

## **Evolución de los cambios de uso del territorio canario en el periodo de 1990 a 2018: implicaciones para la sostenibilidad**

---

**Evolution of land use changes in the Canary Islands from 1990 to 2018: implications for sustainability**



Trabajo de Fin de Grado

**Karla Dianelis Martínez Pujol**

Tutorizado por Francisco José Ferrer Ferrer

Grado en Biología

Septiembre 2022

# Índice

Resumen .....	1
Abstract.....	1
1.Introducción.....	2
1.1. Problemática del suelo en Canarias por causas antropogénicas .....	2
1.2. Proyecto Corine Land Cover (CLC).....	3
1.3. Sostenibilidad y servicios ecosistémicos.....	5
1.3.1. Consecuencias negativas para la sostenibilidad territorial debido a los cambios de usos del territorio.....	5
1.3.2. Clasificación y agrupación de los servicios ecosistémicos .....	6
1.4. Conversión de los usos de Corine en términos de Servicios ecosistémicos...	8
2. Metodología.....	12
3. Resultados.....	13
3.1. Tendencia de los cambios de usos expresada en Hectáreas entre los años 1990 y 2018 .....	13
3.1.1. Proyección de las tendencias de los usos en el futuro.....	15
3.2.Conversión de los mapas de usos de CORINE en mapas indicadores de sostenibilidad.....	18
3.2.1. Indicadores de sostenibilidad y su proyección para el 2024 .....	20
3.3. Ganancias y pérdidas de sostenibilidad en función de los cambios de usos del territorio.....	21
4. Discusión .....	24
5. Conclusiones.....	26
6. Conclusions .....	26
7. Bibliografía.....	28

## **Resumen**

Se analiza la dinámica de la ocupación del suelo en Canarias entre 1990 y 2018 usando los datos del programa CORINE, así como las implicaciones que han tenido sobre la sostenibilidad del territorio. Para ello se lleva a cabo el análisis estadístico a partir de los datos de los mapas de ocupación del suelo por año y por isla y se determinan las ganancias, las pérdidas y los intercambios de cada categoría de ocupación del suelo y su relación con los servicios ecosistémicos. Se estudió la proyección de las tendencias de los usos del territorio y las pérdidas de sostenibilidad, tanto las que se produjeron como las que se esperan para el año 2024. Se observa durante estos 28 años un fuerte crecimiento de las zonas urbanas, un aumento algo menor de las zonas forestales y una importante disminución de las áreas dedicadas a actividades agrarias. Este tipo de trabajos facilitará en un futuro, la toma de decisiones y las estrategias a seguir, en cuanto a temas de sostenibilidad se refiere, en el archipiélago.

Palabras clave: usos del suelo, CORINE ,1990 y 2018, Canarias, sostenibilidad, servicios ecosistémicos.

## **Abstract**

The dynamics of land occupation in the Canary Islands between 1990 and 2018 are analyzed using data from the CORINE program, as well as the implications they have had on the sustainability of the territory. For this purpose, statistical analysis is carried out using data from land use maps by year and by island, and the gains, losses and trade-offs of each land use category and their relationship with ecosystem services are determined. The projection of land use trends and sustainability losses was studied, both those that occurred and those expected for the year 2024. During these 28 years, a strong growth in urban areas, a somewhat smaller increase in forested areas and a significant decrease in areas dedicated to agricultural activities were observed. This type of work will facilitate future decision-making and the strategies to be followed in terms of sustainability in the archipelago.

Key words: land use, CORINE, 1990 and 2018, Canary Islands, sustainability, ecosystem services.

## **1.Introducción**

Canarias, España y todo el planeta, están sufriendo una modificación notable de los usos y de las ocupaciones del suelo. Se trata de un fenómeno importante por muy diversas razones, que abarca desde los efectos sobre la sostenibilidad a las variaciones en la producción económica y en la calidad de vida de la población. En cualquier caso, la descripción detallada de este proceso es un paso esencial para su entendimiento y su explicación, en base a muy diversos tipos de factores (Plata Rocha et al., 2011) y a su control mediante alguna forma de Ordenación del territorio (Gómez & Barredo, 2005)

El presente trabajo pretende conocer en qué medida los cambios de usos del territorio que se han producido en Canarias, durante el periodo de 1990 al 2018, han afectado la sostenibilidad, especialmente por el estudio de los cambios en los servicios que estos presentan.

### **1.1. Problemática del suelo en Canarias por causas antropogénicas**

El suelo se considera un recurso no renovable sumamente complejo, variable, vivo y especialmente frágil en territorios insulares como Canarias. Es el soporte de otros hábitats, sirve de plataforma para actividades humanas y actúa como un proveedor de alimentos y materias primas (Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial, Suelos). En los ecosistemas y agrosistemas insulares el suelo adquiere una mayor relevancia, dada su limitación territorial y la diversidad de usos y actividades existentes, por lo que en las islas el suelo se convierte, además, en un recurso estratégico que es necesario proteger y conservar para las generaciones futuras.

La degradación del suelo se define, según la FAO- UNESCO, como “el proceso que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo (cuantitativa y cualitativamente) para producir bienes y servicios”. Si bien existen factores que favorecen la degradación paulatina del suelo, como el clima o el propio uso y manejo del suelo, es la intensa presión humana sobre el territorio la que exacerba este proceso. La agricultura intensiva, el abandono de los campos, las infraestructuras de transporte o los incendios afectan negativamente a este recurso, provocando la pérdida de la capa superficial y favoreciendo procesos tan perjudiciales como la desertificación.

Actualmente, el aumento de la población y el llamado “turismo de sol y playa”, constituyen los principales factores que provocan el consumo del territorio, paisaje y recursos, en las islas. El crecimiento y la densificación de la población hacen necesario el desarrollo de nuevas áreas urbanas, pero la elección de la ubicación no siempre es correcta, ya que muchas veces responde a intereses económicos y, como hemos visto, no tiene en cuenta los impactos ambientales. Por otra parte, la burbuja inmobiliaria y el turismo de playa que se practica en nuestras islas, han sido el motor de la construcción de viviendas, hoteles y otros espacios turísticos donde hay demanda, pero no están preparados para albergar a tanta gente, lo que hace que se aproveche el suelo perteneciente a espacios naturales y provoque un impacto ambiental y visual.

Al constituir ambos el motor económico del archipiélago y a su vez poner en peligro estos frágiles ecosistemas, se ha generado un profundo debate entre crecimiento económico y turístico, y desarrollo sostenible y conservación (Talavera & Pérez,2008). Todo esto ha puesto en evidencia una fuerte relación entre el aumento del PIB canario y la destrucción del territorio. Para que exista un verdadero desarrollo sostenible, es necesario el desacoplamiento de estas dos variables.

Por todo lo expuesto anteriormente, es de vital importancia tener información crítica sobre la ocupación del suelo. Para poder establecer políticas medioambientales adecuadas, realizar estudios socioeconómicos precisos, llevar a cabo evaluaciones de impacto ambiental o de ordenación del territorio, es necesario contar con información objetiva, precisa, armonizada y actualizada sobre el territorio que nos rodea. (Rocha & San Ginés, 2012)

## **1.2. Proyecto Corine Land Cover (CLC)**

En contexto con el presente estudio, el programa Corine Land Cover se hace muy útil para estudiar los cambios que ha sufrido el territorio de Canarias en el periodo de 1990 al 2018 y medir la sostenibilidad de esos cambios y su proyección para el futuro.

El proyecto Corine Land Cover contribuye al conocimiento de la cobertura terrestre y sus cambios, en 24 países europeos desde el año 1990. Con fecha del 27 de junio de 1985 y en virtud de una decisión del Consejo de la Unión Europea (CE/338/85), se inicia "un proyecto experimental para la recopilación de datos, la coordinación y homogeneización

de la información sobre el estado del Medio Ambiente y los recursos naturales en la Comunidad": este sería el Programa CORINE (Coordination of Information of the Environment) (Conesia Garcia, 2005).

Entre sus características están:

- Escala de Referencia: 1:100.000.
- Sistema de información vectorial con una única capa de polígonos.
- Versiones: 1990, 2000, 2006, 2012 y 2018
- Frecuencia de actualización de 6 años.
- 44 clases de ocupación del suelo estructuradas en una nomenclatura jerárquica de tres niveles (Büttner et al.,2021).

Corine puede trabajar bajo tres niveles de clasificación con el fin de precisar o generalizar las tipologías del suelo. Cinco sencillas clases de usos del suelo terminan convirtiéndose en 15 clases de nivel 2 y 44 clases de nivel 3 (Tabla 1).

Por lo tanto, los datos del proyecto CLC son, por su calidad y rigor científico, así como por el horizonte temporal que abarcan, los más adecuados para este estudio.

Mencionar que, en España se creó en base a este programa, el proyecto SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España), integrado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT), cuyo objetivo es generar una base de datos de Ocupación del Suelo para toda España (IGN,2016). Específicamente para Canarias, tenemos el GRAFCAN , fundada el 28 de diciembre de 1989, la cual realiza actividades de producción, mantenimiento y gestión de la información geográfica y territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias, siendo la responsable funcional del Sistema de Información Territorial de la Comunidad Autónoma (SITCAN).

También contamos con la IDE Canarias (Infraestructura de Datos Espaciales), la cual es un sistema informático integrado por un amplio conjunto de recursos todos ellos dedicados a gestionar la publicación de información geográfica producida por la Administración a través del Internet (IDECanarias,s.f.).

### **1.3. Sostenibilidad y servicios ecosistémicos**

El actual concepto de sostenibilidad aparece por primera vez en el Informe Brundtland, de 1987, y la define como “la gestión de los recursos para satisfacer las necesidades actuales, sin poner en riesgo las necesidades del futuro”. Esto considerando el desarrollo social, económico y el cuidado del medioambiente.

A día de hoy, el análisis de los cambios de ocupación del suelo, es una variable esencial para conocer el estado actual y las tendencias en los procesos de desarrollo que afectan a la sostenibilidad, especialmente por los servicios de los ecosistemas que presentan (Guaita et al.,2006). Esta medida puede considerarse una variable de sostenibilidad fuerte, ya que ciertos cambios, suponen un capital irremplazable y no sustituible por la irreversibilidad de los procesos.

#### **1.3.1. Consecuencias negativas para la sostenibilidad territorial debido a los cambios de usos del territorio**

La disponibilidad, nivel de ocupación y condiciones de los suelos están relacionados con algunos de los indicadores más relevantes en materia de sostenibilidad. Incide en la evaluación de la “huella ecológica”, entendida como área de terreno necesario para producir los recursos consumidos y para asimilar los residuos generados por una población, o en la “capacidad de carga”, referida al nivel máximo de explotación a que puede ser sometido un territorio sin dañar de manera permanente su productividad. (MITECO, 2009).

Los cambios en el territorio producidos en Canarias han llevado constantemente a sobrepasar esta capacidad de carga de los suelos. Algunos de los daños sobre estos, que repercuten a su vez sobre la sostenibilidad del archipiélago son:

- Pérdida de capacidad productiva de los suelos, con la presencia de procesos como el sellado del suelo, principalmente suelos agrícolas de gran productividad, zonas de huerta, y en los entornos de las áreas urbanas. También la contaminación de los mismos, por verter residuos contaminantes. Este proceso además se caracteriza por la irreversibilidad. (NOORDWIJK, 2004).

- Pérdida de calidad ambiental y valor de los ecosistemas por construcciones en el primer kilómetro de costa. El turismo de playa lleva aparejado el desarrollo de construcciones

hoteleras y viales, así como el aumento de las actividades deportivas y recreativas al aire libre, ya sea en tierra o en el agua, las cuales provocan impactos negativos sobre el medio natural.

- Crecimiento de los requerimientos hídricos actuales y futuros. (Con gran énfasis en Canarias que se considera una región sedienta, y sin ríos).
- Fragmentación del territorio, provocando la eliminación de procesos ecológicos claves para su mantenimiento y autoorganización en el tiempo.
- Modificación de los regímenes de escurrimiento, de retención y de circulación del agua y, en general, del ciclo hidrológico.
- Incremento de los cultivos de regadío en zonas con escasas potencialidades naturales, provocando la sobreexplotación y contaminación de acuíferos, importaciones de agua y pérdida de la biodiversidad por la eliminación de la heterogeneidad del territorio en los cultivos de tipo intensivo.
- Pérdida de madurez de los ecosistemas forestales
- Disminución de superficies de zonas húmedas naturales, de gran valor para la conservación por su elevada biodiversidad e importancia para el ciclo del agua, que no puede ser compensado por el aumento de láminas de agua creadas por embalses.

### **1.3.2. Clasificación y agrupación de los servicios ecosistémicos**

La medida de la sostenibilidad implica el cuantificar si las funciones y servicios de los ecosistemas se mantienen estables o por el contrario varían en el tiempo, para poder valorar las implicaciones que pueden tener sobre la sostenibilidad (Meyfroidt et al., 2022).

En cuanto al estudio de ecosistemas y servicios ecosistémicos se refiere, hay que destacar un programa muy importante a nivel mundial: la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EM). Creado con la participación de gobiernos, el sector privado, ONG y científicos, se define como un programa de trabajo internacional de cuatro años (2001-2005), diseñado para satisfacer las necesidades de información científica de los responsables políticos, sobre el vínculo entre el cambio del ecosistema y el bienestar humano.

La EM se concentra en determinar en qué medida los cambios en los servicios de los ecosistemas han afectado el bienestar humano, de qué manera los cambios en los ecosistemas pueden afectar a las personas en las próximas décadas, y qué tipos de respuestas pueden adoptarse en las escalas local, nacional o global con el fin de mejorar el manejo de los ecosistemas y, con ello, contribuir al bienestar humano y a la disminución de la pobreza.

En cuanto a los servicios proporcionados por los ecosistemas, son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, tal como se describe en la Evaluación del Milenio (MA) en términos de provisión, regulación, servicios de base y culturales. Los servicios ecosistémicos incluyen productos como alimentos, combustibles y fibras; servicios de regulación, como la regulación del clima y el control de enfermedades; y beneficios intangibles, como los de naturaleza espiritual y estética (Joseph Alcamo et al., 2003).

Según la clasificación de la EM, en base a la cual se ha trabajado, los servicios ecosistémicos se agrupan en:

- **Servicios de aprovisionamiento o abastecimiento**

Son los productos que se obtienen de los ecosistemas, entre ellos: Cultivos, Ganadería, Forraje, Pesca de captura, Acuicultura, Alimentos silvestres, Madera, Combustión de madera, Energía (Biomasa), Bioquímica /Medicina y Agua dulce.

- **Servicios de regulación**

Son los beneficios que se obtienen de la regulación de los procesos del ecosistema, incluyendo: Regulación local del clima, Regulación global del clima, Protección contra inundaciones, Recarga de aguas subterráneas, Regulación de la calidad del aire, Regulación de la erosión, Regulación de los nutrientes, Depuración del agua y Polinización.

- **Servicios culturales**

Son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas mediante enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas, incluyendo: Valores recreativos y estéticos y Valor intrínseco de la biodiversidad

## - **Servicios de apoyo**

Los servicios de apoyo son aquellos que son necesarios para la producción de todos los demás servicios de los ecosistemas. Se diferencian de los servicios de aprovisionamiento, regulación y culturales en que sus impactos sobre las personas son indirectos o se producen a muy largo plazo, mientras que los cambios en las otras categorías tienen relativamente directos y a corto plazo.

Aclarar que, en la Tabla de Corine en base a la cual se trabajó, este servicio se ha nombrado como Integridad ecológica e incluyen: Heterogeneidad abiótica, Biodiversidad, Flujos de agua bióticos, Eficiencia metabólica, Captura de exergía (radiación), Reducción de la pérdida de nutrientes y Capacidad de almacenamiento (SOM) (Figura 1).

### **1.4. Conversión de los usos de Corine en términos de Servicios ecosistémicos**

En base a la clasificación hecha por la EM, explicada anteriormente, el proyecto Corine facilita una tabla que convierte los usos del territorio en valores de servicios ecosistémicos. Las distintas categorías que componen el total del suelo ocupado tienen distinto valor para la sostenibilidad, según diversas variables tales como su valor de reemplazo, su capacidad de sustitución, los servicios ambientales que desempeñan (GROOT, 2006), etc. Por ello, esta tabla considera para cada servicio ecosistémico una serie de ítems, los cuales toman valores entre 0 y 5, para cada uno de los usos del territorio. Como el número de ítems en cada servicio es diferente, el valor de cada servicio también es diferente.



*Figura 1. Clasificación y agrupación de los indicadores de sostenibilidad, en cuatro grupos de servicios ecosistémicos, en base a la Tabla de Corine. Los números a la izquierda de cada grupo indican el valor máximo que pueden tener estos servicios ecosistémicos dentro de ese grupo. Elaboración propia.*

El grupo de servicios con el valor más alto, son los Servicios de aprovisionamiento, porque al tener 11 ítems, si lo multiplicamos por 5 nos da un valor de 55. Asimismo, para Integración Ecológica tenemos un valor de 35, para Servicios de regulación 45 y los Servicios culturales con 10 (Figura 1).

Una vez descritos los indicadores de sostenibilidad, se dio paso a la fusión de los usos del territorio y los valores de los servicios ecosistémicos para estos usos, extraídos de Corine. Por ello se tomaron las cuatro columnas correspondientes a los cuatro servicios ecosistémicos considerados y se les añadió una quinta columna, que sería el resultado de la suma de las cuatro columnas anteriores, la cual será nuestro indicador de sostenibilidad.

Así, se interpreta que, por ejemplo, el uso 241 que corresponde a Cultivos anuales asociados a cultivos permanentes, tiene un valor de 18 en Integración ecológica, pero este es un valor en base a 35 ( $18/35$ ), ya que es el valor máximo que pueden tomar el conjunto de ítems contemplados dentro de este grupo de servicios. Para los Servicios de aprovisionamiento toma valor de 21, que sería un valor de  $21/55$ , y así sucesivamente. Señalar que la columna llamada Sostenibilidad, varía entre 0 y 145 (0: si todos los valores

de los ítems en cada grupo, tuviesen valor de 0 y 145 si todos tuviesen valor de 5) (Tabla 1)

De ahora en adelante vamos a referirnos como indicadores de sostenibilidad, a los valores que tiene cada uso con respecto a los servicios ecosistémicos y al índice de sostenibilidad que se ha calculado.

Por lo tanto, los objetivos de este trabajo son:

- 1- Definir la tendencia de cambio de los usos del territorio por isla, desde el año 1990 al 2018, estimando el área ocupada en hectáreas.
- 2- Determinar los valores de los indicadores de sostenibilidad, por año y por isla y su proyección para el 2024 en términos del índice de sostenibilidad.
- 3- Establecer las ganancias y pérdidas de sostenibilidad en función de los cambios de usos del territorio.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	Integridad ecológica	Servicios de aprovisionamiento	Servicios de Regulación	Servicios culturales	SOSTENIBILIDAD	
1 SUPERFICIES ARTIFICIALES	11 Tejido urbano	111 Tejido urbano continuo	0	0	0	0	0	
		112 Tejido urbano discontinuo	7	3	0	0	10	
	12 Zonas industriales, comerciales y de transportes	121 Zonas industriales o comerciales	2	0	0	0	2	
		122 Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	4	0	0	0	4	
		123 Zonas portuarias	2	0	3	1	6	
		124 Aeropuertos	7	1	0	0	8	
	13 Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción	131 Zonas de extracción minera	4	0	0	0	4	
		132 Escombreras y vertederos	8	0	0	0	8	
		133 Zonas en construcción	3	0	0	0	3	
	14 Zonas verdes artificiales, no agrícolas	141 Zonas verdes urbanas	18	2	11	3	34	
		142 Instalaciones deportivas y recreativas	16	0	9	5	30	
	2 ZONAS AGRÍCOLAS	21 Tierras de labor	211 Tierras de labor en seco	22	21	5	1	49
			212 Terrenos regados permanentemente	21	18	5	1	45
			213 Arrozales	20	7	4	1	32
22 Cultivos permanentes		221 Viñedos	14	5	3	5	27	
		222 Frutales	21	13	19	5	58	
		223 Olivares	17	12	7	5	41	
23 Praderas		231 Praderas	24	10	8	3	45	
24 Zonas agrícolas heterogéneas		241 Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	18	21	7	1	47	
		242 Mosaico de cultivos	20	9	5	2	36	
		243 Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural	19	21	13	5	58	
		244 Sistemas agroforestales	27	14	13	3	57	
3 ZONAS FORESTALES CON VEGETACIÓN NATURAL Y ESPACIOS ABIERTOS		31 Bosques	311 Bosques de frondosas	31	21	39	10	101
	312 Bosques de coníferas		30	21	39	10	100	
	313 Bosque mixto		32	21	39	10	102	
	32 Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea	321 Pastizales naturales	30	5	22	6	63	
		322 Landas y matorrales	30	10	20	10	70	
		323 Vegetación esclerofila	21	8	7	6	42	
		324 Matorral boscoso de transición	21	5	3	4	33	
	33 Espacios abiertos con poca o sin vegetación	331 Playas, dunas y arenales	10	2	6	7	25	
		332 Roquedo	6	0	3	4	13	
		333 Espacios con vegetación escasa	9	0	3	0	12	
334 Zonas quemadas		6	0	1	0	7		
335 Glaciares y nieves permanentes	3	5	10	5	23			
4 ZONAS HÚMEDAS	41 Zonas húmedas continentales	411 Humedales y zonas pantanosas	25	7	14	0	46	
		412 Turberas	29	5	24	8	66	
	42 Zonas húmedas litorales	421 Marismas	23	2	8	3	36	
		422 Salinas	2	0	2	2	6	
		423 Zonas llanas intermareales	13	0	7	4	24	
5 SUPERFICIES DE AGUA	51 Aguas continentales	511 Cursos de agua	18	12	10	10	50	
		512 Láminas de agua	23	12	7	9	51	
	52 Aguas marinas	521 Lagunas costeras	25	16	5	9	55	
		522 Estuarios	21	17	9	7	54	
		523 Mares y océanos	15	11	13	6	45	

Tabla 1. Indicadores de sostenibilidad asociados a los usos del suelo de Corine Land Cover. Fuente: Manual CORINE Land Cover (Versión 1.0)

## **2. Metodología**

Los datos básicos de partida fueron tomados a partir de la información cartográfica digital y alfanumérica del proyecto CORINE Land Cover (disponible en el IGN (Instituto Geográfico Nacional), sobre los mapas que contenían los usos del territorio canario para cada isla en los años 1990, 2000, 2006, 2012 y 2018 (CLC 90 al CLC 18). También se hizo uso de aquellos mapas que contenían los cambios de ocupación producidos entre estos años (CLC 90-00\_CA al CLC12-18\_CA). Se empleó, además, la tabla de usos de Corine que contenían los usos del territorio en términos de indicadores de sostenibilidad.

Los programas informáticos usados fueron el QGIS, Open Office Calc, Access y Excel.

La metodología seguida fue prácticamente la misma en todos los procedimientos llevados a cabo. En una primera parte, haciendo uso de la herramienta QGIS, se convirtieron los mapas de usos del territorio, obtenidos de Corine, en mapas que reflejaron los valores de los indicadores de sostenibilidad. En otras palabras, se incluyó la tabla con los valores de sostenibilidad correspondiente a cada uso y se fusionaron para obtener los nuevos mapas relativos a los valores de sostenibilidad.

Con la tabla de atributos de los nuevos mapas, se elaboraron en Excel varias tablas a las que se les hizo la estadística. Éstas resumían la suma del área que ocupaba cada uno de los usos, dentro de cada isla y en cada periodo temporal. Este mismo procedimiento se usó para obtener los mapas con los valores de los indicadores de sostenibilidad, para todas las islas y años considerados.

Posteriormente, en Access trabajamos con las tablas obtenidas y pudimos cruzar los datos de un periodo temporal con otro (1990-2000; 2000-2006; 2006-2012; 2012-2018) para obtener y estudiar los valores de cambios de usos de un periodo al siguiente, en términos de área (ha).

En un último paso, para el cálculo de los cambios finales, en cuanto al incremento o decremento en el valor de los servicios ecosistémicos debido a los cambios de usos iniciales del territorio, se usó la fórmula de la Figura 2, tomando como base los datos obtenidos del cálculo de áreas que cambiaron de un uso a otro, durante esos 28 años.

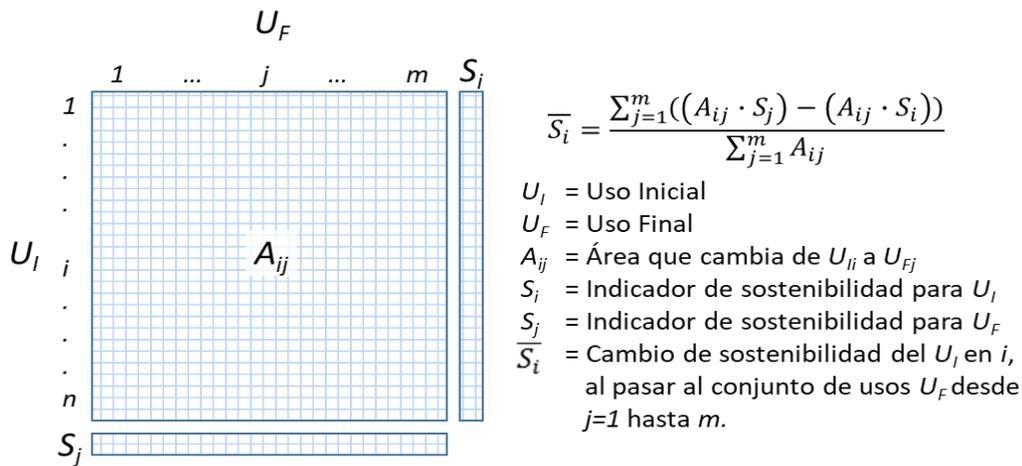


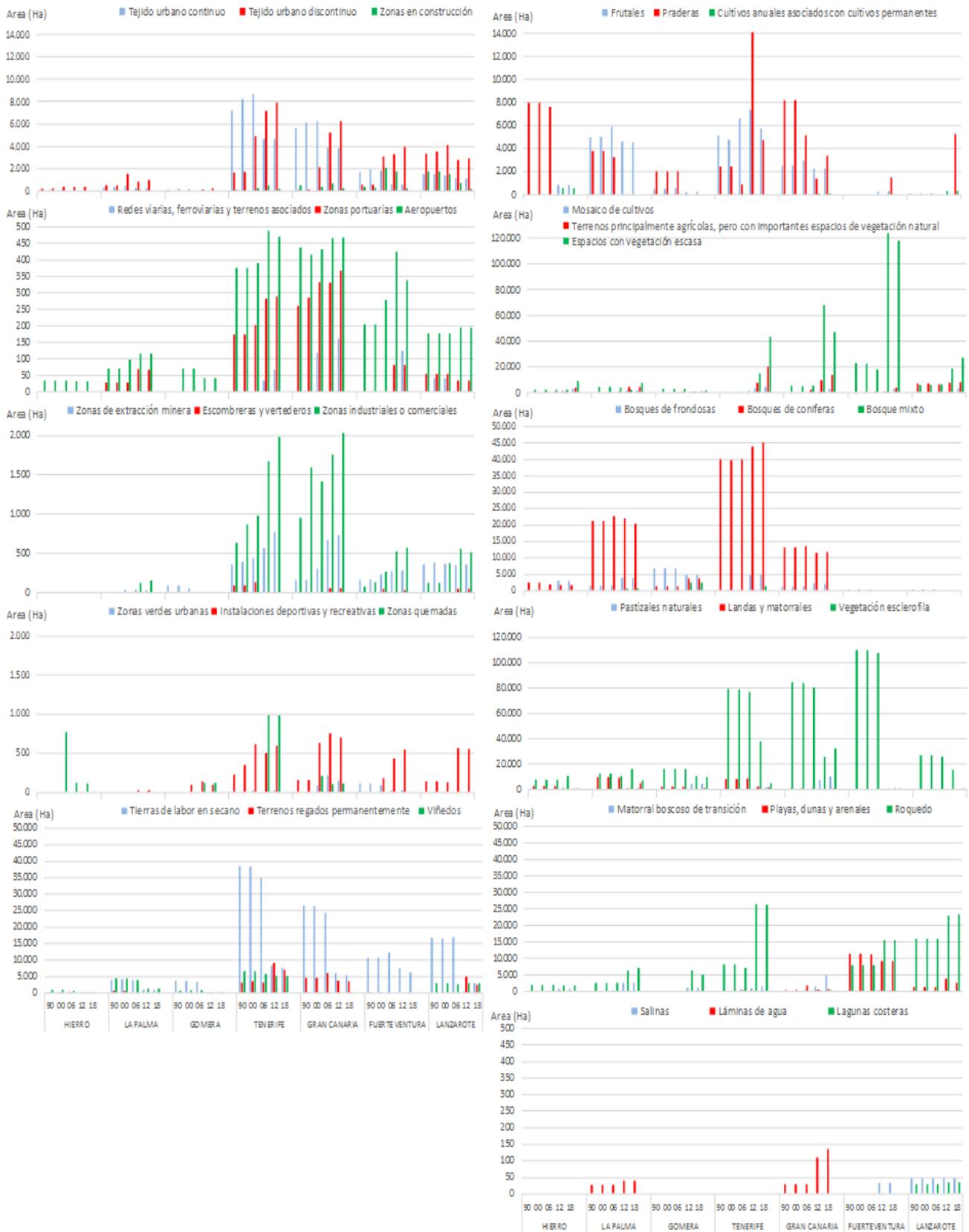
Figura 2. Cálculo de los cambios de sostenibilidad cuando cambia un uso inicial hacia uno final. A la izquierda se muestra el formato de la Tabla 3, de la que se tomaron los valores para hacer el cálculo.

### 3. Resultados

#### 3.1. Tendencia de los cambios de usos expresada en Hectáreas entre los años 1990 y 2018

En una primera descripción por isla para el periodo temporal de estudio, se obtuvieron 11 gráficas, las cuales fueron el resultado de calcular la suma de área de todos los polígonos que pertenecían al mismo para una isla, desde el año 1990 al 2018. Se interpretaron los cambios que han experimentado cada uso por periodo y por isla, en términos de su tendencia a aumentar o disminuir de área.

Interpretando las gráficas observamos que, por ejemplo, para el uso de los Aeropuertos en El Hierro los valores no tienen una tendencia muy marcada a aumentar o ganar área. En el caso de Tenerife, en los primeros años tienen unos valores un poco bajos con respecto a los últimos años, por lo que se puede afirmar que hay una tendencia a incrementar el área destinada a este uso. Lo mismo sucede en La Palma y Fuerteventura, aunque en esta última, se registra una caída de este patrón de crecimiento a partir del año 2018. En islas como La Gomera se observa una tendencia a la disminución del área para este uso.



**Figura 3. Tendencia de los usos del territorio en cada isla, para el periodo temporal del estudio. Se ha dividido en grupos de 3, en el mismo orden que se encuentran en la tabla de Corine. En las abscisas se representan las islas y los años (1990 al 2018) y en las ordenadas en valor de área en hectáreas.**

Otro uso importante es el de los Bosques de coníferas, donde se observa de manera general que, en las islas no han existido grandes variaciones en las áreas ocupadas por estas gimnospermas. El Hierro, La Palma y Gran Canarias no han tenido una tendencia definida de crecimiento, aunque se nota ligeramente una leve disminución en el área de estos bosques. En La Gomera y Tenerife si se han registrado una tendencia a aumentar el área durante este periodo, más marcada en la isla mayor, ya que es la isla con más hectáreas ocupada por este tipo de bosques y donde se ha registrado un aumento del mismo (cerca de 45000 ha). Para Fuerteventura y Lanzarote no se registran datos ya que son las islas más secas y de más baja altitud, lo que no favorece el crecimiento de este tipo de vegetación (Figura 3).

### **3.1.1. Proyección de las tendencias de los usos en el futuro**

Como resultaría muy exhaustivo seguir haciendo esta descripción pormenorizada de todos los usos por isla y año, lo que se ha calculado a partir de estas gráficas, es la tendencia a la pérdida o ganancia de área de cada uno de los usos en el periodo de estudio, para luego saber que proyección tendrán en el año 2024.

Se hizo un modelo de regresión lineal con los datos de cada uso para cada año, donde la variable independiente fue el Año (1990-2018) y la dependiente fue el Área ocupada para ese uso en cada año. Para ello se calculó la pendiente de los datos de Áreas con respecto a los Años. Posteriormente se hizo una tabla resumen con los valores de las pendientes, unidos a los niveles de clasificación de usos del suelo de Corine (Tabla 2).

Se observó que, para las Superficies artificiales, no hubo presencia de tendencias muy negativas, sino que la mayoría de ellos tuvieron una tendencia a ganancia moderada de área para este uso. Exceptuando el Tejido urbano continuo en Tenerife que presentó una tendencia a la pérdida elevada de hectáreas. Esto se puede deber a que este uso en la isla esté muy saturado.

De manera general se espera que, en el futuro, la artificialización del territorio siga en aumento. El crecimiento poblacional, la dispersión de asentamientos, las nuevas demandas de suelos industriales o comerciales y, especialmente, la actividad turística, han influido en el aumento de las superficies, y lo seguirán haciendo. Así se expone en el Informe de Coyuntura de Canarias correspondiente al año 2008.

Para las Zonas agrícolas se observaron dos grupos. El primero contiene las Praderas y los Cultivos anuales asociados a cultivos permanentes, presentando de manera semejante tendencias a la pérdida y ganancia moderada de áreas, por lo que no tuvieron una tendencia clara a disminuir. Para un segundo grupo que contiene a las Zonas agrícolas heterogéneas, parece que hay una tendencia a una ganancia muy pronunciada, estando muchos de los valores para estas categorías de uso del territorio en el intervalo considerado como de ganancias elevadas de áreas.

El hallazgo más interesante para este grupo fue que los cultivos de regadíos han aumentado, mientras que los cultivos de secano han disminuido ligeramente. De ahí, que estos cultivos que requieren el agua de lluvia, tengan una tendencia a disminuir y los terrenos regados permanentes tiendan a aumentar. Resaltar que, debido a la poca disponibilidad de agua para la agricultura, esta se destina a aquellos cultivos que poseen un alto rendimiento y producción. Asimismo, se concluyó que es evidente el abandono de zonas agrarias marginales y huertas, debido a la emigración hacia zonas turísticas y la competencia con los productos de afuera, afectando negativamente a los paisajes agrícolas tradicionales.

Para el tercer grupo de Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos, las pendientes muy negativas se concentraron en espacios de Vegetación arbustiva y o herbácea con vegetación esclerófila, con valores mayormente en la categoría de pérdidas elevadas, exceptuando los Matorrales boscosos y en transición, que en La Palma y Gran Canaria tienen una clara tendencia al aumento de área y en islas como El Hierro y La Gomera, muestran una tendencia de decrecimiento. En contraposición, los espacios abiertos con poca o sin vegetación tiene tendencias a aumentar su área, ya que la mayoría presento valores de ganancias elevadas de hectáreas para este uso.

Los resultados más destacables dentro de este grupo, evidencian que los espacios forestales y naturales tienden a mantenerse, con un ligero aumento de algunos tipos de vegetación. Estos resultados se corroboran con la información proporcionada en el Inventario Forestal Nacional (2002) elaborado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, donde se concluyó que la superficie forestal de Canarias ha aumentado en 79.000 hectáreas en 25 años..Para Zonas húmedas y superficies de agua hay escasa representación de datos por las características geográficas de las islas.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	HI	LP	GO	TF	GC	FV	LZ	
1 SUPERFICIES ARTIFICIALES	11 Tejido urbano	111 Tejido urbano continuo	3	2	3	1	2	2	2	
		112 Tejido urbano discontinuo	3	3	3	4	4	4	2	
	12 Zonas industriales, comerciales y de transportes	121 Zonas industriales o comerciales	-	3	-	3	3	3	3	
		122 Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	-	-	-	3	3	-	3	
		123 Zonas portuarias	-	3	-	3	3	2	2	
		124 Aeropuertos	2	3	2	3	3	3	3	
	13 Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción	131 Zonas de extracción minera	-	2	2	3	3	3	2	
		132 Escombreras y vertederos	-	-	-	3	3	2	3	
		133 Zonas en construcción	-	-	-	3	2	3	2	
	14 Zonas verdes artificiales, no agrícolas	141 Zonas verdes urbanas	-	-	-	2	3	2	-	
		142 Instalaciones deportivas y recreativas	-	2	3	3	3	3	3	
	2 ZONAS AGRÍCOLAS	21 Tierras de labor	211 Tierras de labor en secano	2	1	1	1	1	1	1
			212 Terrenos regados permanentemente	3	2	3	4	2	2	1
			213 Arrozales	-	-	-	-	-	-	-
22 Cultivos permanentes		221 Viñedos	2	1	2	2	2	-	3	
		222 Frutales	3	2	2	3	2	3	3	
		223 Olivares	-	-	-	-	-	-	-	
23 Praderas		231 Praderas	2	2	3	4	1	-	-	
24 Zonas agrícolas heterogéneas		241 Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	3	-	-	-	2	-	3	
		242 Mosaico de cultivos	4	2	3	4	4	4	4	
		243 Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural	4	4	3	4	4	4	3	
		244 Sistemas agroforestales	-	-	-	-	-	-	-	
3 ZONAS FORESTALES CON VEGETACIÓN NATURAL Y ESPACIOS ABIERTOS		31 Bosques	311 Bosques de frondosas	4	4	2	4	3	-	-
			312 Bosques de coníferas	2	2	4	4	2	3	3
			313 Bosque mixto	-	3	2	4	-	-	-
	32 Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea	321 Pastizales naturales	1	3	3	4	4	-	-	
		322 Landas y matorrales	1	1	2	1	2	-	-	
		323 Vegetación esclerofila	1	1	1	1	1	1	1	
		324 Matorral boscoso de transición	2	4	2	3	4	3	-	
	33 Espacios abiertos con poca o sin vegetación	331 Playas, dunas y arenales	-	-	-	-	3	1	3	
		332 Roquedo	2	4	1	4	3	4	4	
		333 Espacios con vegetación escasa	4	3	2	4	4	4	4	
		334 Zonas quemadas	2	-	3	3	2	-	-	
		335 Glaciares y nieves permanentes	-	-	-	-	-	-	-	

**Tabla 2. Tendencia de los cambios de usos expresado como pérdida o ganancia anual de área expresado en hectáreas por año para el 2024.** Los datos se han agrupado en cuatro categorías: Pérdidas elevadas (más de 90 Ha-año<sup>-1</sup> -1-), Pérdidas moderadas (entre 0 y 90 Ha-año<sup>-1</sup> -2-), Ganancias moderadas (entre 0 y 90 Ha-año<sup>-1</sup> -3-) y Ganancias elevadas (más de 90 Ha-año<sup>-1</sup> -4-)

### **3.2. Conversión de los mapas de usos de CORINE en mapas indicadores de sostenibilidad.**

Una vez calculadas las tendencias de los usos, se prosiguió a convertir los mapas de uso de CORINE en mapas de indicadores de sostenibilidad. Partiendo de los mapas que contienen la relación de usos de CORINE, en función de cada uso se le dio el valor que le correspondía según la tabla que me transforma cada uso en un valor numérico de un indicador de sostenibilidad: como Servicio de integridad ecológica, de Regulación, de Aprovechamiento y Cultural. Se incluyó también la columna con la suma de todo ellos, a la que se le llamó Sostenibilidad.

Se multiplicó el área total de la isla por el valor que tenía cada uno de los servicios ecosistémicos. Luego se hallaron los subtotales para que cada vez que cambiara la isla sumara el área de los servicios ecosistémicos. Por último, se dividió el área de cada servicio por el área total de la isla. Así, se obtuvo para cada isla el valor medio o promedio de cada servicio y el de su sostenibilidad.

Los resultados obtenidos dieron lugar a 25 mapas, que contienen información sobre los valores de los indicadores de sostenibilidad y el índice de sostenibilidad para los años 1990,2000,2006,2012 y 2018 (Figura 3 y 4).

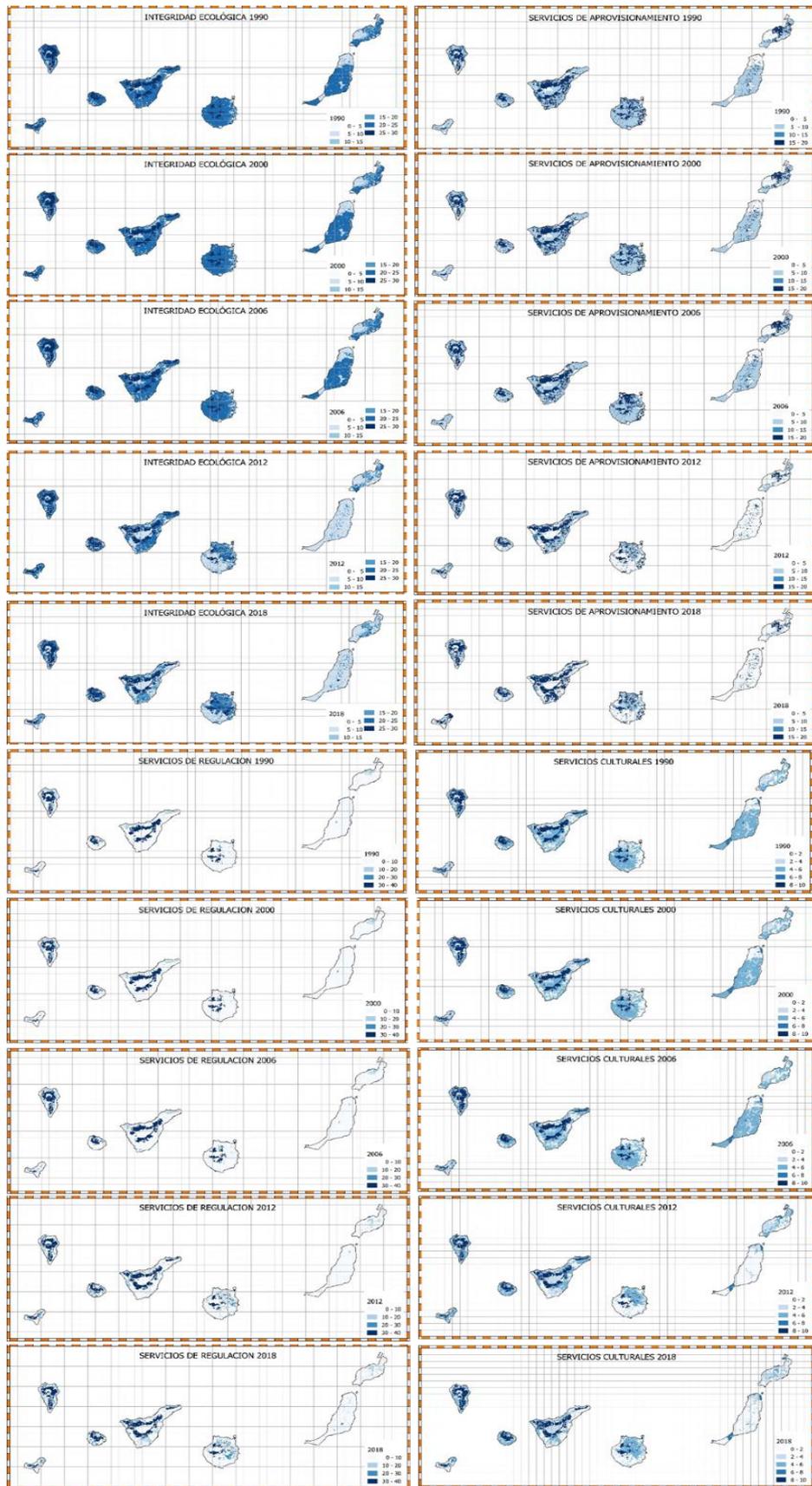
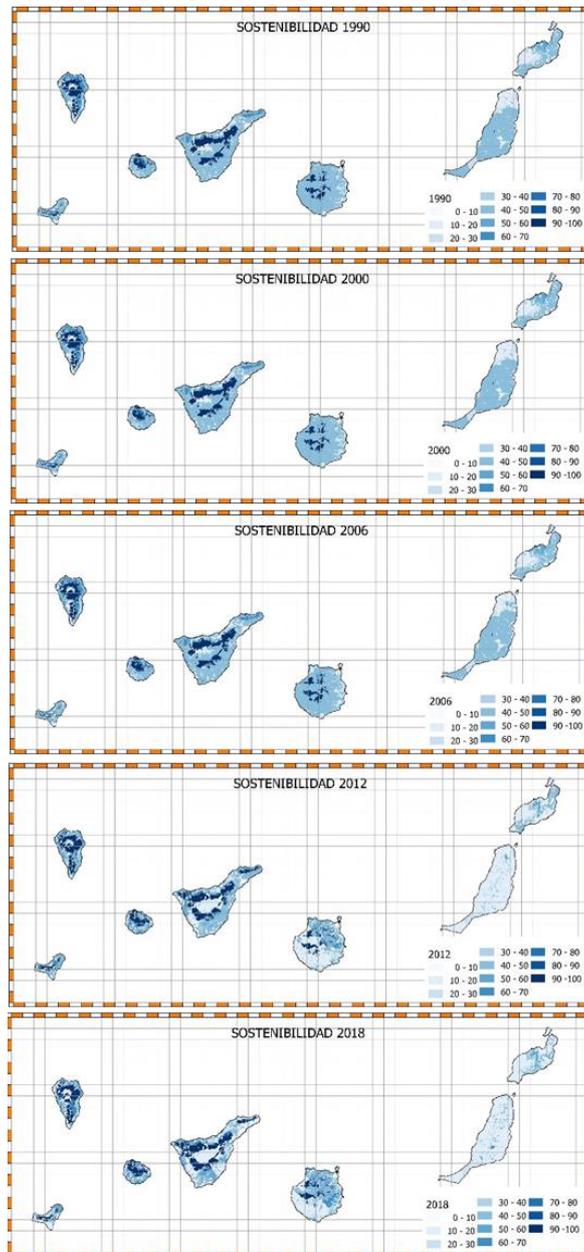


Figura 3. Cartografía de los indicadores de sostenibilidad de las islas para cada uno de los periodos temporales cubiertos por el proyecto CORINE. Se han representado los siguientes indicadores: Integridad ecológica y servicios de aprovisionamiento, regulación y culturales.



*Figura 4. Cartografía de la sostenibilidad de las islas para cada uno de los periodos temporales cubiertos por el proyecto CORINE. La sostenibilidad se ha calculado como la suma de los cuatro indicadores de sostenibilidad*

### 3.2.1. Indicadores de sostenibilidad y su proyección para el 2024

Para el año 2024 se espera que la sostenibilidad aumente ligeramente en La Palma, Tenerife, La Gomera y El Hierro, no así en Fuerteventura, Lanzarote y Gran Canaria. Señalar que este aumento de sostenibilidad mencionado, no alcanza los valores iniciales que registraban las islas hacia el año 1990. Sabiendo que el índice de sostenibilidad del Archipiélago se superó en los años 70, son aún más alarmantes estos resultados. (Figura5)

A pesar de ello, contamos con la primera isla 100 % sostenible del mundo, El Hierro, de ahí que, a pesar de su pequeño tamaño, tenga valores de sostenibilidad semejantes a las islas más grandes. Se espera que la próxima isla en cumplir esta meta sea La Gomera.

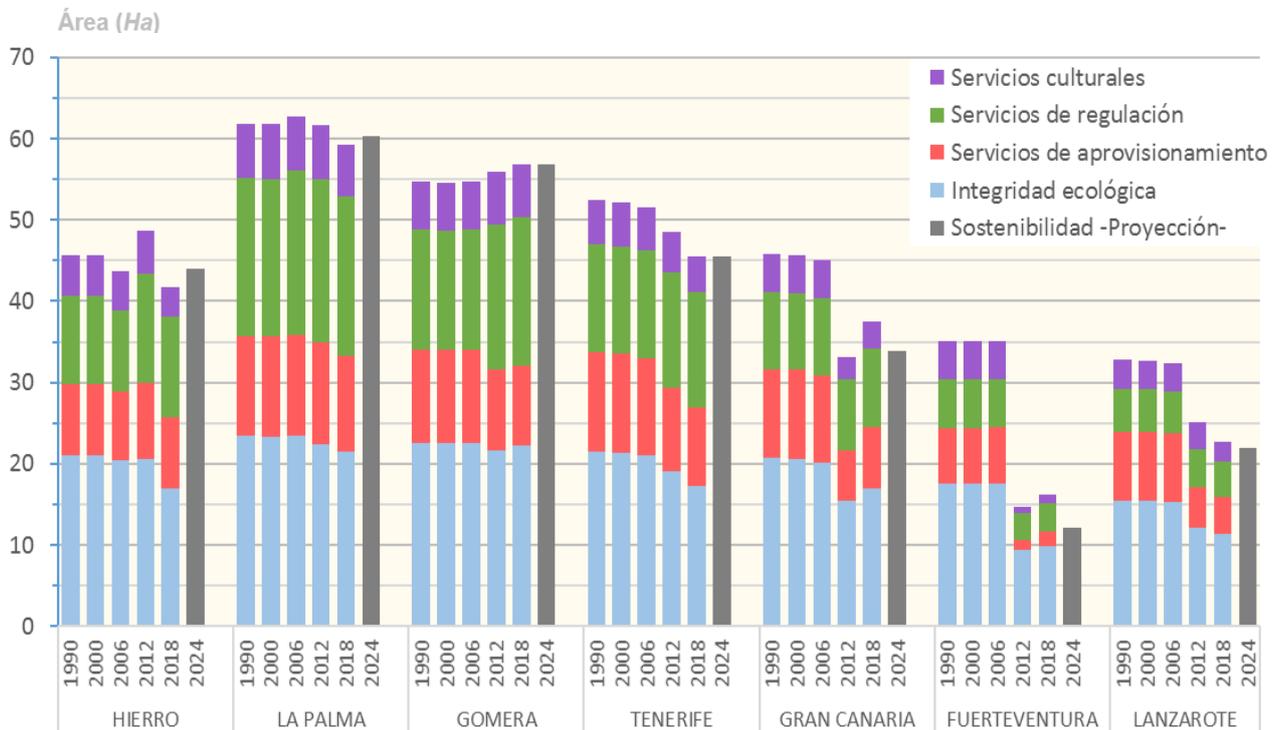


Figura 5. Indicadores de sostenibilidad por isla en cada periodo temporal y su proyección para el año 2024. Cada color representa un servicio ecosistémico y la suma de los 4 servicios, es el valor de sostenibilidad.

### 3.3. Ganancias y pérdidas de sostenibilidad en función de los cambios de usos del territorio

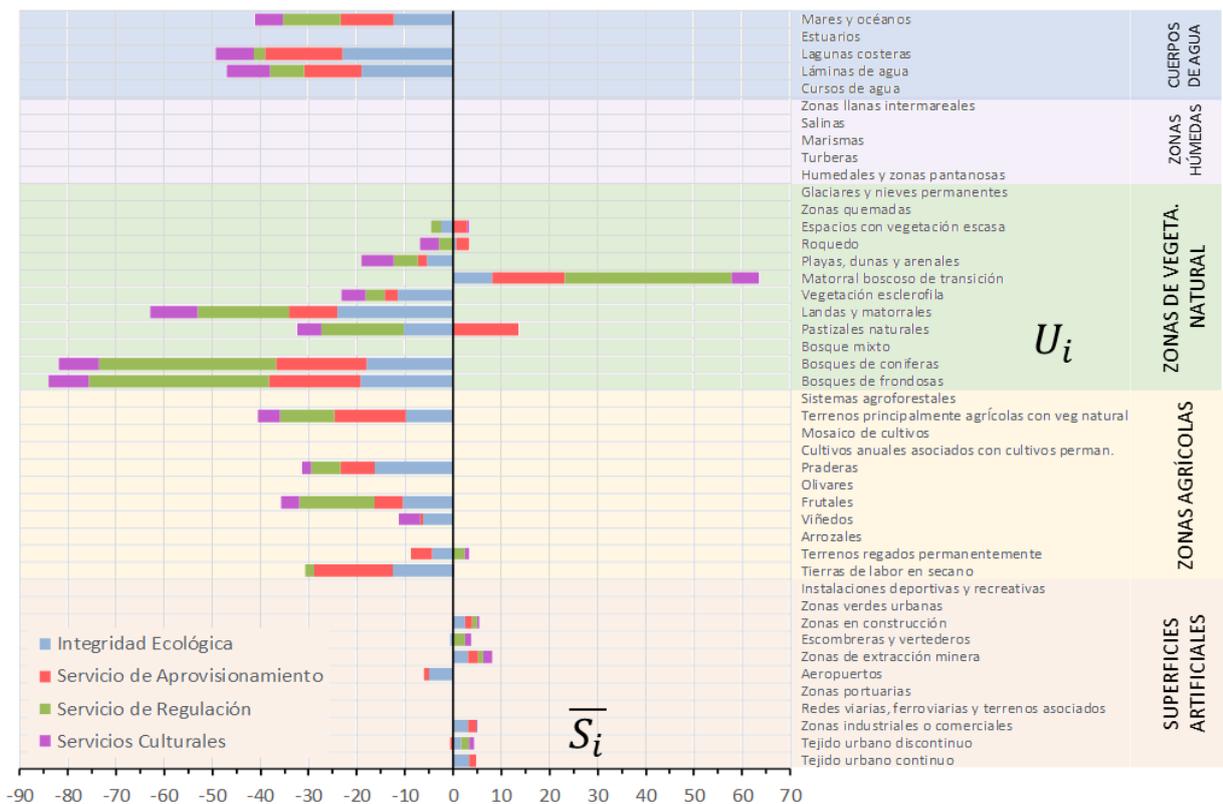
Para este último objetivo, se trabajó en la base de datos de Access con los mapas de cambios de usos. Se creó una tabla de referencias cruzadas, en la cual se ponía en la fila: los Usos iniciales y en la columna los Usos finales y para cada intersección de Uso inicial y final: el área que ha cambiado. El resultado fue una tabla que resumía los cambios de área de un uso a otro, durante los 28 años del estudio (Tabla 3).

El análisis de los datos obtenidos, demostró que los usos contenidos en superficies artificiales fueron los que más experimentaron cambios en sus áreas, al convertirse en otros usos. Casi todo el crecimiento de superficies artificiales implicó consumos de otras categorías de ocupación. Dentro de esta categoría, destacaron los cambios de usos hacia las zonas de construcción, como el tejido urbano discontinuo y las zonas industriales y comerciales, con aumentos de áreas entre las 500 hectáreas o más.



tuvieron tendencia al aumento de los bosques de coníferas, al contrario, en el caso de los bosques de frondosas y espacios de escasa vegetación. Para zonas húmedas y superficies de agua hubo escasos cambios en las áreas.

El último resultado obtenido, muestra los usos y para cada ellos, si el cambio del uso inicial al final, ha supuesto un aumento o disminución de la sostenibilidad. Esto se plasmó en un gráfico de barras, donde el incremento de sostenibilidad puede tomar valores positivos o negativos (Figura 6).



**Figura 6. Valores de sostenibilidad al cambiar el uso inicial.** Cada color de fondo se corresponde con una categoría de usos: Superficies artificiales, zonas agrícolas, zonas de vegetación natural, zonas húmedas y cuerpos de agua.  $U_i$ : Uso inicial;  $S_i$ : cambios positivos o negativos de sostenibilidad.

La operación básica para la obtención de estos cambios de sostenibilidad, a partir de los datos contenidos en la tabla anterior, fue la descrita en la Figura 2. A cada valor de área que cambiaba, se multiplicaba por la Sostenibilidad en el año final y la Sostenibilidad por el año inicial, se calculaba la diferencia y esa diferencia se dividía por el área total.

En cuanto a los resultados obtenidos se observa que, en el caso de los usos de superficies artificiales los cambios han promovido un aumento de sostenibilidad, menos en el caso

de los aeropuertos. Destacar que los valores de sostenibilidad son pequeños, comparados con otros usos.

En el caso de las zonas agrícolas en la mayoría ha habido una pérdida de sostenibilidad, principalmente en los terrenos principalmente agrícolas, praderas y frutales. Dentro de este grupo, los únicos que experimentaron una ganancia de sostenibilidad, y muy poca, fueron los terrenos regados permanentemente.

En las zonas de vegetación natural, se evidencia casi en su totalidad una pérdida de sostenibilidad, más acentuada en las zonas boscosas de coníferas y frondosas. Sin embargo, cuando el uso inicial fueron los matorrales boscosos de transición, sí ha habido un aumento de sostenibilidad cuando cambia de uso.

En general cuando los usos que cambian están relacionados con superficies artificiales parece que hay un ligero aumento de la sostenibilidad, sin embargo, cuando los usos que cambian son los correspondientes a zonas agrícolas y vegetales pues supone un caso de disminución de pérdida de sostenibilidad, principalmente en bosques de coníferas. Exceptuando los matorrales boscosos de transición, que aumentan la sostenibilidad porque posiblemente cambien a bosque mixtos, de coníferas u otros. Para el caso de los cuerpos de agua también hay pérdida de la sostenibilidad.

#### **4. Discusión**

Los estudios sobre los cambios de la ocupación del suelo resultan ser muy relevantes para conocer lo que ocurre con el capital natural y el territorio. Con el análisis de los resultados obtenidos a partir de la base de datos de Corine, junto con los análisis estadísticos, constituyen la mejor herramienta científica para evaluar la sostenibilidad de un determinado territorio, en ventana temporal establecida.

Los datos obtenidos indican que en Canarias se han seguido algunas tendencias insostenibles en el patrón de cambios de ocupación del suelo. Se determinó que el modelo de desarrollo actual del archipiélago, está superando la capacidad de acogida de los ecosistemas canarios, provocando fenómenos altamente irreversibles, ya que están desapareciendo ecosistemas de gran interés productivo y ecológico.

De manera general, se dedujo que las principales causas de insostenibilidad en Canarias tuvieron su origen en el crecimiento de las superficies artificiales y en otros procesos de transformación de sistemas naturales.

Este descontrol en el manejo del territorio se está tratando de revertir en las últimas décadas por parte de las organizaciones competentes. Existen notables oportunidades todavía para detener procesos insostenibles, especialmente los más irreversibles, mejorar los sistemas de gobernanza e información para aumentar la calidad de vida y bienestar de las generaciones presentes y futuras (INSPIRE, 2006).

A nivel nacional y de comunidad autónoma existen varias organizaciones que tienen entre sus actividades promover un desarrollo sostenible. Un claro ejemplo de ellos es la Agenda Canaria de Desarrollo Sostenible 2030 (ACDS 2030). Esta agenda es la estrategia de todas las personas, colectivos, organizaciones y sectores institucionales para transformar nuestro actual modelo de desarrollo y acercarlo a los parámetros de la sostenibilidad y la resiliencia; una herramienta que facilite a todos los agentes territoriales de Canarias, tanto públicos como privados, moldear, mejorar e implementar sus planes de acción a favor del desarrollo sostenible. (ACDS 2030,s.f.).

El contexto actual de este trabajo, y su alcance en la sociedad canaria, se basa en ser conscientes de reformular una relación que asegure el desarrollo de los procesos naturales de la biosfera, entre ellos el uso del suelo, de modo tal que se equilibre el uso de los ecosistemas y la generación de condiciones de bienestar para los seres humanos. (Equihua et al., 2014).

## **5. Conclusiones**

1. El crecimiento económico de Canarias entre 1990 y 2018 se ha producido a costa, entre otras causas, de la destrucción del territorio.
2. Debido a la limitación territorial del archipiélago, el rápido crecimiento poblacional y su sistema económico, el control del crecimiento de las superficies artificiales es de vital importancia.
3. Las relaciones de retroalimentación entre los procesos socioeconómicos y territoriales están provocando la pérdida y degradación de los activos naturales y sociales, a corto y largo plazo.
4. Si se mantienen estas tendencias de autodestrucción, pueden provocar importantes riesgos en el futuro, que, unido al cambio climático, derivarían en una escena insostenible desde el punto de vista ambiental, productivo y social.
5. Por su parte Canarias tiene la ventaja de que cuenta con gran parte de sus suelos protegidos por las reservas naturales, por lo que las actividades deben ir encaminadas a potenciar la sostenibilidad integral de nuestro desarrollo, siendo cada vez más respetuoso con el medio ambiente.
6. Es inquietante la carencia de estudios actualizados sobre ocupación del suelo, para este periodo en el archipiélago, así como las escasas estrategias y legislación adecuada sobre el tema.

## **6. Conclusions**

1. The economic growth of the Canary Islands between 1990 and 2018 has occurred at the cost, among other causes, of the destruction of the territory.
2. Due to the territorial limitation of the archipelago, the rapid population growth and its economic system, the control of the growth of artificial surfaces is of vital importance.
3. The feedback relationships between socioeconomic and territorial processes are causing the loss and degradation of natural and social assets, in the short and long term.
4. If these tendencies of self-destruction continue, they can provoke important risks in the future, which, together with climate change, would lead to an unsustainable scenario from an environmental, productive and social point of view.

5. For its part, the Canary Islands has the advantage of having a large part of its land protected by nature reserves, so that activities should be aimed at promoting the overall sustainability of our development, being increasingly respectful of the environment.

6. The lack of updated studies on land occupation for this period in the archipelago, as well as the scarcity of strategies and adequate legislation on the subject, is a cause for concern.

## 7. Bibliografía

Plata Rocha, W., Bosque Sendra, J., & Gómez Delgado, M. (2011). Análisis de factores explicativos del crecimiento urbano en la Comunidad de Madrid a través de métodos estadísticos y SIG. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*, 3(I), 201–230.

Gómez Delgado, M. y Barredo Cano, J. I. (2005). *SIG y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid: RA-MA.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *Desertificación*. <http://www.fao.org/desertification/default.asp?lang=sp>

Raquel Guerra Talavera y Tanausú Pérez García (2008). Canarias: entre el desarrollo turístico y la protección al medio. *Caribbean Studies*. Consultado el 25 de Julio de 2022. URL: <http://journals.openedition.org/etudescaribeennes/1302>;

DOI: <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.1302>

Rocha, S., & José Cabello San Ginés, F. (2012). Seguimiento de la evolución del territorio canario en IDECanarias. De la Ortofoto a la OrtoExpress. I Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales.

IGN. (2016). *Ocupación del Suelo* (p. 9). Ministerios de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. <https://www.ign.es/ign/layoutIn/ocupacionSuelo.do>. Consultado el 25 de Julio de 2022.

Conesia Garcia, C. (2005). Territorio y medio ambiente: tecnologías de la información geográfica: ponencias, relatorias y sesiones técnicas del XI Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección, celebrado en Murcia, 20-23 de septiembre de 2004 .ISBN 84-8371-552-X, págs. 13-52.

Büttner, G., & Barbara Kosztra, Gergely Maucha, Róbert Pataki Stefan Kleeschulte Gerard Hazeu, M. V. C. S. A. (2021). *Tierra de Copérnico Servicio de Monitoreo*. Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). <https://land.copernicus.eu/>

Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias | IDECanarias. <https://www.idecanarias.es/>. Consultado el 30 de Julio de 2022

Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development | Center for a World in Balance. (n.d.) <https://web.archive.org/web/20111003074433/http://worldinbalance.net/intagreements/1987-brundtland.php>. Consultado el 30 de Julio de 2022

Guaita, N., López, isidro, & Prieto, F. (2008). Cambios de ocupación del suelo en España: implicaciones para la sostenibilidad. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, 40(156), 235–259. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/75852>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITECO (2008). Informe de Coyuntura de Canarias. Suelos. Medio Ambiente En Canarias. 150–165.

NOORDWIJK, M. & al. (2004): “Quantifying off-site effects of land use change: filters, flows and fallacies”. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 104: 19-34.

Meyfroidt, P., de Bremond, A., Ryan, C. M., Archer, E., Aspinall, R., et.al. (2022). Ten facts about land systems for sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 119(7). <https://doi.org/10.1073/pnas.2109217118>

Joseph Alcamo et al., (2003). Ecosistemas y bienestar humano: Marco para la evaluación. Resumen. Informe del Grupo de Trabajo sobre Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. Evaluación de Ecosistemas del Milenio (pp. 1–20) ,(pp. 49–62). World Resources Institute.

GROOT, R. S. (2006): “Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multifunctional landscapes”, *Landscape and Urban Planning*, 75: 175-186.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Inventario Forestal Nacional (2002) <https://www.mapa.gob.es/es/>. Consultado el 30 de Agosto de 2022

INSPIRE. Infrastructure for Spatial Information in Europe. <<http://www.ec-gis.org/inspire/>> Consultado el 1 de Septiembre de 2022.

Agenda Canaria de Desarrollo Sostenible 2030 (s.f.). Gobierno de Canarias. <https://www.gobiernodecanarias.org/agendacanaria2030/estrategia/> Consultado el 20 de Mayo de 2022

Equihua, M., Garcia-alaniz, N., & Benitez, G. (2014). Integrity as indicator of environmental quality. Integridad ecológica como indicador de la calidad ambiental. Ecological integrity as indicator of environmental quality. *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*, (pp. 687–710). El Colegio de la Frontera Sur, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Foto de la portada. <https://www.wildcanarias.com/anaga-tenerife/>