938,9	95.106,7	76.313,3	115.172,0	106.016,0
<b>CULTIVOS INDUSTRIALES</b>	5.150,0	4.318,3	4.120,2	3.661,6	5.379,0	3.206,0
<b>FLORES Y PLANTAS ORNAMENTALES</b>	3.608,0	5.543,5	4.607,0	4.171,3	10.316,4	12.318,8
<b>CULTIVOS FORRAJEROS</b>	19.881,6	23.627,7	25.414,6	25.056,1	27.752,2	26.260,1
<b>HORTALIZAS</b>	285.619,5	287.525,5	289.059,6	261.112,3	253.827,2	286.594,0
<b>TOTAL CULTIVOS LEÑOSOS</b>	505.754,2	481.709,0	465.407,5	503.012,3	488.627,0	466.528,5
<b>CÍTRICOS</b>	17.756,5	19.030,2	16.342,7	18.209,6	18.853,4	20.227,0
<b>OTROS FRUTALES</b>	475.254,3	450.223,0	429.820,3	467.658,6	459.511,6	427.048,5
<b>Aguacate</b>	13.293,4	11.959,1	8.879,8	11.001,1	9.427,2	10.328,0
<b>Plátano</b>	420.144,1	398.722,5	386.218,0	421.297,3	417.495,8	381.968,0
<b>Mango</b>	8.745,7	9.665,1	7.302,7	7.363,2	6.925,3	7.668,2
<b>Papaya</b>	18.318,1	15.420,2	12.244,3	12.593,3	10.516,8	12.207,3
<b>Piña tropical</b>	2.327,5	2.506,0	2.439,5	2.210,2	2.081,1	2.075,8
<b>Frambuesa</b>	55,0	23,3	43,2	43,2	2,2	2,2
<b>Otros frutos carnosos</b>	237,3	121,1	113,1	92,6	79,6	44,6
<b>VIÑEDO</b>	11.961,0	11.911,5	16.632,5	14.951,9	9.840,0	18.407,0
<b>OLIVAR Y OTROS CULTIVOS LEÑOSOS</b>	782,4	544,3	2.612,0	2.192,2	422,0	846,0
<b>Cafeto</b>	14,0	12,1	12,1	12,0	12,0	12,0

A nivel regional, el regadío sigue siendo el principal consumidor del recurso agua, por tanto, todas aquellas actuaciones que van encaminadas a mejorar la eficiencia en la gestión de este recurso tienen especial relevancia, no solo desde el punto de vista de la conservación de los acuíferos, sino que también desde el punto de vista de la competitividad de las explotaciones agrarias para las que el agua representa un capítulo importante en su estructura de costes.

En definitiva, la necesidad de garantizar el uso sostenible de los recursos hidráulicos, la seguridad alimentaria, el equilibrio territorial, la adaptación al cambio climático y las necesidades objetivas del sector, junto con la obligación de avanzar hacia una agricultura cada vez más sostenible y respetuosa con el medioambiente, hacen imprescindible dar un nuevo impulso a la modernización de los regadíos canarios.

El Plan de Regadíos de Canarias (PRC), se concibió como un documento de planificación estratégica que establecía los objetivos y directrices que orientaron la actuación del Gobierno de Canarias en materia de regadíos durante el período 2014-2020 [54], en el se recogen las estrategias para mejorar los sistemas de riego, y fomentar el uso de aguas regeneradas para el riego de los cultivos.

a) Isla de El Hierro

El Hierro cuenta con una serie de instalaciones de depuración. El total de tratamiento actual es de 41.248 m<sup>3</sup>/año, de los que sólo se reutiliza los 20.735 m<sup>3</sup>/año, es decir, el 50% de las aguas se emplean en la red de riego [54].

La demanda agraria calculada en base a las extracciones de agua del año 2009 con destino a la agricultura, arroja los siguientes volúmenes:

- Pozo Frontera: 684.970 m<sup>3</sup>/año
- Pozo Tigaday: 102.123 m<sup>3</sup>/año
- Pozo Los Padrones: 719.172 m<sup>3</sup>/año
- Galería Tacorón: 100.000 m<sup>3</sup>/año

TOTAL: 1.606.165 m<sup>3</sup>/año

En previsión de consumos al año 2027, el mencionado estudio indica que el porcentaje de la demanda agraria respecto al total se mantendrá o se reducirá ligeramente, del orden de un 2%, aunque el consumo previsto se eleva a los citados 2,0 hm<sup>3</sup>/año.

## 4. Referencias

- [1] Bosque Maurel, Joaquín and J. Vila Valenti. 1990. "Geografía De España." Ariel, Barcelona, 10.
- [2] Gobierno de España.  
[https://administracion.gob.es/pag\\_Home/espanaAdmon/comoSeOrganizaEstado/ComunidadesAutonomas.html](https://administracion.gob.es/pag_Home/espanaAdmon/comoSeOrganizaEstado/ComunidadesAutonomas.html). Fecha de consulta: 31 de mayo de 2021
- [3] Morales Matos, Guillermo. 2001. "Las Islas Canarias ¿Una Región Aislada?". Boletín de la A.G.E. N.32: 155
- [4] Parlamento Europeo. 2016. "Tratado De Funcionamiento De La Unión Europea (TFUE). Artículos 349 Y 355. Las Regiones Ultraperiféricas (Rup). Fichas Técnicas Sobre La Unión Europea".
- [5] Instituto nacional de estadística (INE). Gobierno de España. "Revisión Del Padrón Municipal a 1 de Enero de 2020". Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021, <http://www.ine.es>.
- [6] Gamero, B. D. R. (2018). *Mitigación del cambio climático en el ciclo integral del agua : aplicación al proceso de tratamiento de aguas residuales*.
- [7] Instituto Canario de estadística (ISTAC). Gobierno de Canarias. Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021. <http://www.gobiernodecanarias.org/istac/>
- [8] Gran enciclopedia virtual de Canarias.  
[https://www.gevic.net/info/contenidos/mostrar\\_contenidos.php?idcat=22&idcap=91&idcon=526](https://www.gevic.net/info/contenidos/mostrar_contenidos.php?idcat=22&idcap=91&idcon=526) Fecha de consulta: 31 de mayo de 2021

- [9] Ambientum. El consumo de agua en porcentajes. Fecha de consulta: 31 de mayo de 2021. [https://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/aguas/el-consumo-de-agua-en-porcentajes.asp](https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/el-consumo-de-agua-en-porcentajes.asp)
- [10] *Sostenibilidad para todos. Ranking de los países con mayor estrés hídrico. Fecha de consulta: 3 de junio de 2021.* <https://www.sostenibilidad.com/agua/ranking-paises-mayor-estres-hidrico>
- [11] Aqualia. Los retos del agua en las Islas Canarias, Juan Carlos Santamarta Cerezal. Fecha de consulta: 4 de junio de 2021. <https://www.iagua.es/blogs/juan-carlos-santamarta-cerezal/retos-agua-islas-canarias>
- [12] Portal de medio ambiente. Gobierno de Canarias. El agua en Canarias. Fecha de consulta: 4 de junio de 2021, [https://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/temas/calidad-del-agua/el\\_agua\\_en\\_canarias/recursos\\_hidricos/el\\_agua\\_en\\_canarias/](https://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/temas/calidad-del-agua/el_agua_en_canarias/recursos_hidricos/el_agua_en_canarias/)
- [13] Silva Jorge, Torres Patricia, Madera Carlos. Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. Una revisión. Revista Agronomía Colombiana 26 (2), 347-359 (2008)
- [14] World Health Organization – WHO. WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume II: Wastewater use in agricultura. France: WHO, 222 p, 2006
- [15] Portal de medio ambiente. Gobierno de Canarias. Propiedad y gestión del agua en Canarias. Fecha de consulta: 4 de junio de 2021, [https://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/temas/calidad-del-agua/el\\_agua\\_en\\_canarias/recursos\\_hidricos/propiedad\\_y\\_gestion\\_del\\_agua/](https://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/temas/calidad-del-agua/el_agua_en_canarias/recursos_hidricos/propiedad_y_gestion_del_agua/)
- [16] Consejo insular de Aguas La Gomera.
- [17] Gobierno de España. Planes hidrológicos vigentes. Fecha de consulta: 4 de julio de 2021. [<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/planificacion-hidrologica/planes-cuenca/default.aspx>]
- [18] DECRETO 137/2018, de 17 de septiembre, por el que se aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de La Gomera. BOC BOC Nº 190. Lunes 1 de Octubre de 2018 - 4430
- [19] DECRETO 169/2018, de 26 de noviembre, por el que se aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de La Palma. BOC Nº 237. Viernes 7 de Diciembre de 2018 - 5637
- [20] DECRETO 168/2018, de 26 de noviembre, por el que aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de Tenerife. BOC Nº 250. Jueves 27 de Diciembre de 2018 - 6017
- [21] DECRETO 184/2018, de 26 de diciembre, por el que aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de El Hierro. BOC Nº 252. Lunes 31 de Diciembre de 2018 - 6088
- [22] DECRETO 185/2018, de 26 de diciembre, por el que aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de Fuerteventura. BOC Nº 252. Lunes 31 de Diciembre de 2018 - 6089
- [23] DECRETO 186/2018, de 26 de diciembre, por el que aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote. BOC Nº 252. Lunes 31 de Diciembre de 2018 – 6090

- [24] DECRETO 2/2019, de 21 de enero, por el que aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de Gran Canaria. BOC Nº 17. Viernes 25 de Enero de 2019 - 327
- [25] Escuela de Organización industrial. Master en ingeniería y gestión del agua. Extraído de <https://www.eoi.es/blogs/magua/recursos-hidricos-en-canarias/>
- [26] GRAFCAN. "Sistema De Información Territorial De Canarias. IDECanarias.", accessed 03/22, 2021, <http://visor.grafcan.es/visorweb/>.
- [27] SPA-15, 1975. MOP-UNESCO (1975). Estudio científico de los recursos de agua en las Islas Canarias (SPA/69/515). Centro de Estudios Hidrográficos-Servicio Geológico de Obras Públicas. Las Palmas de Gran Canaria-Madrid.
- [28] Custodio, E. (1978). Geohidrología de formaciones e islas volcánicas. Centro de Estudios Hidrográficos. Publ. 128, MOPU. Madrid: 1-303.
- [29] Custodio, E. y Cabrera, M.C. (2008). Síntesis de la hidrogeología de las Islas Canarias. Geo-Temas. Vol. 10. 785-788.
- [30] PLAN HIDROLÓGICO Y PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN. Ciclo de Planificación 2021-2027 ESTUDIO AMBIENTAL ESTRATÉGICO. Demarcación Hidrográfica ES120 Gran Canaria. Junio 2021
- [31] PLAN HIDROLÓGICO de Tenerife. Ciclo de Planificación 2015-2021. Demarcación Hidrográfica ES124 Tenerife. Noviembre 2018
- [32] PLAN HIDROLÓGICO de Lanzarote. Ciclo de Planificación 2015-2021. Demarcación Hidrográfica ES123 Lanzarote. Noviembre 2018
- [33] 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 Diario Oficial nº L 327 de 22/12/2000 p. 0001 - 0073
- [34] PLAN HIDROLÓGICO de Fuerteventura. Segundo ciclo de planificación 2021-2027. Demarcación Hidrográfica ES122 Fuerteventura. Agosto 2019
- [35] Estudio ambiental estratégico El Hierro
- [36] pozos y galerías [[https://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/temas/calidad-del-agua/el\\_agua\\_en\\_canarias/recursos\\_hidricos/pozos\\_y\\_galerias/](https://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/temas/calidad-del-agua/el_agua_en_canarias/recursos_hidricos/pozos_y_galerias/)]
- [37]
- [38] Aqualia. Grandes presas en explotación en Tenerife. <https://www.iagua.es/blogs/jaime-j-gonzalez-gonzalvez/grandes-presas-explotacion-tenerife-islas-canarias>
- [39] Consejo Insular de aguas. Presas de Gran Canaria, un legado formidable. Fecha de consulta: 3 de octubre de 2021. [http://www.aguasgrancanaria.com/presas/listado\\_ubicacion.php](http://www.aguasgrancanaria.com/presas/listado_ubicacion.php)
- [40] León Zerpa, F.A. Eficiencia energética en plantas de desalinización por ósmosis inversa de agua de mar. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.2021.
- [41] Directiva del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. DOCE» núm. 135, de 30 de mayo de 1991, páginas 40 a 52
- [42] Real Decreto 1620/2007 De 7 De Diciembre, Por El Que Se Estable El Régimen Jurídico De La Reutilización De Las Aguas Depuradas. (2007): BOE 294.
- [43] Informe divulgativo sobre experiencias y resultados en la aplicación de Sistemas de Depuración Natural (SDN) de aguas residuales. Departamento de Agua División de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica (ITC). marzo 2017

- [44] Vera, L., Martel, G., Gutiérrez, J., Márquez, M., Abreu Acosta, N., Salas, J.J., Sardón, N., Herrera, J.A., Aguiar, M.E., Rexachs, J.A., Brito, A.G., Nogueira, R., Ribeiro, D., Martins, G., Cunha, J., 2008. Evaluación de los Sistemas de Depuración Natural. In: Gestión sostenible del agua residual en entornos rurales. PROYECTO DEPURANAT. NETBIBLO, S.L., La Coruña, Spain, pp. 101–155.
- [45] L. Vera, G. Martel, M. Márquez, Two years monitoring of the natural system for wastewater reclamation in Santa Lucía, Gran Canaria Island, Ecological Engineering, Volume 50, 2013, Pages 21-30, ISSN 0925-8574,
- [46] WHO, “World Health Organization — Water”, Fact Sheet 391[Online]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/en/2014> (Accessed: 05-Aug-2014).
- [47] El agua en la economía circular: Un análisis del estado de la cuestión a partir de indicadores. Pilar Gracia-de-Rentería, Amelia Pérez Zabaleta y Mario Ballesteros Olza Cátedra Aquae de Economía del Agua, UNED. CONAMA 2018.
- [48] Datos estadísticos sobre el agua en Canarias. Indicadores sobre suministro y tratamiento de agua. <http://www.gobiernodecanarias.org/istac/jaxi-istac/menu.do?uripub=urn:uuid:4c80614c-ee5b-4f77-aab5-564ec7675fe9>. Accessed date: 26 september 2019.
- [49] J. Vaswani Rebozo F. Noval Toyos, J.R. Sánchez Ramírez, B. Peñate Suárez, Application of reverse osmosis to the regeneration of wastewater in the Southeast of the Island of Gran Canaria (Spain). Desalination and water treatment, Volume 208 (2020) 70–78
- [50] Datos estadísticos sobre el agua en Canarias. Indicadores sobre aguas residuales. <http://www.gobiernodecanarias.org/istac/jaxi-istac/menu.do?uripub=urn:uuid:4c80614c-ee5b-4f77-aab5-564ec7675fe9>. Accessed date: 26 september de 2019.
- [51] Quist-Jensen C.A., Macedonio F., Drioli E.. Membrane technology for water production in agricultura: Desalination and wastewater reuse. Revista Desalination 364 (2015) pp 17-32
- [52] Lara J.A. y Hernández A., 2003. Reutilización de aguas residuales: aprovechamiento de los nutrientes en riego agrícola. Seminario internacional sobre métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales. Instituto Cinara, Universidad del Valle, pp. 237-242.
- [53] Consejería de agricultura, ganadería y pesca. Gobierno de Canarias. [https://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/temas/mapa\\_cultivos/](https://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/temas/mapa_cultivos/).
- [54] Plan de regadío de Canarias, 2014-2020- Dirección general de agricultura y desarrollo rural. Gobierno de Canarias. Mayo 2014.



## ANEXO I: Ubicación de las IDAMs en las Islas Canarias



**MITIMAC**  
MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO A TRAVÉS  
DE LA INNOVACIÓN EN EL CICLO DEL AGUA  
MEDIANTE TECNOLOGÍAS BAJAS EN CARBONO

IDAMs. Isla: Lanzarote.



## **ANEXO II: Ubicación de las EDARs en las Islas Canarias**

## EDARs en la isla de Gran Canaria

EDAR	CAUDAL H.E.	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
BARRANCO SECO II	200.749	458.039,68	3.106.966,87
SURESTE(AGÜIMES)	134.000	459.870,55	3.080.685,07
EL TABLERO (SBT)	64.941	442.545,73	3.072.529,23
TELDE(HOYA DEL POZO)	80.000	462.676,52	3.097.235,15
JINAMAR (TELDE)	42.335	461.807,70	3.100.199,11
ARGUINEGUIN(MOGAN)	11.502	434.666,37	3.076.998,73
GUIA-GALDAR	31.481	442.293,74	3.113.103,70
MOTOR GRANDE(ARUCAS)	25.247	448.650,86	3.112.950,29
MOGAN PLAYA	7.150	425.863,41	3.078.793,69
TAMARACEITE	5.191	454.189,25	3.109.510,76
SAN NICOLAS	7.372	419.961,26	3.097.576,83
TEROR	9.647	447.802,54	3.105.470,10
PLAYA DEL CURA(MOGAN)	2.600	427.564,82	3.075.017,10
AGAETE	5.626	427.686,07	3.103.124,98
TENOYA	6.884	451.816,08	3.110.712,32
VALSEQUILLO	8.400	453.350,18	3.096.141,07
FIRGAS	4.457	445.736,90	3.111.941,58
EL FONDILLO(SASNTA BRIGIDA)	5.257	456.059,66	3.104.621,78
GANDO	3.947	462.062,33	3.091.703,23
BAÑADEROS(ARUCAS)	4.871	448.100,89	3.113.409,50
CABO VERDE	4.131	442.804,26	3.112.376,56
SAN MATEO	6.500	448.028,56	3.098.478,44
TAURITO(MOGAN)	3.300	426.659,94	3.078.205,79
BARRANCO VERGA	3.000	431.902,48	3.072.959,80
BAHIA FELIZ(SBT)	3.284	445.448,11	3.071.596,12

### EDARs en la isla de Lanzarote

EDAR	CAUDAL H.E.	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
ARRECIFE	52.600	639.986,37	3.205.661,93
TIAS	33.000	632.101,84	3.202.447,71
COSTA TEGUISE	30.100	644.599,23	3.209.581,81
PAPAGAYO(YAIZA)	0	615.021,31	615.021,31
PLAYA BLANCA(YAIZA)	15.260	615.988,52	3.195.077,01
LA SANTA(TINAJO)	2.000	629.481,94	3.220.142,74
HARIA	4.000	648.957,57	3.224.938,32
MONTAÑA ROJA(YAIZA)	2.000	611.047,71	3.195.069,28

### EDARs en la isla de Fuerteventura

EDAR	CAUDAL H.E.	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
MORRO JABLE II (PAJARA)	23.454	564.252,39	3.103.306,49
COSTA CALMA(PAJARA)	18.333	576.487,97	3.116.842,13
PUERTO DEL ROSARIO	18.334	609.415,16	3.152.519,99
GEAFOND 2 EDAR	16.000	609.580,60	3.176.123,83
MONTAÑA BLANCA(ANTIGUA)	15.416	609.235,02	3.143.678,91
GRAN TARAJAL(TUINEJE)	6.250	596.560,59	3.123.007,30
AEROPUERTO FUERTEVENTURA	3.131	610.773,15	3.145.998,54
LAS GAVIOTAS(PAJARA)	3.400	564.249,13	3.103.303,29
PLAYAS DE JANDIA	3.992	568.076,54	3.106.266,01

## EDARs en la isla de Tenerife

EDAR	CAUDAL H.E.	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
ADEJE-ARONA	238.333	332.367,33	3.108.034,96
BUENOS AIRES(SCT)	463.147	375.434,27	3.147.468,65
VALLE DE LA OROTAVA(PUERTO LA CRUZ)	72.548	346.377,15	3.143.453,01
NOROESTE(LA LAGUNA)	63.516	365.496,17	3.155.987,26
GOLF DEL SUR	21.574	342.080,42	3.100.985,27
GARACHICO	3.903	325.048,90	3.139.896,42
AEROPUERTO TF SUR GARABOTO	6.041	345.280,42	3.104.325,51
BUENAVISTA DEL NORTE	2.574	318.208,72	3.140.217,95
LA QUINTA(SANTA URSULA)	2.028	353.803,60	3.146.748,80
AMARILLA GOLF	2.433	340.646,60	3.100.827,26
ETAR DE LOS SILOS	3.248	321.917,43	3.140.485,07
ETAR DE ACORAN(SCT)	4.402	372.401,56	3.143.845,24
SAN MIGUEL(GRANADILLA)	2.450	341.398,07	3.108.153,43
ETAR DE PUNTA BLANCA(GUIA DE ISORA)	1.988	320.812,30	3.120.203,78
ETAR DE PUERTO DE SANTIAGO(SANTIAGO DEL TEIDE)	12.539	319.252,15	3.124.651,40
ETAR LOS GIGANTES(SANTIAGO DEL TEIDE)	4.546	319.272,29	3.125.789,24
ETAR DE SAN ANDRES(SCT)	4.618	383.482,04	3.153.697,63
ETAR DE SUEÑO AZUL(ADEJE)	9.750	324.635,26	3.113.345,89
ETAR DE AÑAZA(SCT)	6.603	373.260,31	3.144.739,82
ETAR DE TABAIBA	4.611	369.426,57	3.142.384,39
COMPLEJO AMBIENTAL DE ARICO	7.916	354.603,00	3.111.112,21
PARQUE LA REINA(ARONA)	3.283	336.810,89	3.103.467,90
COSTA DEL SILENCIO(ARONA)	14.640	337.660,74	3.099.434,66
LAS GALLETAS(ARONA)	6.986	337.258,67	3.099.008,66
ETAR DE CALETILLAS(CANDELARIA)	2.442	366.680,83	3.139.789,79
ETAR DE SAN BLAS(CANDELARIA)	9.610	365.800,80	3.136.793,65
ETAR PUNTA LARGA(CANDELARIA)	9.446	366.353,07	3.138.602,53
ETAR LOS ABRIGOS	4.087	343.569,90	3.101.327,30
ETAR ENSENADA PELADA	21.900	350.212,04	3.104.253,31

### EDARs en la isla de Tenerife (continuación)

EDAR	CAUDAL H.E.	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
ETAR DEL POL.IND.GRANADILLA	2.931	353.324,06	3.107.447,17
GUIA DE ISORA	6.688	323.306,54	3.120.483,16
ETAR DE LOS TARAJALES(GUIMAR)	9.796	364.537,05	3.129.843,43
PUNTA DEL HIDALGO(LA LAGUNA)	7.143	369.793,55	3.161.266,08
ETAR PLAYA SAN JUAN	11.794	321.997,11	3.118.741,78
ETAR RADAZUL	9.593	370.288,56	3.142.890,36
ETAR POL.IND.GUIMAR(ARAFO)	9.136	366.170,32	3.135.175,93

### EDARs en la isla de La Palma

EDAR	CAUDAL H.E.	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
LOS LLANOS DE ARIDANE	7.817	214.280,81	3.172.933,82
SANTA CRUZ DE LA PALMA	9.762	230.951,53	3.169.136,80
TAZACORTE(PUERTO)	1.785	212.581,30	3.173.449,17
COMARCAL BREÑAS MAZO	2.441	230.393,96	3.170.876,29S
PUERTO NAOS	2.327	215.600,55	3.165.910,64
SAN ANDRES Y SAUCES	2.345	230.252,40	3.189.416,73

### EDARs en la isla de La Gomera

EDAR	CAUDAL H.E.	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
SAN SEBASTIAN DE LA GOMERA	7.200	290.883,85	3.108.622,35
VALLE GRAN REY	5.100	269.585,94	3.110.477,64

### EDARs en la isla de El Hierro

EDAR	CAUDAL H.E.	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
VALVERDE	1.771	213.363,95	3.079.385,08



## **ANEXO III: Ubicación de los sistemas de depuración natural en las Islas Canarias**

