



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Proyecto Cartográfico LULUCF

Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Ramiro Oliveri Martínez-Pardo

Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera (SEI)

Subdirección General de Aire Limpio y Sostenibilidad Industrial

Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental



INDICE

- ✓ Introducción
- ✓ Necesidad del proyecto
- ✓ Desarrollo del proyecto
- ✓ Fases del proyecto
- ✓ Resultado del proyecto
- ✓ Error del método
- ✓ Conclusiones

Cartografía LULUCF

Introducción

España:

- Como parte del CMNUCCC → compromiso reportar Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

SEI (Sistema Nacional de Inventarios):

- Cada 15 de marzo y de forma anual → Inventarios Nacionales de Emisiones de GEI (NIR)
- Recopila toda la información disponible (empresas, sector público, puntos focales)
- Edición 2023 → serie 1990-2021



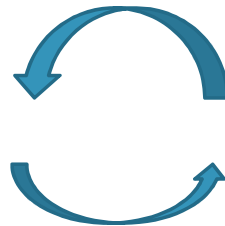
Cartografía LULUCF

Introducción: SECTOR LUCUCF

- **INVENTARIO: 5 Sectores (Energía, IPPU, Agricultura, Residuos y LULUCF)**
- **LULUCF → Land Use, Land Use Change and Forestry**
→ Usos de la Tierra, Cambios de Usos de la Tierra, y Silvicultura (UTCUTS)

En LULUCF, no se estiman emisiones, sino el balance de emisiones/absorciones provocadas por cambios de uso (variación de stock).

Stock C biomasa: 5 kt/ha



Stock C biomasa: 80kt/ha



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

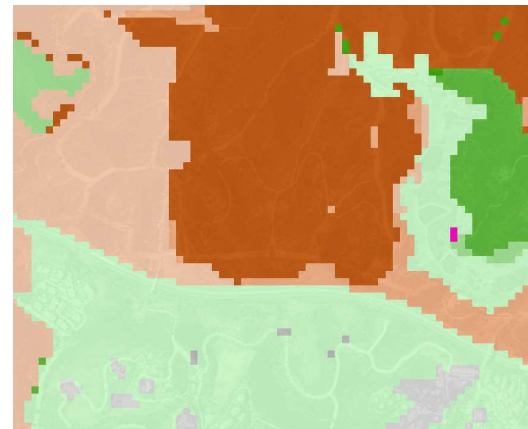
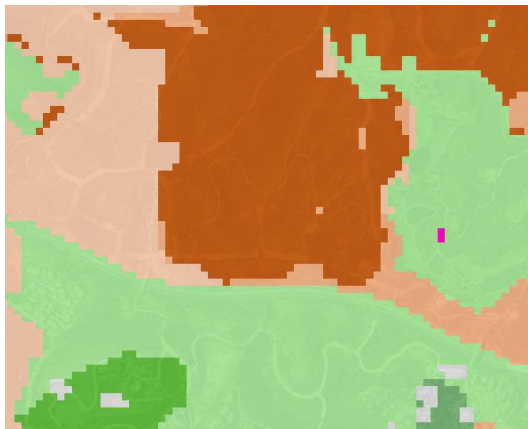
Cartografía LULUCF

Introducción: Estimación superficies y cambios de superficies

Approach 2: Matriz de cambios de uso

Usos final \ Inicial	Forest Land	Cropland	Grassland	Wetland	Settlement	Other land
Forest Land	10	2	8		5	
Cropland	8	12				
Grassland	9		9			
Wetland			2	3		3
Settlement					2	

Approach 3: geográficamente explícito



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Necesidad del proyecto

REGLAMENTO (UE) 2018/841, sobre la inclusión de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero resultantes del uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura en el marco de actuación en materia de clima y energía hasta 2030.

- Reconoce la importancia del sector para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París y alcanzar una economía baja en carbono
- Establece los compromisos de los EM y las normas de contabilidad para los periodos 2021-2025 y 2026-2030

REGLAMENTO (UE) 2018/1999 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima.

Anexo 5: Métodos de seguimiento y notificación del sector UTCUTS.

Para el periodo 2021-2025, los datos de conversión del uso de la tierra deberán ser geográficamente explícitos de conformidad con las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Desarrollo del Proyecto

- **2018** → Encargo de Servicios a la Sociedad TRAGSATEC.

Objetivo:

Actualizar y adaptar la información cartográfica del SEI con un propósito:

- Proporcionar la información necesaria para el cálculo de las emisiones y absorciones de GEI resultantes de actividades relativas a LULUCF, a lo largo de la serie histórica 1970-2018.

Fases del proyecto

1. Recopilación de información de ocupación del suelo de España disponible desde 1970 hasta 2018.
2. Estandarización y homogenización de la información.
3. Integración las fuentes de información cartográfica para su análisis integrado y su adaptación a los sistemas de información geográfica actuales.
4. Generación de coberturas temporales de ocupación y cambio de ocupación del suelo
5. Adaptación a la directiva INSPIRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Fases del Proyecto

1. Recopilación de información de ocupación del suelo de España disponible desde 1970 hasta 2018.

Requisitos imprescindibles:

- Cartografías de ocupación del suelo a nivel estatal
- Disponibles en formato digital
- Modelo de datos jerárquico con un único uso/cobertura por recinto

Resultado:

15 mapas históricos, con fechas de referencia 1970, 1990, 2000, 2006, 2009, 2012, 2015 y 2018.

CARTOGRAFIAS FUENTE	
ABREVIATURAS	NOMBRE CARTOGRAFIA e INVENTARIOS
MCA1	Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, 1980-1990. MAPA
MCA2	Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, 2000-2010. MAPA
CLC90	Corine Land Cover, 1990. IGN
CLC00	Corine Land Cover, 2000. IGN
CLC06	Corine Land Cover, 2006. IGN
CLC18	Corine Land Cover, 2018. IGN
MF50	Mapa Forestal de España 1:50.000. MITECO
FF09	Foto Fija del MFE, 2009. MITECO
FF12	Foto Fija del MFE, 2012. MITECO
FF15	Foto Fija del MFE, 2015. MITECO
FF18	Foto Fija del MFE, 2018. MITECO
SIGPAC09	Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas, 2009. MAPA
SIGPAC12	Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas, 2012. MAPA
SIGPAC15	Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas, 2015. MAPA
SIGPAC18	Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas, 2018. MAPA



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Fases del Proyecto

2. Estandarización y homogenización de la información relativa a la ocupación del suelo de todas las fuentes de información geográfica utilizadas.

Análisis de las cartografías, determinando sus equivalencias o traducciones a las categorías LULUCF

Ejemplo: Clase 132 MFE50 (Arbolado disperso) → ¿categoría LULUCF?

Correspondencia entre las clases de cartografía fuente y las categorías LULUCF → Orden Jerárquico

1. FL: Tierras Forestales
2. CL: Tierras de Cultivo
3. GL: Pastizales
4. WL: Humedales
5. SL: Asentamientos
6. OL: Otras Tierras

Ficha introductoria al proyecto cartográfico → incluye las tablas de correspondencia

Correspondencia entre las clasificaciones LULUCF y MFE50

CLASE LULUCF	T.E. 50	CLAIFN		CLAMFE		TIPO BOSQUE
		CLAIFN	DESCRIPCIÓN	CLAMFE	DESCRIPCIÓN	
Forest land (FL)						
111	1	111	Monte arbolado. Bosque	110	Arbolado	Frondosas
	2	112	Monte arbolado. Bosque de plantaciones	112	Arbolado	Frondosas
	3	113	Monte arbolado. Dehesa	113	Arbolado	Frondosas
	11	161	Monte arbolado. Riberas	110	Arbolado	Frondosas
	12	111	Monte arbolado. Bosque	110	Arbolado	Frondosas



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Fases del Proyecto

3. Integración y homogenización de todas las fuentes de información cartográfica recopiladas para su análisis integrado y su adaptación a los sistemas de información geográfica actuales.

Para cada fecha de referencia y integrando mejor información disponible de cada fuente:

Primer conjunto datos espaciales (Base de referencia ráster 25x25)

Identificación del mejor proveedor de la información.

Categorías LULUCF	1970	1990	2000	2006	2009	2012	2015	2018
FL	MCA1	CLC90	MCA2	MFES0	FF09	FF12	FF15	FF18
CL	MCA1	CLC90	MCA2	CLC06 + CH + SIOSE05	SIGPAC09	SIGPAC12	SIGPAC15	SIGPAC18
GL	MCA1	CLC90	MCA2	MFES0	FF09+ SIGPAC09 (PS)	FF12+ SIGPAC12 (PS)	FF15+ SIGPAC15 (PS)	FF18+ SIGPAC18 (PS)
WL	MCA2+IGR-HI +DGA+IGME	CLC90+IGR-HI +DGA+IGME	MCA2+IGR-HI +DGA+IGME	CLC06+IGR-HI +DGA+IGME	SIGPAC09+IGR-HI +DGA+IGME	SIGPAC12+IGR-HI +DGA+IGME	SIGPAC15+IGR-HI +DGA+IGME	SIGPAC18+IGR-HI +DGA+IGME
SL	CLC90+catastro +IGR-RT + BTN25	CLC90+catastro +IGR-RT + BTN25	CLC00+catastro +IGR-RT + BTN25	CLC06+catastro +IGR-RT + BTN25+ SIOSE05	SIGPAC09+ catastro+IGR-RT + BTN25+ SIOSE09	SIGPAC12+ catastro+IGR-RT + BTN25+ SIOSE11	SIGPAC15+ catastro+IGR-RT + BTN25+ SIOSE14	SIGPAC18+ catastro+IGR-RT + BTN25+ SIOSEAR17
OL	CLC90+capa roquedos	CLC90+capa roquedos	CLC00+capa roquedos	MFES0+capa roquedos	FF09+capa roquedos	FF12+capa roquedos	FF15+capa roquedos	FF18+capa roquedos

OBSERVACIONES: CLC se ha utilizado en todos los años y categorías LULUCF para validaciones.



GOBIERNO DE ESPAÑA

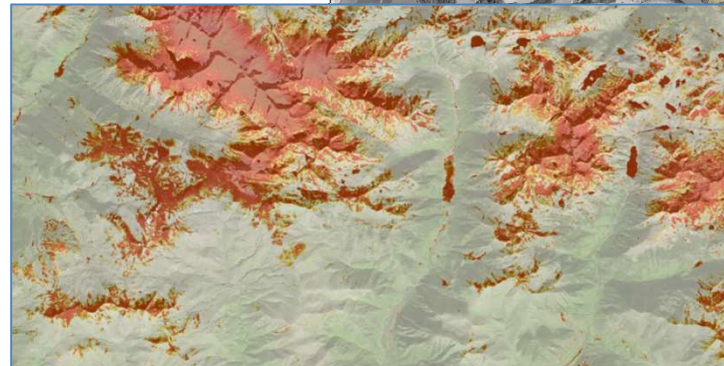
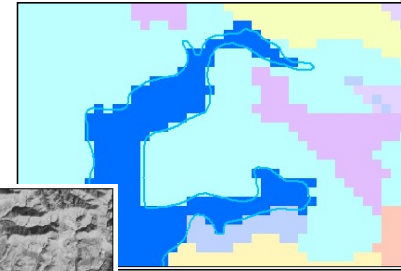
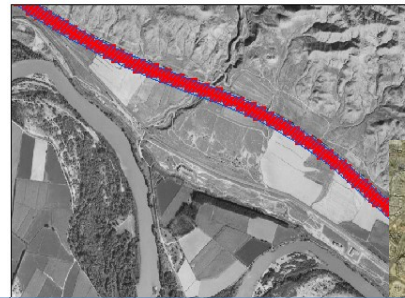
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Fases del Proyecto

Información cartográfica complementaria:
mejor información disponible para...

- Masas de agua
- Red viaria
- Red ferroviaria
- Aeropuertos
- Roquedos
- Turberas



GOBIERNO
DE ESPAÑA

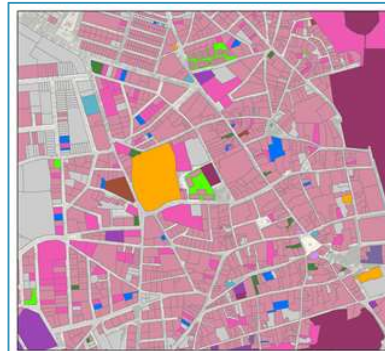
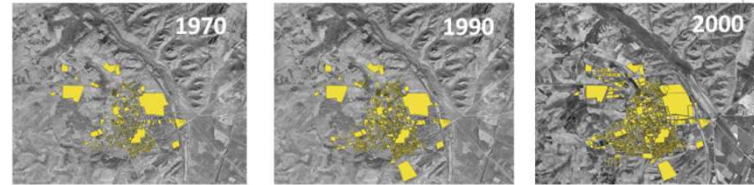
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Fases del Proyecto

Información cartográfica complementaria:
mejor información disponible para uso artificial

- Catastro urbano



Usos de suelo en el municipio de Ciempozuelos

Leyenda	
Usos de suelo	
[Grey square]	Sin uso
[Blue square]	Almacén -Estacionamiento
[Green square]	Comercial
[Purple square]	Cultural
[Light green square]	Deportivo
[Light purple square]	Edificio singular
[Dark purple square]	Espectáculos
[Pink square]	Industrial
[Brown square]	Obras de urbanización y jardinería, suelos sin edificar
[Light blue square]	Ocio y hostelería
[Light green square]	Oficinas
[Orange square]	Religioso
[Light pink square]	Residencial
[Dark pink square]	Sanidad y beneficencia



GOBIERNO DE ESPAÑA

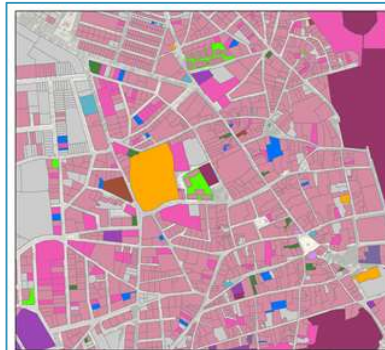
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Fases del Proyecto

Información cartográfica complementaria:
mejor información disponible para uso artificial

- Catastro urbano



Usos de suelo en el municipio de Ciempozuelos

CARTOGRAFIAS COMPLEMENTARIAS	
ABREVIATURAS	NOMBRE CARTOGRAFIA e INVENTARIOS
SIOSE05	Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, 2005. <i>Instituto Geográfico Nacional (IGN)</i>
SIOSE09	Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, 2009. <i>Instituto Geográfico Nacional</i>
SIOSE11	Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, 2011. <i>Instituto Geográfico Nacional</i>
SIOSE14	Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, 2014. <i>Instituto Geográfico Nacional</i>
SIOSEAR17	SIOSE de Alta Resolución, 2017. <i>Instituto Geográfico Nacional</i>
IGR-RT	IGR Redes de Transporte v1.1, <i>Instituto Geográfico Nacional</i>
BTN25	Base Topográfica Nacional 1:25.000. <i>Instituto Geográfico Nacional</i>
IGR-HI	IGR Hidrografía versión v0-BTN. <i>Instituto Geográfico Nacional</i>
DGA	Inventario de Presas y Embalses. <i>Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)</i>
IGME	Panorama minero del IGME. <i>Instituto Geológico y Minero de España (IGME)</i>
CH	Información Regadío de las Confederaciones Hidrográficas. <i>Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico</i>
Catastro	Cartografía catastral años 1970-2018. <i>Dirección General de Catastro, Ministerio de Hacienda y Diputación Foral de Álava</i>
Capa roquedos	Capa elaboración propia con datos de Observación Remota



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Fases del Proyecto

Validación por fotointerpretación de recintos dudosos



Ejemplo de cambio WL a GL analizado mediante fotointerpretación

SUPERFICIE FOTOINTERPRETADA: mayor de 3.000.000 ha



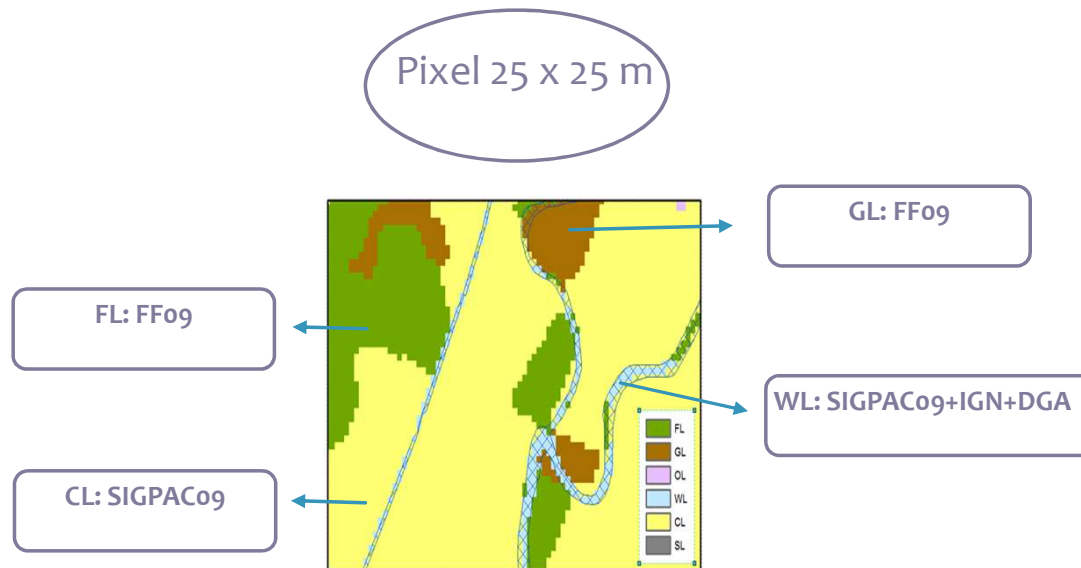
GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Resultado del Proyecto

- **Resultado:** conjunto de datos espaciales presentado en formato raster de 25x25 metros
 - 8 mapas *LULUCF*, uno por cada fecha de las fuentes de datos de referencia de la serie (1970, 1990, 2000, 2006, 2009, 2012, 2015 y 2018) con su clasificación *LULUCF*.
 - 7 mapas de cambios *LULUCF*, uno para cada periodo de análisis entre fechas de referencia con los cambios producidos en la clasificación *LULUCF*.

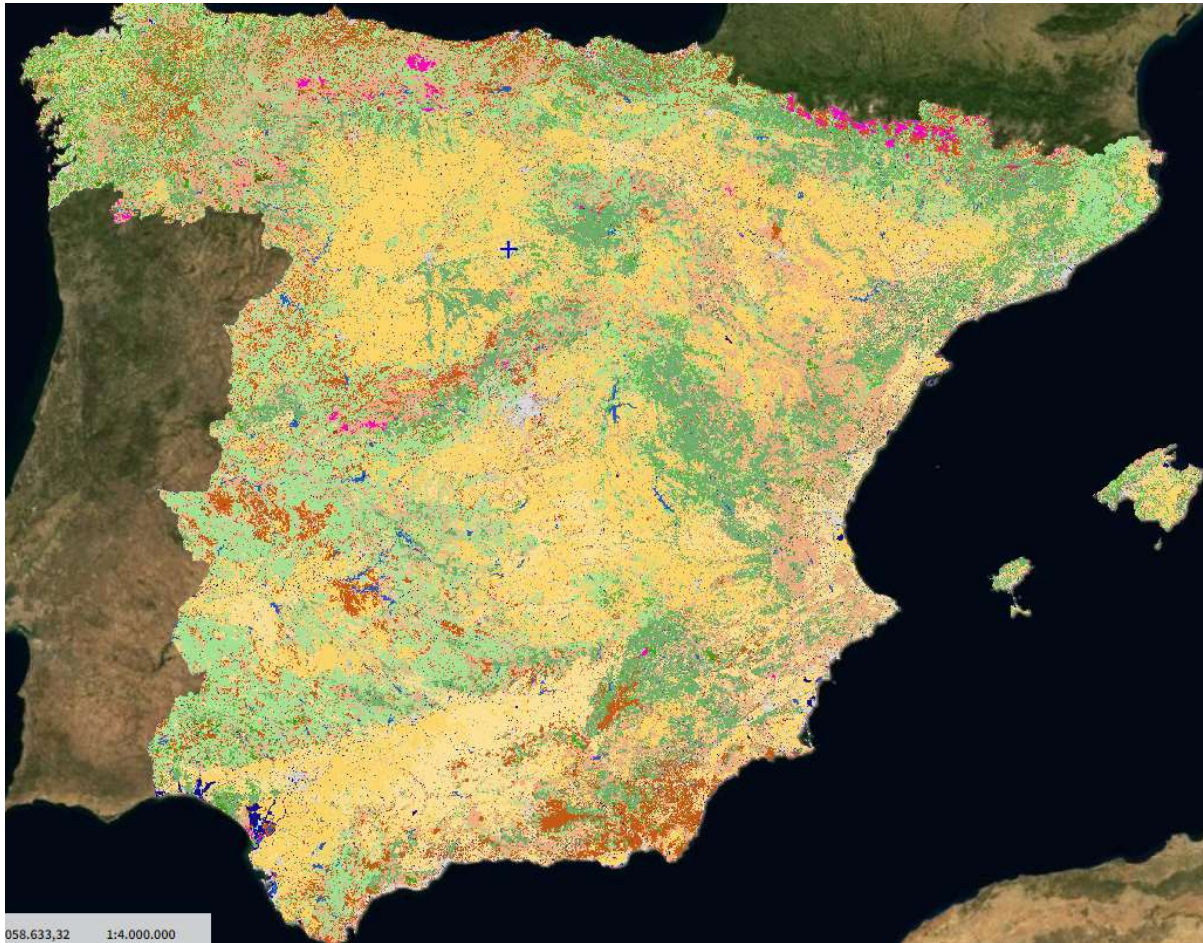


GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Resultado del Proyecto



Clasificación LULUCF

- Tierras forestales (FL)
- Frondosas (FLb)
- Coníferas (FLc)
- Mixto (FLm)
- Especie desconocida (FLu)
- Pastizales (GL)
- Pastizales con vegetación arbórea (GLw)
- Pastizales con vegetación arbustiva (GLs)
- Pastizales con vegetación herbácea (GLg)
- Pastizales quemados (GLb)
- Otras tierras (OL)
- Humedales (WL)
- Turberas (Wlp)
- Tierras inundadas (Wlf)
- Otros humedales (WLO)
- Tierras de cultivo (CL)
- Cultivos leñosos perennes (CLp)
- Cultivos anuales (CLa)
- Tierras de barbecho (CLf)
- Asentamientos o artificial (SL)
- Asentamientos urbanos (SLU)
- Zonas industriales o comerciales (SLI)
- Puertos y aeropuertos (SLP)
- Redes de transporte por tren y carretera (SLT)
- Minas (SLM)
- Escombreras y vertederos (SLD)
- Zonas en construcción (SLS)
- Zonas urbanas con vegetación (SLV)

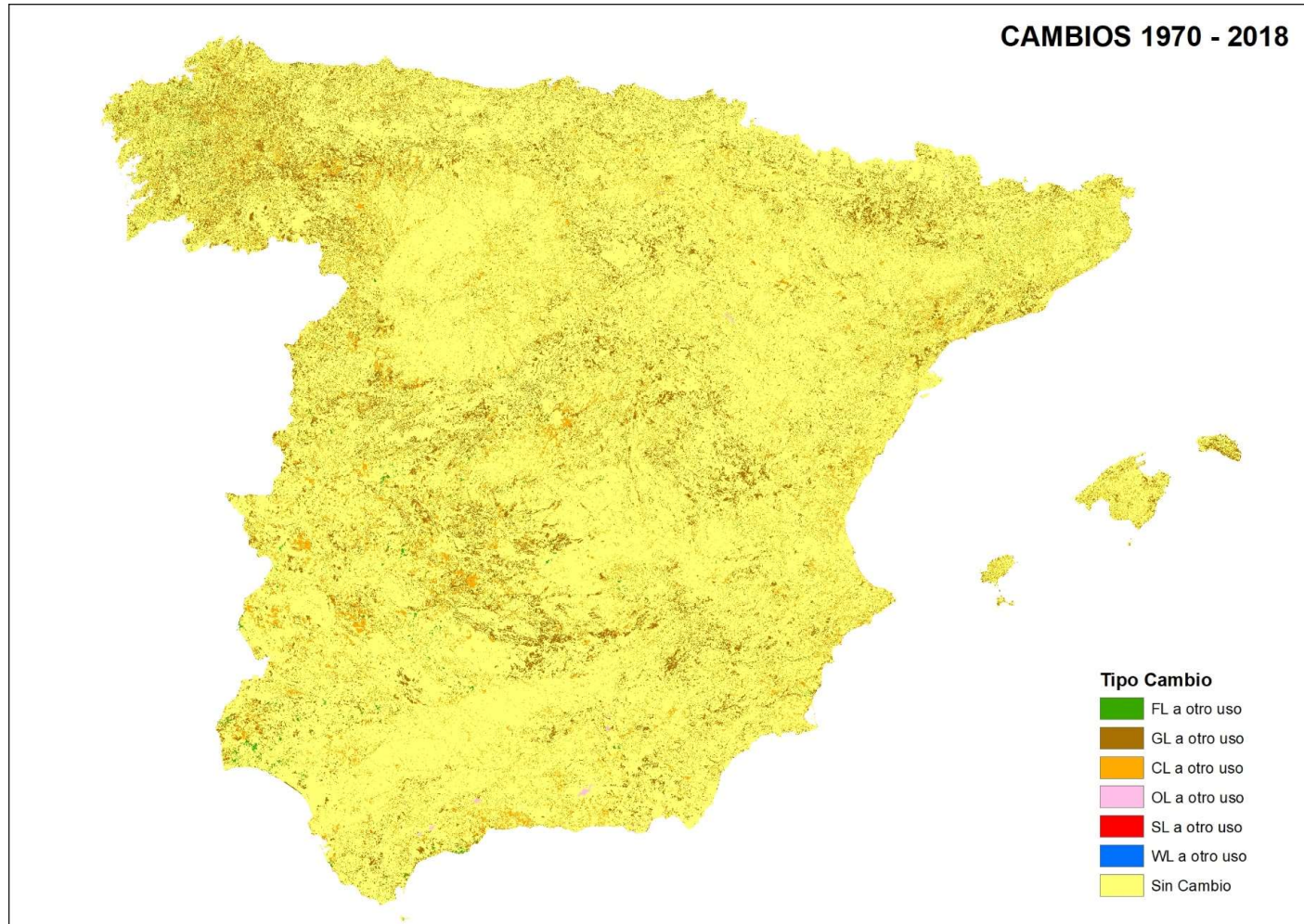


GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Resultado del Proyecto

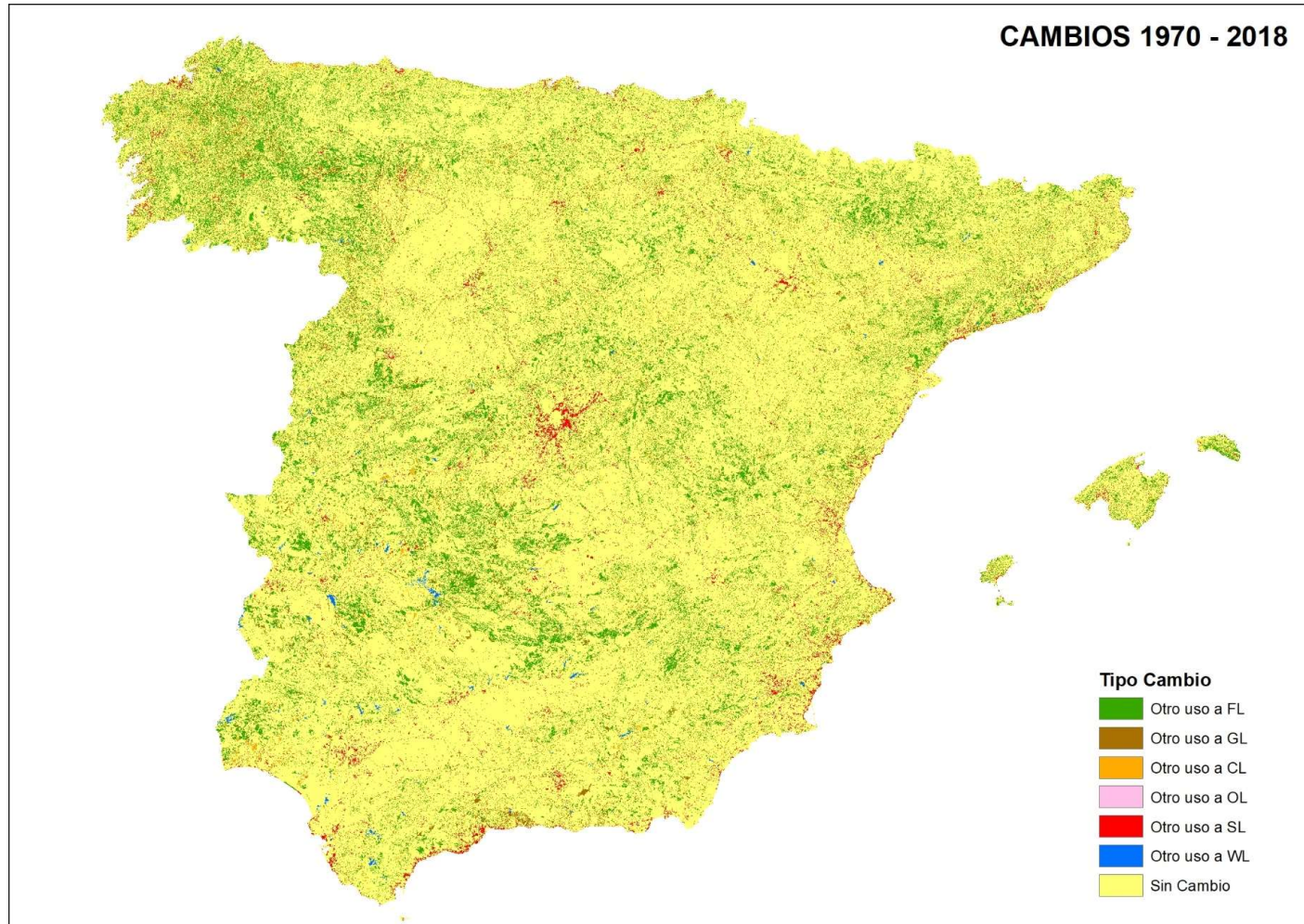


GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Resultado del Proyecto



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Error del método

- ▶ Muestreo estratificado con asignación proporcional:

Usos LULUCF: 6 estratos: FL, GL, OL, WL, CL, SL

Año: 8 estratos: 1970, 1990, 2000, 2006, 2009, 2012, 2015, 2018

6 x 8 = 48 estratos

- ▶ Tamaño medio de la muestra por estrato: $n = Z_{\alpha/2}^2 \frac{p \cdot q}{i^2} = 1,96^2 \frac{0,5 \cdot 0,5}{0,1^2} = 97$

- ▶ 97 píxeles x 48 estratos = **4656 píxeles**

- ▶ Distribución **proporcional** final incluyendo un mínimo de 20 píxeles de cada uso por año

678 puntos = 5424 píxeles

Distancia mínima entre puntos = 1 km

Píxeles “suplentes”



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Conclusiones

- Cartografía única a nivel estatal: Información detallada sobre ocupación del suelo y los cambios de ocupación del suelo (cobertura y/o uso); Serie 1970-2018; 25x25
- Metodología utilizada permite incorporar nuevos mapas de la serie a futuro.
- Proporciona información geográficamente explícita sobre coberturas y/o usos y cambios de coberturas y/o usos de la tierra.
- La construcción de la serie cartográfica ha supuesto un desafío en el manejo de grandes volúmenes de datos geográficos, integrando cartografías históricas no homogeneizadas, con modelos de datos, escalas y fines diversos.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Conclusiones

Actualmente se están incorporando la TDT en la Serie LULUCF para ...

1. Mejorar tipología de “**Tierras de cultivo**” (**Cropland**). Discriminación de tipo y sistema de cultivo, leñosos/herbáceos y secano/regadío y actualización de la superficie cultivada de arroz.
2. Mejorar tipología de “**Humedales**” (**Wetland**). Actualización de la cartografía de masas de agua interiores y discriminación entre permanentes y estacionales según hidroperiodo.
3. Mejorar tipología de “**Asentamientos**” (**Settlements**). Discriminación entre la superficie de suelo pavimentada (o edificada) de la superficie vegetada en zonas urbanas.
4. Mejorar tipología de “**Otras tierras**” (**Other land**). Identificación de roquedos y suelos desnudos.

Pero aún, queda pendiente conseguir...

Mejoras en la tipología **Forestal (Forest Land)**: incendios y quemas controladas.

Mejoras en la tipología de **Pastizales (Grassland)**: identificación de prácticas de mantenimiento del pasto (cortas, pastoreo)...



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Cartografía LULUCF

Conclusiones

- Prevista su ampliación al siguiente año de referencia (2021), tras la publicación de nuevas fuentes de información con dicha fecha de referencia.
- Previsto diseñar una metodología para la actualización de la serie cartográfica LULUCF a futuro (de 2021 en adelante):

Imágenes SENTINEL
Programa Copernicus



Técnicas de Teledetección:
Automatizar Procesos de actualización



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



¡Muchas gracias por su atención!

Enlaces de interés:

- Geoportal: Árbol de servicios → Calidad y evaluación ambiental

<https://sig.mapama.gob.es/geoportal>

- Ficha metodológica:

https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/intro-proyecto-cartografia_tcm30-553028.pdf

- Descarga metadatos:

<https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/calidad-y-evaluacion-ambiental/cartografia-lulucf.aspx>