

**PLAN ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURAS PEI-PFOT-190
REFERENTE A LAS PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS
MÁSTIL SOLAR Y DRIZA SOLAR, Y LA SUBESTACIÓN Y
LÍNEAS ASOCIADAS.**

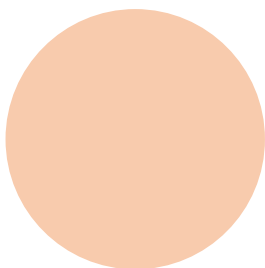
VERSIÓN INICIAL DEL PLAN: DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

BLOQUE II. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL

ANEXO X. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

**TÉRMINOS MUNICIPALES DE ARGANDA DEL REY, CAMPO
REAL, PERALES DE TAJUÑA Y VALDILECHA**

COMUNIDAD DE MADRID



JUNIO 2022



HUELLA DE CARBONO DERIVADA DE LA ACTUACIÓN

1. Introducción

El **R.D. 163/2014**, de 14 de marzo, por el que se crea el **registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono**, indica que el objeto de esta norma es la creación del registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono, para la contribución a la reducción a nivel nacional de las emisiones de gases de efecto invernadero y a incrementar las absorciones por los sumideros de carbono en el territorio nacional. De esta forma se pretende facilitar el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por España en materia de cambio climático.

Recientemente, la aprobación de la **Ley 7/2021**, de 20 de mayo, **de cambio climático y transición energética**, tiene como objeto facilitar que la economía española sea neutra en emisiones antes de mitad de siglo. Dicha ley fija una serie de objetivos mínimos nacionales para el año 2030:

- I. Reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de la economía española en, al menos, un 23% respecto del año 1990;
- II. Alcanzar en el año 2030 una penetración de energías de origen renovable en el consumo de energía final de, al menos, un 42%;
- III. Alcanzar en el año 2030 un sistema eléctrico con, al menos, un 74% de generación a partir de energías de origen renovable; y
- IV. Mejorar la eficiencia energética disminuyendo el consumo de energía primaria en, al menos, un 39,5%, con respecto a la línea de base conforme a normativa comunitaria.

Ante este panorama normativo, gana peso la evaluación de las emisiones de CO₂ de los proyectos y programas, por lo que a continuación se hace una evaluación de la Huella de Carbono derivada de la instalación y de la pérdida de sumideros de CO₂.

2. Huella de Carbono derivada de la instalación

El cálculo de la Huella de Carbono de la instalación fotovoltaica se debe realizar teniendo en cuenta todo el ciclo de vida de la instalación:

- Extracción y procesado de las materias primas necesarias para la fabricación de los paneles y de todos los materiales auxiliares necesarios para ello y para su construcción.
- La propia fabricación de las partes del resto de instalaciones (seguidores, cables, centros de transformación, inversores, etc.), de toda su maquinaria y de los materiales (acero, cemento, etc.) necesarios para su construcción.
- La construcción y operación de la planta solar fotovoltaica.
- El desmantelamiento y gestión de los materiales y los residuos al final de su vida útil.

La metodología de cálculo empleada en este apartado se basa en los resultados de dos estudios de Análisis de Ciclo de Vida realizados en dos instalaciones fotovoltaicas de características similares.

El primer estudio fue realizado para la empresa Ignis Energía, basado en la metodología de impacto europea **CML-IA baseline V3.05 / EU25** y siguiendo el proceso “*Electricity, low voltage {ES}| electricity production, photovoltaic, 570kWp open ground installation, multi-Si | APOS, U*” para plantas fotovoltaicas en suelo con similares características en España.

En este estudio, la Huella de Carbono para el ciclo de vida de una instalación fotovoltaica con una potencia total de 125 MWn y una generación anual de 245.000 MWh/año fue de 390.507 toneladas de CO₂, lo que arroja una ratio de 3.100 Tn CO₂ /MWn instalado.

Por otro lado, el segundo estudio corresponde a la Declaración Ambiental de Producto “Electricidad generada en planta fotovoltaica El Romero Solar 196 MW”, publicada con fecha 12/12/2017, Número de Registro S-P-01081, de acuerdo con ISO 14025, sobre las emisiones generadas por una instalación fotovoltaica de 246 MWp, resultando 29,2 gr CO₂/kWh durante 25 años de explotación, lo que equivale a 354.000 Tn de CO₂. Este resultado arroja una ratio de 1.806 Tn CO₂/MWn instalado.

Tabla 10
Perfil ambiental de la planta fotovoltaica El Romero

Perfil ambiental	Unidad	Planta fotovoltaica El Romero 196 MW						
Potencial de impacto ambiental		1 KWh de electricidad generado y distribuido a un consumidor a 220 KV						
		Aguas arriba	Núcleo proceso	Núcleo infraestructura	TOTAL GENERADO	Aguas abajo proceso	Aguas abajo infraestructura	TOTAL DISTRIBUIDO
POTENCIAL DE IMPACTO AMBIENTAL								
Potencial de calentamiento global (100a):								
▷ Fósil	g CO ₂ eq	1,10E-02	4,99E-01	1,85E+01	1,90E+01	9,99E+00	2,63E-02	2,91E+01
▷ Biogénico	g CO ₂ eq	1,06E-05	7,31E-05	1,56E-01	1,57E-01	2,81E-03	6,34E-05	1,59E-01
▷ Uso y transformación de suelo	g CO ₂ eq	5,84E-06	4,27E-05	2,08E-02	2,08E-02	6,74E-04	6,23E-05	2,15E-02
▷ TOTAL	g CO ₂ eq	1,10E-02	4,99E-01	1,87E+01	1,92E+01	1,00E+01	2,64E-02	2,92E+01

En base a estas ratios de estos estudios, asumiendo que podrá haber ciertas diferencias debido a la diferencia de tamaño, ubicación, tipo de gestión, etc., se estima que la **huella de carbono debido a** la construcción, operación y mantenimiento de las plantas fotovoltaicas consideradas, durante todo su ciclo de vida, será:

Nombre PFV	MWn	Tn CO ₂ /MWn	Tn CO ₂
Driza Solar	84,55	2.500	211.375
Mástil Solar	103,65	2.500	259.125
		TOTAL	470.500

3. Mitigación del cambio climático derivado de la producción de energía renovable

Las energías renovables contribuyen a la mitigación del cambio climático y a la consecución de los objetivos establecidos por el PNIEC 2021-2030 integrados en la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo y en la Ley 7/2021 anteriormente mencionada.

Atendiendo al contenido del Informe Anual de la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) del año 2019, la energía fotovoltaica contribuye positivamente a la reducción de emisiones en el sector eléctrico por su carácter renovable y sus casi nulas emisiones directas.

La huella ambiental del sector fotovoltaico durante el año 2018 supuso, teniendo en cuenta su huella directa e indirecta, 1.406 kt CO₂-eq, cifra que, en comparación con las emisiones que se evitan al poder prescindir de fuentes no renovables, no se considera elevada.

De este modo, si los GWh producidos en el año 2018 por la energía fotovoltaica hubieran sido generados a través de combustión directa de gas en centrales de ciclo combinado, las emisiones del mix eléctrico se hubieran incrementado hasta 3,1 MTCO₂.

Para la estimación de las emisiones de CO₂ evitadas a lo largo de la vida útil de la planta de producción renovable, se realiza una comparativa respecto a las emisiones asociadas a una moderna central de ciclo combinado a gas natural con unos rendimientos medios del 50%, utilizando la misma metodología de cálculo establecida en el Plan de Energías Renovables (PER).

Para realizar esta estimación se han utilizado las siguientes hipótesis:

- Horas equivalentes de funcionamiento anual: 1.960
- Vida útil de la planta: 25 años
- Factores de emisión:

TECNOLOGÍA	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDADES	FUENTE	AÑO
Ciclo combinado	0,383	KgCO ₂ eq/kWh	www.ree.es	2019
Fotovoltaica	0,00	KgCO ₂ eq/kWh	www.ree.es	2019

En base a estas hipótesis, los resultados para la infraestructura fotovoltaica son:

Nombre PFV	MWn	MWh/año	Tn CO ₂ /año evitadas	Tn CO ₂ evitadas
Driza Solar	84,55	165.718	63.470	1.586.750
Mástil Solar	103,65	203.154	77.808	1.945.200
			TOTAL	3.531.949

Tabla: Elaboración propia. Unidades de CO₂ en T.

4. Pérdida de sumidero de CO₂ por eliminación de la vegetación durante las obras

Para determinar el impacto de la vegetación sobre la huella de carbono, se ha extraído la información del Estudio de Impacto Ambiental en el que se detalla el número de pies de arbolado o el área de arbustos y matorrales afectados por el proyecto. También se considera si se va a compensar esta pérdida mediante reforestación o no.

La vegetación absorbe una cantidad de CO₂, donde existen diferentes depósitos de carbono como pueden ser el carbono orgánico del suelo, la biomasa aérea y subterránea, hojarasca y madera muerta, y en el que influyen numerosas variables, de manera que su cuantificación puede ser de gran complejidad.

En este sentido, los factores a considerar es el número de pies o el área de arbustos y matorrales eliminados del emplazamiento; la especie afectada en cuestión y la edad de la unidad.

Para realizar este cálculo se ha utilizado la herramienta proporcionada por el Ministerio para la Transición Ecológica. Este es un tipo de cálculo EX ANTE, es decir, son cálculos a futuro sobre cuánta absorción de CO₂ podría haber tenido esa vegetación eliminada en el emplazamiento. Sabiendo la especie del árbol, el número de pies talado y la edad aproximada, podemos saber cuánto CO₂ pudiera haber absorbido en el resto de su vida mediante la ayuda de una serie de factores de absorción que son proporcionados en el Inventario Forestal Nacional.

Se puede determinar que el impacto de eliminar dicha vegetación del emplazamiento será:

	Afecciones antes	Afecciones después	Pérdidas anuales de sumidero de CO ₂	Pérdida total de sumidero de CO ₂
Nombre PFV	Absorción T CO ₂ /año	Absorción T CO ₂ /año		
Driza Solar	1,65	3,30	-1,65	-41,25
Mástil Solar				
		TOTAL	-1,65	-41,25

Tabla: Elaboración propia. Unidades de CO₂ en T.

5. Pérdida de sumidero de CO₂ durante la explotación por mantenimiento de fajas de seguridad de tendidos

Para los tendidos eléctricos aéreos se utiliza la misma metodología que en el apartado anterior, resultando que el impacto de eliminar periódicamente la vegetación de las fajas de seguridad será:

	Afecciones antes	Afecciones después	Pérdidas anuales de sumidero de CO ₂	Pérdida total de sumidero de CO ₂
Nombre	Absorción T CO ₂ /año	Absorción T CO ₂ /año		
LAT	11,45	0,53	10,92	273,00

Tabla: Elaboración propia. Unidades de CO₂ en T.

6. Pérdida de capacidad del suelo como sumidero de CO₂

La metodología empleada para la estimación de la pérdida de la reserva de carbono en el suelo por abandono del uso original y por la eliminación/controles sistemáticos de vegetación en el parque se basa en la Guía IPCC 2006 (apartado 2.3.3, capítulo 2, volumen 4), y la Decisión de la Comisión de 10 de junio de 2010 sobre directrices para calcular las reservas de carbono en suelo a efectos del anexo V de la Directiva 2009/28/CE.

El procedimiento utilizado para estimar el cambio anual de existencias de C (*Carbon Stock Change*, CSC, en inglés) se basa en la siguiente fórmula:

$$CS_i = (SOC + C_{VEG}) \cdot A$$

- CS_i es la reserva de carbono por unidad de superficie asociada al uso del suelo *i* (medida como masa de carbono por unidad de superficie, incluidos el suelo y la vegetación).
- SOC es el carbono orgánico en suelo (medido como masa de carbono por hectárea).
- C_{VEG} es la reserva de carbono en la vegetación por encima y por debajo del suelo (medido como masa de carbono por hectárea).
- A es el factor de escala en función de la superficie de que se trate (medida en hectáreas por unidad de superficie).

El cálculo se ha basado en las siguientes hipótesis de partida:

- El contenido de SOC (*Soil Organic Carbon* en inglés), con el tiempo, alcanza un valor estable específico del uso de la tierra.
- Los cambios en las existencias de SOC se producen de manera lineal.
- El periodo por defecto por las guías del IPCC es de 20 años, momento en el cual se produce el cambio del estado estable de C en los suelos.
- Según las tablas de la Directiva, el proyecto se encuentra en:
 - Región climática: templada cálida seca.
 - Tipo de suelo: arcillosos de alta actividad.

El cálculo de la reserva de carbono orgánico en suelos minerales se basa en la fórmula siguiente:

$$SOC = SOC_{ST} \cdot F_{LU} \cdot F_{MG} \cdot F_I$$

- SOC es el carbono orgánico en suelo (medido como masa de carbono por hectárea).
- SOC_{ST} es el carbono orgánico en suelo de referencia en la capa de humus de 0 a 30 centímetros (medido como masa de carbono por hectárea).
- F_{LU} es el factor de uso del suelo que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con el tipo de uso del suelo en comparación con el SOC_{ST}.

- F_{MG} es el factor de las técnicas de cultivo que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con la práctica de cultivo de principio en comparación con el SOC_{ST} .
- F_I es el factor de insumo que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con varios niveles de insumo de carbono en suelo en comparación con el SOC_{ST} .

El cálculo de la reserva de carbono en la vegetación por encima y por debajo del suelo (C_{VEG}), se basa en los valores obtenidos directamente de la Directiva, cuadro 9 (tierras de cultivo), cuadro 11 (cultivos perennes), cuadro 13 (prados y pastizales) y cuadro 16-17 (terrenos forestales):

- Carbono orgánico en suelo en la capa de humus de 0 a 30 centímetros (CO_{Sst})
 - = 38 t de C/ha en cultivos perennes
 - = 30,4 de C/ha en tierras de cultivo y prados y pastizales
- Reserva de carbono en la vegetación por encima y por debajo del suelo (C_{veg})
 - = 43,2 t de C/ha para los cultivos perennes
 - = 0 t de C/ha para los suelos sellados
 - = 3,1 t de C/ha para prados y pastizales, con exclusión de los matorrales
- Uso del suelo actual:
 - Agrícola arbolado: olivos y otros. Superficie: 18,40 ha.
 - Tierras de cultivo. Superficie = 55,95 ha.
- Factor de conversión $CO_2/C = 3,67$ que resulta de la relación de los pesos moleculares del CO_2 y C (44/12).

El resultado de la pérdida de reserva de carbono del suelo será:

Nombre PFV	Sin proyecto		Con proyecto		Pérdidas de reserva de CO_2 del suelo
	Reservas T C	Reservas T CO_2	Reservas T C	Reservas T CO_2	
Driza Solar	6,282	23,036	5,014	18,384	4,651
Mástil Solar	8,070	29,588	7,260	26,619	2,970
			TOTAL		7,621.12

Tabla: Elaboración propia. Unidades de CO_2 en T.

6.6. Balance global

Tras el análisis realizado, el balance neto global de la instalación a lo largo de los 25 años de vida útil de los proyectos, fruto de la diferencia entre las emisiones evitadas respecto a un central de ciclo combinado y la huella de carbono de las instalaciones teniendo en cuenta todo su ciclo de vida será:

Nombre PFV	Construcción y O&M	Pérdida de reservas	Generación de Energía Renovable	Pérdida Sumidero	Emisiones de CO ₂ totales (25 años)
Driza Solar	211,375	4,651	-1,586,750	231.7	-1,370,492
Mástil Solar	259,125	2,970	-1,945,200	-	-1,683,105
				TOTAL	-3,053.596.54

Tabla: Elaboración propia. Unidades de CO₂ en T.

Esto es debido a que, a pesar de que la fabricación de los paneles solares y la construcción y operación de este tipo de proyectos conllevan unas emisiones de CO₂ equivalente asociadas y la destrucción de la capacidad sumidero, existe una amplia compensación gracias a las emisiones evitadas a causa de la generación de electricidad a partir de esta fuente renovable frente a su generación con alternativas convencionales.

En el siguiente gráfico se puede observar como todas las emisiones de CO₂ liberadas debido a la huella de carbono de la planta y a la destrucción de la capacidad sumidero del terreno son compensadas a partir del 3º o 4º año de funcionamiento de la planta.

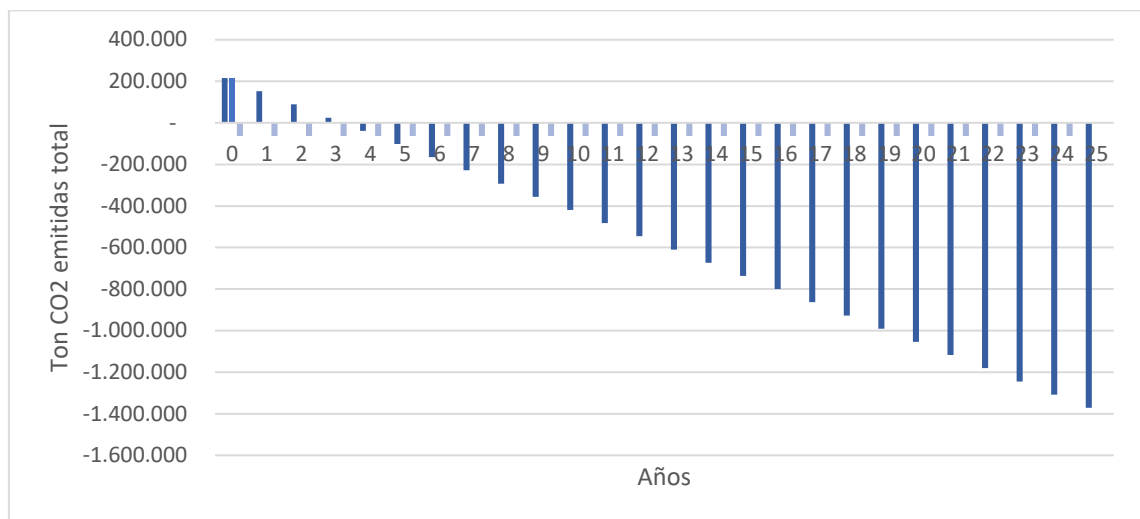


Tabla: Elaboración propia. Unidades de CO₂ en T.

ANEXO 1: PÉRDIDA DE SUMIDERO DE CO₂ POR ELIMINACIÓN DE LA VEGETACIÓN DURANTE LAS OBRAS Y EN FASE DE EXPLOTACIÓN

Tabla de absorciones de CO₂ de arbolado (según Calculadora del MITERD)

Especie	Absorciones acumuladas estimadas (t CO ₂ /pie)					Fuente
	20 años	25 años	30 años	35 años	40 años	
<i>Abies alba</i>	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Abies pinsapo</i>	0,22	0,27	0,33	0,38	0,44	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Acer spp.</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Alnus spp.</i>	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Amelanchier ovalis</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Arbutus unedo</i>	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Betula spp.</i>	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Carpinus betulus</i>	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	Asimilación
<i>Castanea sativa</i>	0,12	0,16	0,19	0,22	0,25	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Ceratonia siliqua</i>	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Cedrus atlantica</i>	0,35	0,63	1,30	2,88	3,40	Asimilación
<i>Celtis australis</i>	0,29	0,72	1,01	1,44	1,90	Asimilación
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Cornus sanguinea</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Corylus avellana</i>	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Crataegus spp.</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Cupressus arizonica</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación
<i>Cupressus macrocarpa</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación
<i>Cupressus sempervirens</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación
<i>Erica arborea</i> (Canarias)	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0,40	1,00	1,57	2,23	3,53	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,57	1,39	2,04	3,00	4,87	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Fagus sylvatica</i>	0,00	0,02	0,03	0,07	0,23	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Fraxinus spp.</i>	0,09	0,11	0,18	0,29	0,33	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Ilex aquifolium</i>	0,03	0,04	0,05	0,08	0,10	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)

<i>Ilex canariensis</i>	0,04	0,04	0,05	0,12	0,14	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Juglans regia</i>	0,12	0,16	0,19	0,22	0,25	Asimilación
<i>Juniperus oxycedrus, J. communis</i>	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Juniperus phoenicea</i>	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Juniperus thurifera</i>	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Larix spp.</i>	0,34	0,43	0,52	0,60	0,69	Tabla 201 e Inventario de emisiones 1990-2012
<i>Laurus azorica</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Laurus nobilis</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Malus sylvestris</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Asimilación
<i>Myrica faya</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Myrtus communis</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Olea europaea</i>	0,04	0,05	0,08	0,10	0,11	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Phillyrea latifolia</i>	0,03	0,03	0,09	0,17	0,20	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Phoenix spp.</i>	0,31	0,57	0,90	1,24	1,37	Asimilación
<i>Picea abies</i>	0,35	0,63	1,30	2,88	3,40	Asimilación
<i>Pinus canariensis</i>	0,03	0,07	0,14	0,16	0,18	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus halepensis</i>	0,03	0,04	0,08	0,14	0,16	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus nigra</i> Sistema Ibérico	0,03	0,04	0,05	0,11	0,13	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus nigra</i> (Resto)	0,03	0,03	0,08	0,09	0,11	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus pinaster ssp. atlantica</i> Zona Norte interior	0,23	0,41	0,58	0,74	0,91	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus pinaster ssp. atlantica</i> Zona Norte costera	0,33	0,54	0,69	0,81	0,92	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus pinaster ssp. mesogeensis</i> Sistema Central	0,12	0,15	0,18	0,26	0,36	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus pinaster</i> (Resto)	0,02	0,03	0,03	0,08	0,09	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus pinea</i>	0,06	0,10	0,17	0,20	0,29	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus radiata</i>	0,46	0,79	1,17	1,56	1,78	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus sylvestris</i> Sistema Central	0,02	0,05	0,06	0,15	0,17	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus sylvestris</i> Sistema Ibérico	0,03	0,04	0,05	0,09	0,11	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus sylvestris</i> Pirineos	0,04	0,05	0,07	0,11	0,17	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus sylvestris</i> (Resto)	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus uncinata</i>	0,04	0,05	0,09	0,11	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pistacia terebinthus</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación

<i>Platanus hispanica</i>	0,21	0,46	0,67	0,92	1,26	Asimilación
<i>Populus alba</i>	0,21	0,46	0,67	0,92	1,26	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Populus nigra</i>	0,29	0,72	1,01	1,44	1,90	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Populus x canadensis</i>	0,34	0,81	1,18	1,55	2,02	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Prunus spp.</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Asimilación
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0,35	0,63	1,30	2,88	3,40	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pyrus spp.</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Asimilación
<i>Quercus canariensis</i>	0,05	0,06	0,13	0,15	0,17	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus faginea</i>	0,04	0,05	0,10	0,11	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus ilex</i>	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	Tabla 201 e Inventario de emisiones 1990- 2012
<i>Quercus petraea</i>	0,06	0,07	0,18	0,21	0,24	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus pubescens</i>	0,07	0,12	0,15	0,23	0,26	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus pyrenaica</i>	0,05	0,07	0,15	0,17	0,20	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus robur</i>	0,07	0,16	0,19	0,22	0,34	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus rubra</i>	0,07	0,18	0,22	0,35	0,40	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus suber</i>	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	Tabla 201 e Inventario de emisiones 1990- 2012
<i>Rhamnus alaternus</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Robinia pseudacacia</i>	0,06	0,16	0,19	0,34	0,39	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Salix spp.</i>	0,31	0,57	0,90	1,24	1,37	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Sorbus spp.</i>	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Tamarix spp.</i>	0,03	0,07	0,08	0,14	0,16	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Taxus baccata</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación
<i>Tetraclinis articulata</i>	0,03	0,07	0,08	0,14	0,16	Asimilación
<i>Thuja spp.</i>	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	Asimilación
<i>Tilia spp.</i>	0,05	0,06	0,09	0,12	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Ulmus spp.</i>	0,18	0,23	0,27	0,50	0,58	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)

Tabla de absorciones de arbustivas

Table 4.14 CO₂ capture potential rates of non-urbanizable land uses and crops

Land use	Capture potential (tCO ₂ /ha)	Source
Poplar	18.66	Own elaboration based on data from CITA (2008)
Conifer	19.24	Own elaboration based on data from García et al. (2010)
Conifer and other non-conifer species	15.87	Own elaboration based on data from García et al. (2010)
Irrigated arable crops	36.75	Own elaboration based on data from Martínez-Val (2008)
Dry crops	13.45	Own elaboration based on data from Carvajal (2011)
Bushes	4.50	Own elaboration based on data from García et al. (2010)
Bush with conifer	1.55	Own elaboration based on data from García et al. (2010)
Bush with other non-conifer	2.38	Own elaboration based on data from García et al. (2010)
Cry olive trees	6.59	Own elaboration based on data from Domenech et al. (2011)
Other non-conifer	12.50	Own elaboration based on data from García et al. (2010)
Grass	8.82	Own elaboration based on data from Martínez-Val (2008)
Grass-bush	5.94	Own elaboration based on data from García et al. (2010) and Martínez-Val (2008)
Irrigated vineyard	19.11	Own elaboration based on data from Carvajal (2011)
Dry vineyard	6.26	Own elaboration based on data from Carvajal (2011)
Dry crops with other non-conifer	19.70	Own elaboration based on data from García et al. (2010) and Carvajal (2011)
Irrigated fruit trees	21.92	Own elaboration based on data from Carvajal (2011)
Dry fruit trees	6.30	Own elaboration based on data from Domenech et al. (2011)
Horticultural crops	12.58	Own elaboration based on data from Carvajal (2011)
Vineyard with olive trees	13.19	Own elaboration based on data from CITA (2008)
Irrigated olive trees	20.12	Own elaboration based on data from CITA (2008)
Bush with conifer and non-conifer	1.55	Own elaboration based on data from García et al. (2010)

(continued)

Table 4.14 (continued)

Land use	Capture potential (tCO ₂ /ha)	Source
Conifer with eucalyptus trees	31.26	Own elaboration based on data from García et al. (2010)
Olive trees with conifer	12.91	Own elaboration based on data from García et al. (2010) and Domenech et al. (2011)
Grass with non-conifer	3.54	Own elaboration based on data from García et al. (2010)
Grass-bush with non-conifer	5.45	Own elaboration based on data from García et al. (2010)
Dry crops bush with conifer and non-conifer	21.25	Own elaboration based on data from García et al. (2010) and Carvajal et al. (2011)
Vineyard with fruit trees	6.28	Own elaboration based on data from Carvajal (2011) and Domenech et al. (2011)
Natural pasture	6.33	Own elaboration based on data from CITA (2008)
Eucalyptus	43.18	Own elaboration based on data from Norverto (2003)

Vegetación afectada

A continuación, en la siguiente tabla se detalla el tipo de vegetación y las especies (si procede) que se verán afectadas por las obras o labores de mantenimiento (rozas/talas) y el estado postconstrucción. La cantidad de CO₂ obtenida en toneladas es la diferencia de la vegetación en su estado final y su estado inicial multiplicada por sus factores de absorción correspondientes.

3_GP03_190														
Vegetación Mastil+Driza Solar 190														
Fuente: P. 476 y P.211 02.EsIA_GP03_Mástil_Driza_reducido														
AFECCIONES ANTES							AFECCIONES DESPUÉS							
TIPO	Especie	N pies ¹	Ha ¹	T CO ₂ /pie ^{2 4}	T CO ₂	Actuación	TIPO	Especie	Actuación	N pies (compensado) ¹	Ha ¹	T CO ₂ /pie ^{3 4}	T CO ₂	Resultante Pérdidas T CO ₂
Arbolado	-	440		0,00375	1,650	Tala	Arbolado	-	Replantación	2200	-	0,0015	3,300	-1,65
TOTAL					1,650		TOTAL						3,300	-1,65
1 Valores obtenidos del Estudio de Impacto Ambiental.														
2 Factor de absorción de un árbol maduro con un valor medio de 40 años de edad.														
3 Factor de absorción de un árbol joven con un valor medio de 20 años de edad.														
4 Valor expresado en toneladas por pie para el caso de árboles y en toneladas por hectárea para arbustos y matorrales.														
LAT														
Fuente: P.195 210527_EsIA_GP03_TL2														
AFECCIONES ANTES							AFECCIONES DESPUÉS							
POR CONSTRUCCIÓN														
TIPO	Especie	N pies ¹	Ha ¹	T CO ₂ /pie ^{2 4}	T CO ₂	Actuación	TIPO	Especie	Actuación	N pies (compensado) ¹	Ha ¹	T CO ₂ /pie ^{3 4}	T CO ₂	Resultante Pérdidas T CO ₂
Prado	Prado con tomillo	-	0,035	4,5	0,158	Desbroce	Prado	Prado con tomillo	-	-	0,035	4,5	0,158	0,47
Prado	Prado con tomillo	-	0,005		0,023	Desbroce	Prado	Prado con tomillo	-	-				
Prado	Prado con tomillo	-	0,035		0,158	Desbroce	Prado	Prado con tomillo	-	-				
Prado	Prado con tomillo	-	0,0637		0,287	Desbroce	Prado	Prado con tomillo	-	-				
Prado	Prado con tomillo	-	73m tránsito	4,5	0,131	Desbroce	Prado	Prado con tomillo	-	-	0,000	4,5	0,000	0,13
Prado	Tomillar	-	0,035	4,5	0,158	Desbroce	Prado	Tomillar	-	-	0,000	4,5	0,000	0,69
Prado	Tomillar	-	0,0126		0,057	Desbroce	Prado	Tomillar	-	-				
Prado	Tomillar	-	0,035		0,158	Desbroce	Prado	Tomillar	-	-				
Prado	Tomillar	-	0,035		0,158	Desbroce	Prado	Tomillar	-	-				
Prado	Tomillar	-	0,035		0,158	Desbroce	Prado	Tomillar	-	-				
Prado	Tomillar	-	5m tránsito	4,5	0,009	Desbroce	Prado	Tomillar	-	-	0,000	4,5	0,000	0,01
Prado	Tomillar	-	17m tránsito	4,5	0,031	Desbroce	Prado	Tomillar	-	-	0,000	4,5	0,000	0,03
Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis	71	0,035	0,00375	0,266	Tala	Arbolado	Pinar de pino carrasco	Replantación	355	0,000	0,0015	0,533	-0,27
Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis		Tala			Arbolado	Pinar de pino carrasco	Replantación						
Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis		Tala			Arbolado	Pinar de pino carrasco	Replantación						
Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis		Tala			Arbolado	Pinar de pino carrasco	Replantación						
Arbolado	Quercus ilex	4	-	0,0025	0,010	Tala	Arbolado	Quercus ilex	Replantación	20		0,0025	0,050	-0,04
Arbolado	Quercus europaea	2	-	0,0025	0,005	Tala	Arbolado	Quercus europaea	Replantación	10		0,0025	0,025	-0,02
TOTAL					1,763		TOTAL						0,765	1,00
CALLE DE SEGURIDAD														
TIPO	Especie	N pies ¹	Ha ¹	T CO ₂ /pie ^{2 4}	T CO ₂	Actuación	TIPO	Especie	Actuación	N pies (compensado) ¹	Ha ¹	T CO ₂ /pie ^{3 4}	T CO ₂	Resultante Pérdidas T CO ₂
Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis	71	0,2822	0,00375	0,266	Tala	Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis	Replantación	355		0,0015	0,533	-0,27
Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis		Tala			Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis	Replantación						
Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis		Tala			Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis	Replantación						
Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis		Tala			Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis	Replantación						
Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis		Tala			Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis	Replantación						
Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis		Tala			Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis	Replantación						
Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis		0,058			Tala	Pinar de pino carrasco	Pinus halepensis	Replantación					
Coscojar	Q. coccifera arbustiva>2m (40%)	0	0,83	4,5	3,729	Se podría requerir desbroces de retamas >2m	Coscojar	Q. coccifera arbustiva>2m (40%)	-	-	2,016	0	0,000	11,19
Coscojar	Q. coccifera arbustiva>2m (40%)	0	0,83		3,729	Se podría requerir desbroces de retamas >2m	Coscojar	Q. coccifera arbustiva>2m (40%)	-	-				
Coscojar	Q. coccifera arbustiva>2m (40%)	0	0,83		3,729	Se podría requerir desbroces de retamas >2m	Coscojar	Q. coccifera arbustiva>2m (40%)	-	-				
TOTAL					11,452		TOTAL						0,533	10,92
1 Valores obtenidos del Estudio de Impacto Ambiental.														
2 Factor de absorción de un árbol maduro con un valor medio de 40 años de edad.														
3 Factor de absorción de un árbol joven con un valor medio de 20 años de edad.														
4 Valor expresado en toneladas por pie para el caso de árboles y en toneladas por hectárea para arbustos y matorrales.														

ANEXO 2: PÉRDIDA DE CAPACIDAD DEL SUELO COMO SUMIDERO DE CO₂

Resultados

A continuación, se presentan los resultados de las reservas de carbono resultantes en Toneladas en masa de Carbono. En la tabla siguiente se muestran todos los parámetros intermedios calculados. Cabe destacar que la información relativa a tipo de terreno, especie, número de pies y Ha son extraídos de los estudios de impacto medioambiental. En los casos en que la información no es suficiente para la realización de todos los cálculos, se ha recurrido a los archivos GIS.

3_GP03_190																				
Vegetación Mastil solar 190																				
Sin Proyecto										Con Proyecto										
TIPO¹	Especie	Ha²	C _{VEG} (Tm C/ha)	SOC _{ST}	F _{LU}	F _{MG}	F _I	SOC (Tm C/ha)	Csi (Tm C)	TIPO³	Ha³	C _{VEG} (Tm C/ha)	SOC _{ST}	F _{LU}	F _{MG}	F _I	SOC (Tm C/ha)	Csi (Tm C)		
Superficie sobre labor	-	229,13	0	38	0,8	1,02	1	31,01	7.104,86	Superficie sobre labor	164,15	0	38	0,8	1,02	1	31,01	5.089,94		
Superficie sobre pasto	-	22,84	3,1	38	1	1	1	38,00	938,72	Superficie sobre pasto	16,72	3,1	38	1	1	1	38,00	687,30		
Superficie sobre improductivo	-	0,00	0	38	0	0	0	0,00	0,00	Superficie sobre improductivo	0,00	0	38	0	0	0	0,00	0,00		
Arbolado	-	0,50	14	38	1	1	1	38,00	26,00	Infraestructura	7,89	0	38	0	0	0	0,00	0,00		
										Sup. bajo panel	55,23	0	38	1	0,7	1	26,60	1.469,12		Csi resultante (Tm C)
										Zanjas líneas	7,98	0	38	0	0	0	0,00	0,00		
										Sup. Arbolado (eliminado)	0,50	0	38	1	0,7	1	26,60	13,30		
TOTAL	-	252,47	17,10	152,00	2,80	3,02	3	107,01	8.069,59	TOTAL	252,47	3,10	266,00	3,80	3,42	4	122,21	7.259,66		809,93
¹ Valores obtenidos del Estudio de Impacto Ambiental pág. 105 y 211 doc. 02.EsIA_GP03_Mástil_Driza_reducido.pdf										³ Valores obtenidos del Estudio de Impacto Ambiental pág. 105 y 211 doc. 02.EsIA_GP03_Mástil_Driza_reducido.pdf. La sup. en Ha de labor, pasto e improductivo se obtienen de la tabla 36 (pág. 105) mediante los 180,87 Ha de la sup. Total no ocupada temporal.									Csi resultante (T CO2)	
² Para labor, pasto e improductivo, las Ha provienen de la fuente ¹. En el caso del arbolado, se ha obtenido de ¹ el nº de pies de cada especie, y mediante los planos en GIS se han convertido a Ha.																			2.969,75	
Vegetación Driza solar 190																				
Sin Proyecto										Con Proyecto										
TIPO¹	Especie	Ha²	C _{VEG} (Tm C/ha)	SOC _{ST}	F _{LU}	F _{MG}	F _I	SOC (Tm C/ha)	Csi (Tm C)	TIPO³	Ha³	C _{VEG} (Tm C/ha)	SOC _{ST}	F _{LU}	F _{MG}	F _I	SOC (Tm C/ha)	Csi (Tm C)		
Superficie sobre labor	-	189,44	0	38	0,8	1,02	1	31,01	5.874,16	Superficie sobre labor	112,42	0	38	0,8	1,02	1	31,01	3.486,01		
Superficie sobre pasto	-	4,00	3,1	38	1	1	1	38,00	164,40	Superficie sobre pasto	2,37	3,1	38	1	1	1	38,00	97,32		
Superficie sobre improductivo	-	0,00	0	38	0	0	0	0,00	0,00	Superficie sobre improductivo	0,00	0	38	0	0	0	0,00	0,00		
Arbolado	-	4,69	14	38	1	1	1	38,00	243,88	Infraestructura	24,05	0	38	0	0	0	0,00	0,00		
										Sup. bajo panel	49,09	0	38	1	0,7	1	26,60	1.305,79		Csi resultante (Tm C)
										Zanjas líneas	5,51	0	38	0	0	0	0,00	0,00		
										Sup. Arbolado (eliminado)	4,69	0	38	1	0,7	1	26,60	124,75		
TOTAL	-	198,13	17,10	152,00	2,80	3,02	3	107,01	6.282,44	TOTAL	198,13	3,10	266,00	3,80	3,42	4	122,21	5.013,88		1.268,55
¹ Valores obtenidos del Estudio de Impacto Ambiental pág. 106 y 211 doc. 02.EsIA_GP03_Mástil_Driza_reducido.pdf. Como la tabla 37 (Driza) tiene gran parte de sus valores 0, se han restado los valores de la tabla 96 (total) con los de la tabla 36 (Mástil).										³ Valores obtenidos del Estudio de Impacto Ambiental pág. 106 y 211 doc. 02.EsIA_GP03_Mástil_Driza_reducido.pdf. Como la tabla 37 (Driza) tiene gran parte de sus valores 0, se han restado los valores de la tabla 96 (total) con los de la tabla 36 (Mástil). La sup. en Ha de labor, pasto e improductivo se obtienen como en Mástil solar.									Csi resultante (T CO2)	
² Para labor, pasto e improductivo, las Ha provienen de la fuente ¹. En el caso del arbolado, se ha obtenido de ¹ el nº de pies de cada especie. y mediante los planos en GIS se han convertido a Ha.																			4.651,37	

Es necesario realizar algunas observaciones/aclaraciones sobre la tabla:

- Las infraestructuras de los tres parques consisten en la superficie correspondiente a cimentaciones de edificios, CT's y viales interiores. Tiene un $C_{VEG}=0$ porque se considera que se ha eliminado los 30 cm que componen el sustrato vegetal. Además, se anula el cálculo ya que su F_{LU} , F_{MG} y F_I son 0 debido a que no se considera ningún uso en el suelo (cultivo, matorral, pradera o forestal).
- La superficie bajo los paneles de los tres parques tiene un $C_{VEG}=0$ porque se considera que se ha eliminado los 30 cm que componen el sustrato vegetal. Los valores de F_{LU} , F_{MG} y F_I se corresponden con prados y pastizales con degradación grave (debido a graves daños mecánicos).
- Las zanjas de las líneas de los tres parques tienen un $C_{VEG}=0$ porque se considera que se ha eliminado los 30 cm que componen el sustrato vegetal. Además, se anula el cálculo ya que su F_{LU} , F_{MG} y F_I son 0 debido a que no se considera ningún uso en el suelo (cultivo, matorral, pradera o forestal).
- La superficie arbolada de los tres parques se considera eliminada por completo y no se tienen en cuenta futuras compensaciones con repoblaciones (solo para este caso de estudio del suelo). El terreno resultante se considera de similares características al existente bajo los paneles fotovoltaicos.