



# PLAN ESTRATÉGICO DE IMPACTO SOBRE EL EMPLEO LOCAL Y LA CADENA DE VALOR INDUSTRIAL DEL PROYECTO ADJUDICATARIO DE LA SUBASTA DEL 26 DE ENERO DE 2021

Zaragoza

---

> DOCUMENTO

*Plan estratégico de impacto sobre el empleo local y la cadena de valor industrial*

> LUGAR Y FECHA

*Albacete, 24 de marzo 2021*

> PROMOTOR

*LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY SPAIN DEVELOPMENT S.L.*

> DESTINATARIO

*Dirección General de Política Energética y Minas*

*Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
1.1. Objeto .....	3
1.2. Marco legal.....	4
1.3. Datos generales .....	5
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INVERSIONES A REALIZAR .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ESTRATEGIA DE COMPRAS Y CONTRATACIÓN.....</b>	<b>9</b>
3.1. Estrategia de compras .....	9
3.2. Estrategia de contratación.....	10
<b>4. ESTIMACIÓN DE EMPLEO DIRECTO E INDIRECTO CREADO .....</b>	<b>11</b>
4.1. La huella de empleo y la distribución territorial de los impactos.....	11
4.2. Metodología de cálculo .....	12
4.3. Huella de empleo de las fases de construcción y puesta en marcha .....	14
4.4. Huella de empleo de las actividades de operación y mantenimiento durante la explotación. ....	16
<b>5. OPORTUNIDADES PARA LA CADENA DE VALOR INDUSTRIAL.....</b>	<b>19</b>
5.1. La huella económica y la generación de rentas.....	19
5.2. Huella económica de la construcción y puesta en marcha de las instalaciones .....	20
5.3. Huella económica de las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones .....	22
<b>6. ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN RELACIÓN CON EL TRATAMIENTO DE LOS EQUIPOS AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL.....</b>	<b>25</b>
6.1. Desmantelamiento del proyecto .....	25
6.2. Los paneles fotovoltaicos al final de su vida útil .....	25
6.3. Tratamiento de los equipos .....	26
6.4. Estrategia de economía circular.....	28
<b>7. ANÁLISIS DE EFECTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO: LA HUELLA DE CARBONO</b>	<b>29</b>
7.1. Producción de energía y mitigación del cambio climático .....	29
7.2. Análisis de la huella de carbono durante el ciclo de vida de las instalaciones.....	30
7.3. Indicadores sobre la superficie ocupada .....	31
7.4. Cálculo de la pérdida de la reserva de carbono orgánico contenida en el suelo y en la vegetación.....	31
7.5. Balance global.....	32
<b>8. FECHA Y FIRMA.....</b>	<b>34</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Objeto

El objeto de este informe es detallar el Plan estratégico de impacto sobre el empleo local y la cadena de valor industrial tal como se establece en la Resolución de 10 de diciembre de 2020, de la Secretaría de Estado de Energía. Dicho Plan estratégico formará parte de la documentación adicional requerida en la solicitud de inscripción en el Registro electrónico del régimen económico de energías renovables en estado de preasignación de acuerdo con lo previsto en el artículo 26 del Real Decreto 960/2020.

Plan Estratégico de impacto sobre el empleo local y la cadena de valor industrial  
(Art 13 Orden y Apartado 9 y 10 Resol.)

Descripción general de las inversiones a realizar.

Estrategia de compras y contratación.

Estimación de **empleo directo e indirecto** creado durante el proceso de construcción y puesta en marcha de las instalaciones y durante la operación de las mismas.

Oportunidades para la **cadena de valor industrial** local, regional, nacional y comunitaria.

Estrategia de **economía circular** en relación con el tratamiento de los equipos al final de su vida útil.

Análisis de la **huella de carbono** durante el ciclo de vida de las instalaciones, incluyendo fabricación y transporte de los equipos principales que las componen.

Figura 1.1.a Contenidos mínimos del Plan Estratégico. Fuente: SEE Presentación subasta renovables (16/12/2020).

El Plan estratégico de impacto sobre el empleo local y la cadena de valor industrial en estado de preasignación (Fase 1) será actualizado y concretado en planes específicos para cada uno de las instalaciones identificadas en un periodo de 3 meses a contar desde la fecha de finalización del plazo para la identificación de las instalaciones (Fase 2). Con lo que teniendo en cuenta los 6 meses adicionales desde que se publica la inscripción en el registro de preasignación (abril 2021) se estima en un mínimo de 9 meses para la elaboración del Plan de detalle.

En último lugar, en el momento de solicitar la inscripción en el Registro electrónico del régimen económico de energías renovables en estado de explotación (Fase 3), se incluirá el Plan definitivo, el cual deberá recoger el nivel de cumplimiento de las previsiones realizadas en el Plan presentado tras la identificación de las instalaciones.

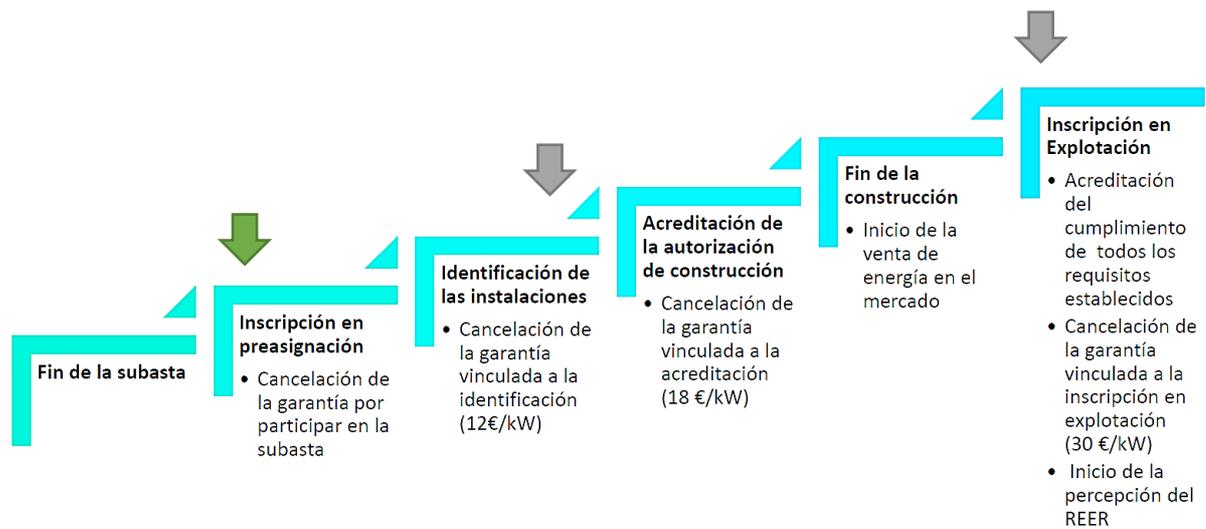


Figura 1.1.b Fases del procedimiento administrativo (en verde la fase actual en la que se enmarca el presente documento y en gris las futuras actualizaciones, Fases 2 y 3). Fuente: SEE Presentación subasta renovables (16/12/2020).

## 1.2. Marco legal

A continuación, se enumeran las normas que se han tenido en cuenta para la redacción del presente informe siguiendo un orden cronológico de aparición:

- Real Decreto 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.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 960/2020, de 3 de noviembre, por el que se regula el régimen económico de energías renovables para instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Orden TED/1161/2020, de 4 de diciembre, por la que se regula el primer mecanismo de subasta para el otorgamiento del régimen económico de energías renovables y se establece el calendario indicativo para el periodo 2020-2025.
- Resolución de 10 de diciembre de 2020, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se convoca la primera subasta para el otorgamiento del régimen económico de energías renovables al amparo de lo dispuesto en la Orden TED/1161/2020, de 4 de diciembre.

- Resolución de 26 de enero de 2021, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se resuelve la primera subasta celebrada para el otorgamiento del régimen económico de energías renovables al amparo de lo dispuesto en la Orden TED/1161/2020, de 4 de diciembre.

### 1.3. Datos generales

La compañía promotora del proyecto es LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY SPAIN DEVELOPMENT S.L. (en adelante LIGHTSOURCE BP) con CIF B88187588 y con domicilio social en calle Pradillo, 5 BJ EXT DR, Madrid, 28002.

La oferta adjudicataria de la primera subasta para la asignación del régimen económico de energías renovables al amparo de lo dispuesto en la Orden TED/1161/2020, de 4 de diciembre objeto del presente informe es la siguiente:

Nombre adjudicatario	CIF	Tecnología	Subgrupo art 2 RD 413/2014	Código	Precio de adjudicación (euros/MWh)	Potencia adjudicada (KW)
LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY SPAIN DEVELOPMENT S.L.	B88187588	Fotovoltaica.	b.1.1	UA_21_01_00025	23,97	5.044

**Tabla 1.3.** Relación de ofertas adjudicatarias de la primera subasta para la asignación del régimen económico de energías renovables.  
Fuente: anexo I de la Resolución de 26 de enero de 2021.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INVERSIONES A REALIZAR

La empresa promotora del proyecto LIGHTSOURCE BP tiene prevista la instalación de 5.044 KW nominales. A fecha de elaboración de este informe, y dada la incertidumbre que se tiene sobre los planes de ejecución reales de las inversiones, sobre listados de proveedores, localizaciones, u otros, no podemos más que esbozar una descripción general de las inversiones a realizar. El objetivo de este esfuerzo es presentar unas primeras estimaciones de impactos sobre el empleo y la generación de rentas de la ejecución de la planta. Para ello, se ha decidido, tentativamente, estimar tanto un volumen de inversión como unos vectores de inversión que nos permitan obtener una primera fotografía de los impactos esperados. En concreto, y como punto de partida, se estima que la inversión de LIGHTSOURCE BP para cubrir los 5.044 kW nominales propuestos se aproximará a un total de 3.600.000 euros.

Para poder estimar adecuadamente el impacto en generación de rentas y sobre el empleo a lo largo de la cadena de valor, es necesario conocer, de primera mano, cuál será el plan de inversión (CAPEX) de la empresa para llevar a cabo la puesta en marcha de la instalación. Para ello, se tendrán en consideración, entre muchas otras, cuestiones relativas al entorno socioeconómico de la zona objetivo, a la estructura productiva de la región donde se haga la instalación, al origen (local, regional, nacional o internacional) de las empresas que formen parte de en la construcción de la planta, y cuestiones de corte cualitativo relativas al tipo de empleo generado, por ejemplo. Será imprescindible, por tanto, contar con ese plan de inversiones detallado por fases y partidas, al cual se tendrá acceso en un momento posterior en el tiempo.

Dada la fase inicial en la que se encuentra el proyecto, se hace imprescindible estimar ahora algunas de las variables clave a concretar en los próximos meses. Tomando como referencia estructuras prototípicas de proyectos de ejecución de instalaciones fotovoltaicas en España y la información provista por fuentes de la literatura de referencia, proponemos esbozar una función de inversión identificando y desgajando algunas de las principales actividades que la conformarán.

En estas primeras estimaciones del impacto socioeconómico de la instalación, supondremos que, aproximadamente un 80% del total de inversión irá dedicada a la compra e instalación de los equipos principales, compuestos, principalmente por los módulos fotovoltaicos, seguidores, inversores, centros de transformación, etc. En torno a un 10% del total de la inversión puede estimarse que irá dedicada a cuestiones relativas a obra civil, de las que las actividades de cimentación coparán gran parte de las partidas de gasto aquí incluidas. Otras partidas de gasto que previsiblemente tendrán lugar en estos procesos de obra civil son las derivadas de actividades de acondicionamiento de los

espacios, zanjeado y vallados de seguridad y control. La siguiente partida, por volumen de importancia, entorno a un 7% del total de la inversión, en el proceso de inversión de la empresa es la de los sistemas eléctricos, los cuales incluyen toda la compra de cableado necesario para poner en funcionamiento la instalación. Por último, y de manera más residual, la empresa promotora tendrá que hacerle con sistemas de monitorización, de seguridad y control, edificaciones de dimensiones reducidas, así como tendrá que gestionar temas relacionados con la generación y tratamiento de residuos, así como de cuestiones de seguridad. La conformación de este vector de inversión en base a las partidas estimadas y al volumen de inversión planteado, nos permitirá ofrecer una primera aproximación de resultados relativos a los impactos sobre el valor añadido y el empleo, directos e indirectos, que tendrán lugar desde el inicio de la construcción de la planta.

Para ello, en la siguiente fase, se incluirán, entre otros, datos relativos a las empresas de mantenimiento, con estimaciones de producción y actividad de la planta, rentas por arrendamientos, así como con datos cualitativos relativos al empleo generado.

Dada la etapa inicial del proyecto presentado, se propone una estimación de costes aproximada con el objeto de identificar los impactos de la planta durante su vida útil. En concreto, y siguiendo algunas de las estimaciones presentadas en la literatura de referencia en la materia, se estiman un OPEX de aproximadamente 10 euros por KW por año<sup>1</sup>. Lo que, en el caso de LIGHTSOURCE BP, eleva el coste hasta unos 50.000 euros anuales. Se estima una vida útil de la planta 30 años y una producción promedio de 12.096 MWh anuales. Asimismo, en base al trabajo de Steffen et al. (2020) la estructura de gasto del OPEX considera, más allá de la posible generación de rentas derivadas del alquiler, que aproximadamente el 40% de los costes son relativos al mantenimiento y reparaciones en la planta, un 28% relativos a labores técnicas y comerciales y un 32% relativo a operaciones en el terreno como limpieza, seguridad, etc.

Finalmente, la aportación que la instalación fotovoltaica realice a la generación de riqueza y renta local, regional y nacional estará también conformada por el importe de las tasas públicas pagadas y por los impuestos realizados, tanto en la fase de construcción y puesta en marcha de la instalación como en la fase de operación. Por ello, la estimación de esas tasas e impuestos permitirá completar

---

<sup>1</sup> - Steffen B, Beuse M, Tautorat P, Schmidt TS. Experience Curves for Operations and Maintenance Costs of Renewable Energy Technologies. Joule 2020; 4: 359-375.

el impacto que en términos de empleo y de generación de valor añadido tiene la instalación fotovoltaica y su desagregación espacial.

### 3. ESTRATEGIA DE COMPRAS Y CONTRATACIÓN

Las estrategias de compras y de contratación pueden verse afectadas por un entorno cambiante y dinámico. Los cambios que afectan en general a la economía transforman la forma en la que las organizaciones adquieren y contratan los distintos bienes y servicios que necesitan para operar. Como resultado, están emergiendo nuevas estrategias, capacidades, conocimientos y herramientas para abordar los retos y oportunidades de un entorno cambiante. Se hace, por tanto, cada vez más necesario buscar un equilibrio entre la creación de valor a corto y a largo plazo.

#### 3.1. Estrategia de compras

La estrategia de compras de LIGHTSOURCE BP en la ejecución del proyecto tendrá en cuenta tanto las necesidades de gasto directo e indirecto, como la incertidumbre asociada a las estrategias internacionales de contratación y las posibles rupturas de stocks. En este sentido, el aprendizaje acumulado en el último año derivado de la pandemia de la COVID-19 y la crisis económica que la acompaña, donde las rupturas de stocks internacionales comprometieron la ejecución de muchos proyectos empresariales, se ha tenido en cuenta en la estrategia de la compañía. Así, por ejemplo, el *nearshoring* se erige como una estrategia a valorar con la finalidad de acercar a los suministradores y hacer más accesibles los recursos y activos externos que el proyecto puede necesitar para cumplir su misión de manera oportuna, económica y eficiente. La búsqueda constante de, los cada vez más consolidados, suministradores nacionales de los inputs necesarios en las fases de CAPEX y OPEX del proyecto será la estrategia que seguir por parte de la compañía. En la medida que estos suministradores sean nacionales, los efectos multiplicadores de rentas y empleo conformarán mayores impactos positivos sobre el conjunto de la economía española. Este tipo de estrategias, por tanto, lograrán ampliar las externalidades positivas derivadas de la ejecución del proyecto al afectar también, positivamente, a la cadena de valor doméstica.

En esta misma línea, se tiene presente la posibilidad de perseguir objetivos secundarios con estas estrategias de compras y contratación. Podemos destacar entre ellos el compromiso de insertar el proyecto en el entorno local y regional implementando una cadena de valor que, en la medida de lo posible, valore y utilice bienes y servicios y empleo locales. Con ello, se maximizaría el impacto positivo del proyecto en el área más cercana de influencia. Todos estos aspectos, sobre todo los referentes a la contratación de empresas locales suministradoras de inputs, estarán limitados por la existencia de capacidad productiva instalada en la zona del proyecto. Este hecho puede suponer una limitación en la consecución de estos objetivos, tanto para el abastecimiento de las necesidades directas como también indirectas. Sin embargo, el momento que vive el conjunto de la industria

fotovoltaica en España hace pensar que la capacidad productiva doméstica es cada vez más amplia en todas las facetas y actividades que se desarrollan dentro del sector, atendiendo a los resultados presentados por el propio sector en informes de actividad en los últimos años.

### **3.2. Estrategia de contratación**

En términos de empleo, el compromiso de LIGHTSOURCE BP será siempre el de lograr que las condiciones de los contratos sean de la mayor calidad posibles, más allá de las contrataciones por obra y servicio que deban llevarse a cabo. En este sentido, y siempre que las condiciones lo permitan, la compañía se comprometerá a seguir una estrategia de contratación a tiempo completo y con unas tasas de temporalidad reducidas. Además, dentro de los planes estratégicos de igualdad de género de la compañía, la política a desarrollar se basará en el cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2030 al respecto de este tema. La estrategia sobre la contratación, formación y condiciones laborales velará, primero, por no generar accesos discriminatorios a los puestos de trabajo por cuestión de sexo independientemente de cuestiones relativas a la responsabilidad o cualificación del puesto. Segundo, perseguirá la igualdad salarial plena entre hombres y mujeres, prestando especial atención a la mejora de los beneficios sociales. Tercero y último, apostará por la contratación a tiempo completo sin diferenciación por género a través del fomento de acciones a favor de la conciliación familiar igualitarias.

Asimismo, de manera transversal, las estrategias de compras y contratación de LIGHTSOURCE BP se verán condicionadas por la alineación constante con los objetivos sobre el clima planteados en el marco del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) para España. En este sentido, la búsqueda de suministradores que aseguren procesos productivos menos intensivos en términos de emisiones de gases efecto invernadero que faciliten la reducción de la huella de carbono en la ejecución de los proyectos ya forma parte de la estrategia establecida en materia de sostenibilidad.

## 4. ESTIMACIÓN DE EMPLEO DIRECTO E INDIRECTO CREADO

Todos los resultados incluidos en este informe son estimaciones preliminares y se presentan como proyecciones de los potenciales impactos del proyecto. Estos resultados, se han calculado mediante la combinación de un modelo de estimación de impactos socioeconómicos (SIAM\_PRO) y las estimaciones de inversión y costes de funcionamiento de la planta proyectada.

### 4.1. La huella de empleo y la distribución territorial de los impactos

El empleo total asociado a una instalación fotovoltaica en el territorio incluye el empleo directo e indirecto que dicha instalación genera durante la construcción, puesta en marcha y posterior fase de explotación (operación y mantenimiento) y constituye la huella de empleo del proyecto. El impacto en el empleo directo cuantifica a los trabajadores *in situ* contratados por la empresa concesionaria. El empleo indirecto corresponde a los trabajadores asociados a todos los suministros e inputs que directa e indirectamente son necesarios en todas las fases del proyecto.

El carácter diseminado de las inversiones en energía renovable a lo largo del territorio, y especialmente en zonas de baja densidad de población, favorece un desarrollo más igualitario del territorio y ayuda a su vertebración frente a otras grandes instalaciones eléctricas que están mucho más concentradas en el espacio. Sin embargo, los impactos o huella en términos de empleo se pueden generar tanto en el ámbito local, regional, nacional o internacional. En el ámbito local tendrá lugar todo el impacto directo y parte del indirecto en la medida en que los aprovisionamientos y otros gastos se realicen en empresas pertenecientes al entorno local o provincial.

Por su parte, el impacto indirecto tendrá lugar en el ámbito regional, si las empresas suministradoras se encuentran en el resto de la región, en el ámbito nacional, si las empresas se sitúan en otras regiones España, o internacional, en la medida en que los suministros procedan de empresas extranjeras. **Cuanta mayor sea la participación de empresas regionales y nacionales dentro de la cadena de valor del proyecto y su implementación, mayor será la creación de empleo regional y nacional.**

#### 4.2. Metodología de cálculo

El cálculo de todos los impactos o huellas de empleo mencionadas se realizan a partir del modelo *Sustainability Impact Assessment Model: Projects Impacts* (SIAM\_PRO), un modelo input-output multiregional<sup>2</sup> (ver figura 4.2). El ensamblaje del modelo SIAM\_PRO junto con el vector derivado de la actividad de inversión, por un lado, y operación y mantenimiento (O&M) del proyecto por otro, que actúan como detonante de los impactos, permite llevar a cabo una completa estimación de los impactos socioeconómicos desagregados por sectores productivos (14), para las 17 CC.AA. españolas, más 2 Ciudades Autónomas y los impactos internacionales. El listado de impactos socioeconómicos abarca el empleo, que se detalla en este apartado y la generación de valor añadido (rentas: salarios y beneficios), que se detallará en los siguientes apartados.

Los impactos en el empleo directos e indirectos difieren en el tiempo, en el territorio y en los sectores productivos para las distintas actividades que integran las fases de construcción y puesta en marcha respecto a los impactos de las actividades de operación y mantenimiento. Con respecto al tiempo necesario para el periodo de ejecución y posterior funcionamiento de la instalación, la huella de empleo asociada a la construcción y la puesta en marcha está concentrada en los primeros años del proyecto y, además, requiere la compra de una gran cantidad de inputs que en muchas ocasiones se producen en otras regiones e incluso se importan de otros países. Sin embargo, las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones cuantifican los trabajadores directos e indirectos necesarios para el funcionamiento a lo largo de su vida útil (30 años).

Con relación a los impactos en los niveles de empleo del territorio, aunque la instalación se localiza en una zona, los impactos se extienden por todo el sistema económico en función de la capacidad que tenga dicho territorio de suministrar los inputs requeridos para la inversión y su posterior puesta en funcionamiento. Respecto a la identificación de los sectores que directa e indirectamente se ven beneficiados por las instalaciones difiere de forma significativa entre la fase de construcción y explotación (operación y mantenimiento). El empleo en el proceso de construcción y puesta en marcha se concentra en sectores de actividad productores de bienes de inversión, en la fase de operación y mantenimiento el empleo se concentra en el directamente contratado en las

---

<sup>2</sup> PEIEC (2020). Plan Extremeño Integrado de Energía y Clima, 2021-2030, 15 de junio 2020, [http://www.juntaex.es/filescms/cono8/uploaded\\_files/PEIEC/Borrador\\_PEIEC\\_definitivo.pdf](http://www.juntaex.es/filescms/cono8/uploaded_files/PEIEC/Borrador_PEIEC_definitivo.pdf).

- Zafrilla, J.-E., Arce, G., Cadarso, M.-Á., Córcoles, C., Gómez, N., López, L.-A., . . . Tobarra, M.-Á. (2019). Triple bottom line analysis of the Spanish solar photovoltaic sector: A footprint assessment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 114, 109311. doi:10.1016/j.rser.2019.109311.

instalaciones eléctricas y el indirecto está asociado a los servicios a las empresas de gestión y de mantenimiento subcontratados.

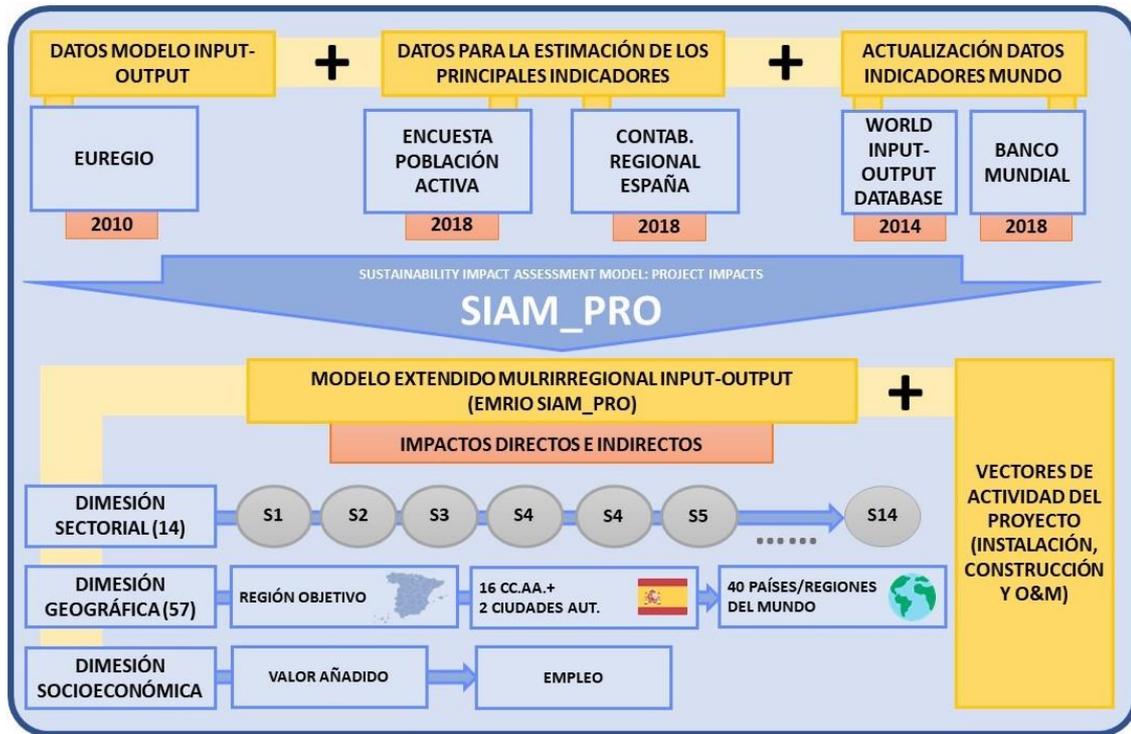


Figura 4.2. Esquema del modelo SIAM\_PRO. Fuente: Grupo GEAR-UCLM.

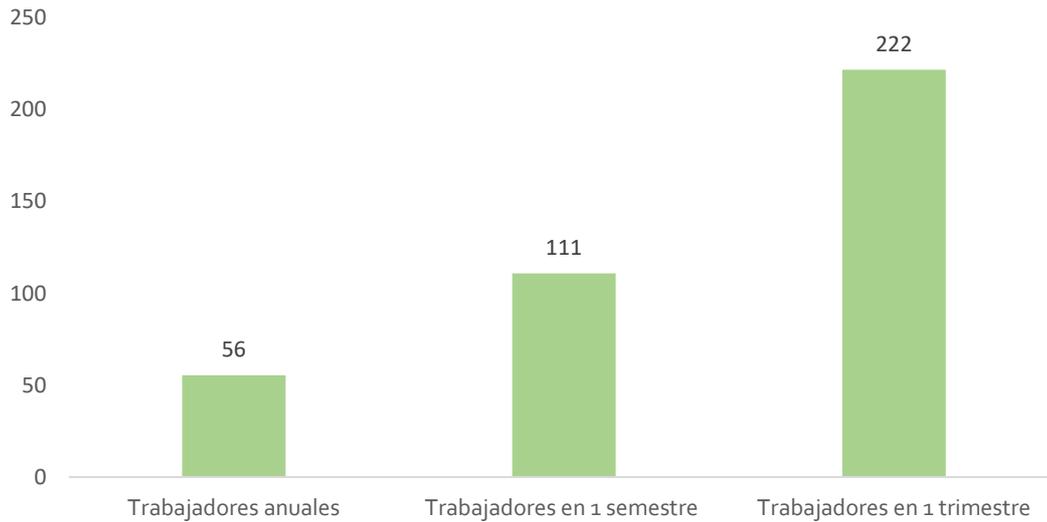
Aplicando el modelo a las estimaciones realizadas sobre los potenciales vectores de inversión y OPEX del proyecto, se obtiene preliminarmente, que un proyecto como este generaría un montante de empleo total asociado a la construcción, puesta en marcha y operación y mantenimiento de la instalación de hasta 77 trabajadores a tiempo completo. De entre ellos, 12 de los empleos se generan dentro de la propia región siendo, sobre todo, el empleo directo de la región el más importante. Sin embargo, la compra de materiales, otros inputs intermedios y de maquinaria a otras regiones dan lugar a la creación de 9 empleos en el resto del país. Por último, las importaciones de bienes intermedios y de bienes de capital generan 34 puestos de trabajo en el resto de Europa y 23 en el resto del mundo.

CONCEPTO	IMPACTO DIRECTO	APROVISIONAMIENTOS INDIRECTOS	RESTO DE LA CADENA DE VALOR	TOTAL
Local/regional	7	3	2	12
Resto de regiones	2	3	4	9
Resto de Europa	7	10	16	34
Resto del mundo	3	4	15	23
Total	19	21	38	77

Tabla 4.2. Huella de empleo total de la construcción y puesta en marcha y de la operación y mantenimiento, (trabajadores a tiempo completo). Fuente: Grupo GEAR-UCLM a partir de los resultados del modelo SIAM\_PRO (2019).

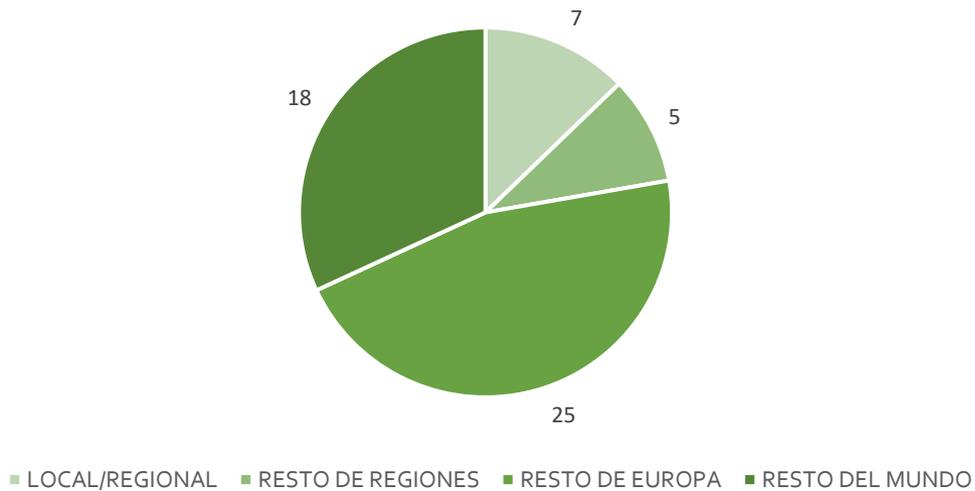
### 4.3. Huella de empleo de las fases de construcción y puesta en marcha

El empleo total generado por la construcción y puesta en marcha de la instalación fotovoltaica se prevé que sea de **55 trabajadores anuales a tiempo completo**. Sin embargo, en función del periodo de ejecución de las distintas fases de la construcción y puesta en marcha el número de personas implicadas puede oscilar en función de la duración de las obras (en el informe definitivo se concretará el número de personas implicadas y la temporalidad de los contratos).



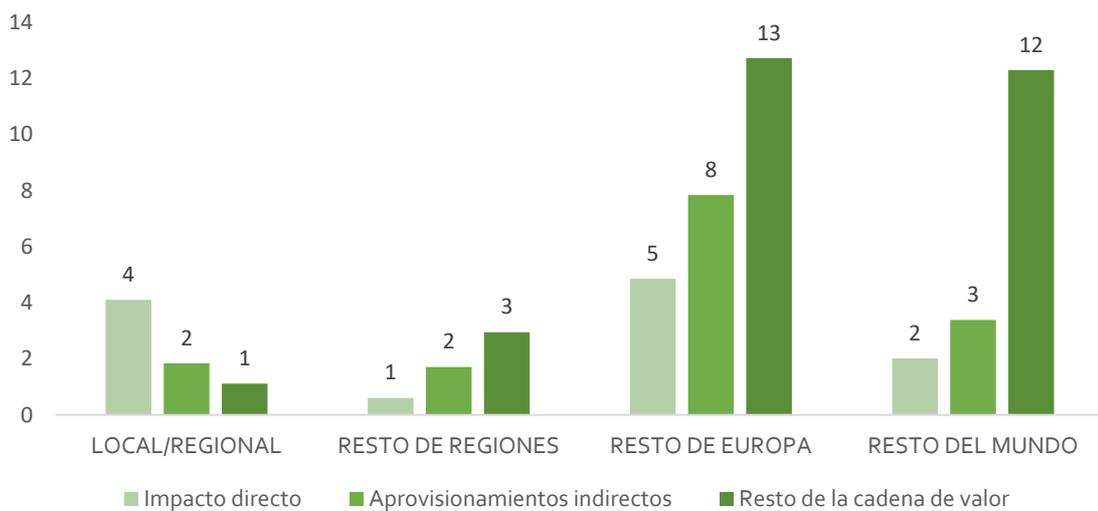
**Figura 4.3.a** Huella de empleo en función del tiempo de ejecución del proyecto (trabajadores a tiempo completo durante la fase de construcción y puesta en marcha). Fuente: Grupo GEAR-UCLM a partir de los resultados del modelo SIAM\_PRO (2019)..

La huella de empleo durante la fase de la construcción y puesta en marcha de la instalación se puede desagregar entre local, regional, nacional e internacional generado. Se estima que la instalación fotovoltaica dará lugar a la creación de 7 trabajadores anuales a tiempo completo en el entorno local y regional, lo que implica un 13% del total del empleo generado (en el informe definitivo se estimará qué parte del empleo se genera en la localidad donde se lleva a cabo la instalación y qué parte en el resto de la región). El empleo indirecto generado en el resto de las regiones de la economía española es de 5 trabajadores anuales a tiempo completo, conforme parte de las empresas suministradoras de maquinaria y de bienes intermedios no pertenecen a la región donde se realiza la instalación. Por último, el empleo indirecto asociado a las importaciones sería de 25 trabajadores anuales a tiempo completo en la Unión Europea y de 18 trabajadores anuales a tiempo completo en el resto del mundo.



**Figura 4.3.b** Huella de empleo local y regional, nacional e internacional anual (trabajadores a tiempo completo durante la fase de construcción y puesta en marcha). Fuente: Grupo GEAR-UCLM a partir de los resultados del modelo SIAM\_PRO (2019).

La distribución en la generación de empleo entre impacto directo e indirecto es distinta función de las distintas fases de explotación de la planta. Con relación al empleo local y regionalmente creado éste es principalmente directo y se explica por la importancia que tienen las compras que directamente se realizan a las empresas locales. La creación de empleo local y regional indirecto se justifica por los aprovisionamientos locales que las empresas locales realizan al resto de empresas localizadas en dicho territorio y en menor medida por la participación de las empresas de la región en las cadenas globales de la producción. Sin embargo, para el resto de los territorios analizados (nacional, resto de Europa y resto del mundo) es más importante el empleo indirecto que el empleo directo y, por tanto, cuanto más participe un país en las cadenas globales de valor más se ve beneficiado de la inversión llevada a cabo en la instalación fotovoltaica.



**Figura 4.3.c.** Huella de empleo directo, por aprovisionamientos indirectos y por el resto de la cadena de valor, (trabajadores a tiempo completo durante la fase de construcción y puesta en marcha). Fuente: Grupo GEAR-UCLM a partir de los resultados del modelo SIAM\_PRO (2019).

La distribución de la huella de empleo por ramas de actividad nos permite identificar cuáles son las ramas de actividad que se ven favorecidas por la inversión y puesta en funcionamiento de la instalación. Por orden de importancia, es la rama de equipo eléctrico y óptico la que genera un mayor empleo, 14 trabajadores anuales a tiempo completo, seguida de la rama de otras manufacturas con 10 trabajadores. También se puede destacar la creación de trabajo en el sector servicios, destacando la distribución con 9 trabajadores a tiempo completo, servicios a las empresas con 5 y transporte y almacenamiento con la generación de 3 empleos.

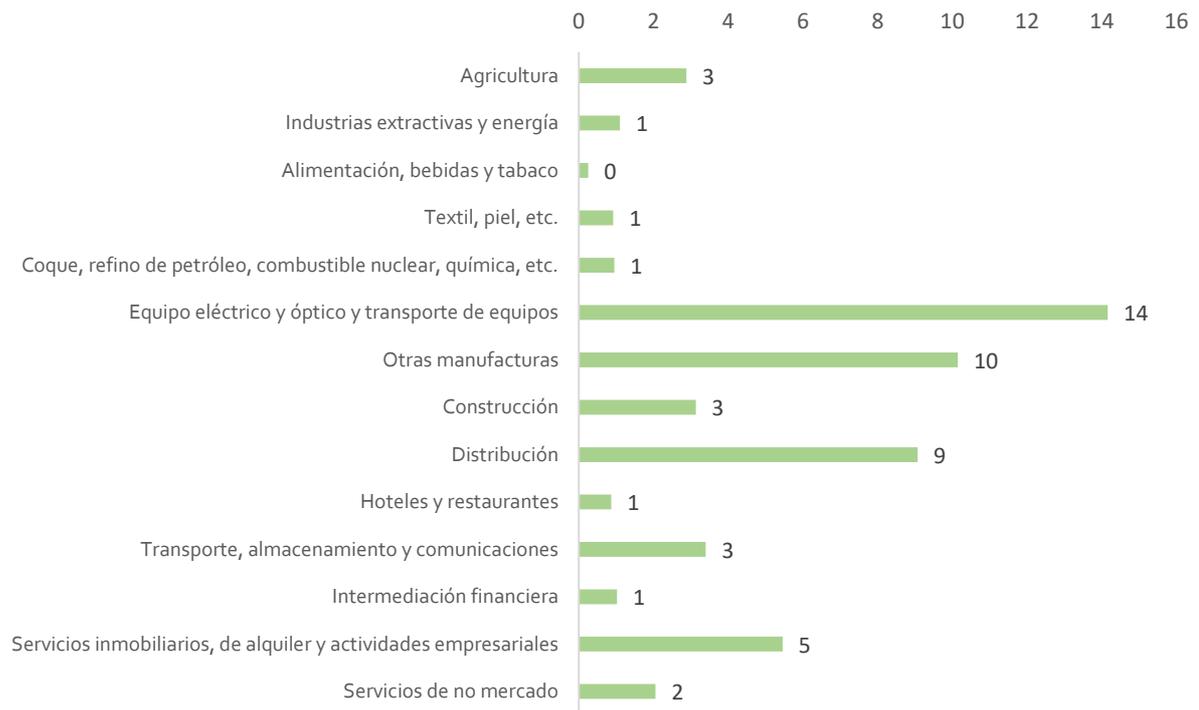
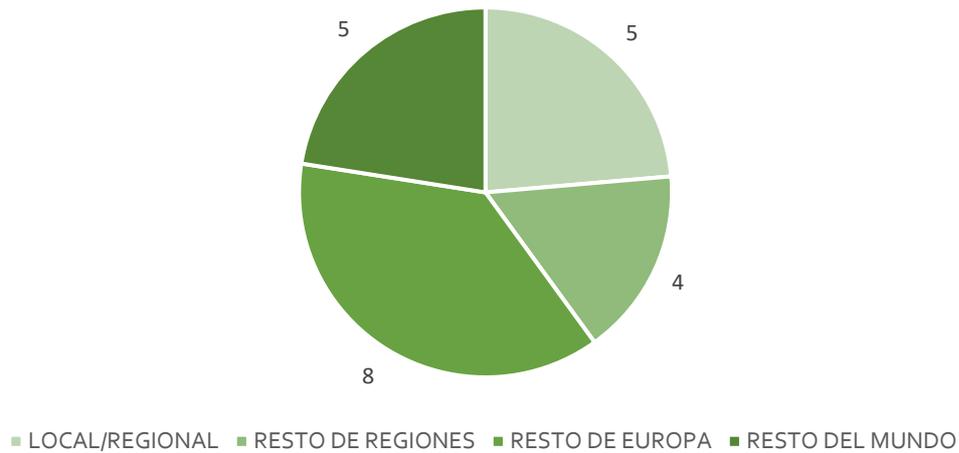


Figura 4.3.d Huella de empleo por ramas de actividad, (trabajadores a tiempo completo). Fuente: Grupo GEAR-UCLM a partir de los resultados del modelo SIAM\_PRO (2019).

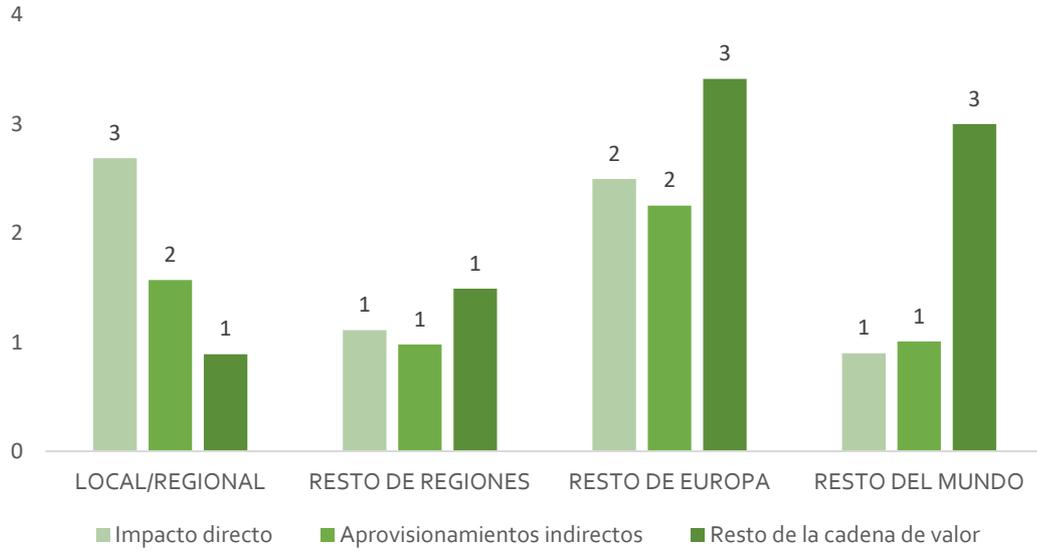
#### 4.4. Huella de empleo de las actividades de operación y mantenimiento durante la explotación.

El empleo total generado en los 30 años de operación y mantenimiento de las instalaciones se estima que sea de 22 trabajadores a tiempo completo para todo el periodo o, lo que es lo mismo, **0,7 trabajadores a tiempo completo cada año**. El número de personas implicadas dependerá tanto del tipo de contrato (indefinido, temporal u obra o servicio) y del tiempo de duración de dichos contratos, ya que muchas actividades de mantenimiento y reparación sólo se realizan ocasionalmente o cuando surgen las incidencias.



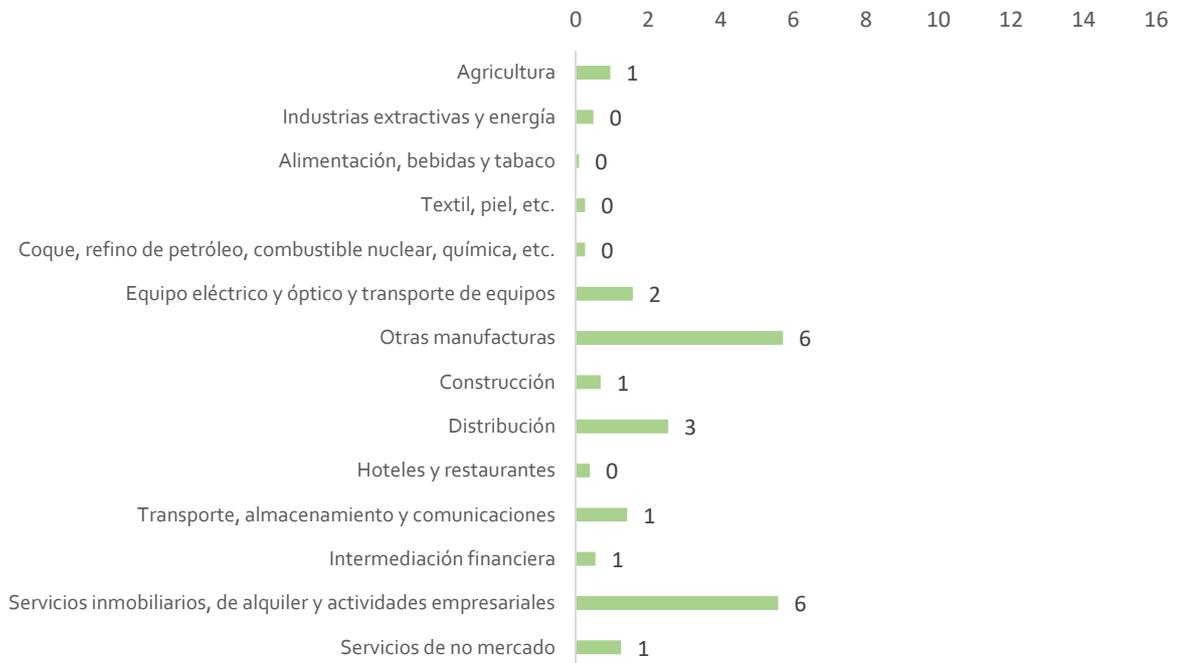
**Figura 4.4.a.** Huella de empleo de la fase de operación y mantenimiento, (trabajadores a tiempo completo). Fuente: Grupo GEAR-UCLM a partir de los resultados del modelo SIAM\_PRO (2019).

La huella de empleo de la fase de operación y mantenimiento de la instalación se puede desagregar entre local, regional, nacional e internacional generado. La distribución geográfica del empleo muestra cómo la instalación fotovoltaica da lugar a la creación de 5 trabajadores a tiempo completo para todo el periodo en el entorno local y regional, lo que implica un 24% del total del empleo generado (en el informe definitivo se estimará qué parte del empleo se genera en la localidad donde se lleva a cabo la instalación y qué parte en el resto de la región). El empleo generado en el resto de las regiones de la economía española es de 4 trabajadores a tiempo completo para todo el periodo. Por último, el empleo indirecto asociado a las importaciones sería de 8 trabajadores a tiempo completo para todo el periodo en la Unión Europea y de 5 trabajadores en el resto del mundo. La distinción entre impactos directos e indirectos, nos permiten resaltar cómo los impactos directos no sólo son relevantes en el ámbito local/regional (como sucedía en construcción y puesta en funcionamiento), sino que también son muy relevantes en el empleo generado en el resto de la economía española y en la economía europea.



**Figura 4.4.b.** Huella de empleo local, regional, nacional e internacional (trabajadores a tiempo completo). Fuente: Grupo GEAR-UCLM a partir de los resultados del modelo SIAM\_PRO (2019).

La distribución de la huella de empleo en la fase de operación y mantenimiento está concentrada en la rama de otras manufacturas y de equipo eléctrico y óptico, que incluye las compras que hay que hacer para la sustitución y reparación de paneles o componentes electrónicos que se acaben deteriorando por el normal funcionamiento, y en la rama de servicios a las empresas, que incorpora las actividades de limpieza de placas fotovoltaicas, la gestión de la vegetación en el interior de la planta fotovoltaica o la seguridad de la instalación entre otras.



**Figura 4.4.c.** Huella de empleo por ramas de actividad, (trabajadores a tiempo completo). Fuente: Grupo GEAR-UCLM a partir de los resultados del modelo SIAM\_PRO (2019).

## 5. OPORTUNIDADES PARA LA CADENA DE VALOR INDUSTRIAL

### 5.1. La huella económica y la generación de rentas

La huella económica de una instalación fotovoltaica en el territorio se manifiesta en la generación de rentas a lo largo de toda su cadena de valor. Esta huella económica incluye las rentas directas e indirectas por dicha instalación durante el proceso de instalación, puesta en marcha y posterior fase de operación y mantenimiento. De forma similar a la medida de huella de empleo, la huella económica es útil para estimar y visualizar los impactos económicos que tienen las empresas más allá de sus propios límites, al incorporar toda su cadena de valor e incluir la generación de rentas a las que su actividad contribuye sobre el resto del sistema económico. Estas rentas se generan a través de las compras, que directa e indirectamente, realizan las instalaciones fotovoltaicas sobre sus proveedores locales, regionales e internacionales.

Las oportunidades de generación de rentas asociadas a la cadena de valor industrial de la instalación fotovoltaica surgen tanto en el proceso de construcción y puesta en marcha como en el proceso de instalación. El carácter diseminado de las instalaciones y el hecho de que gran parte de ellas se hagan en zonas agrarias con baja densidad de población ayuda a fijar la población en el territorio y, con ello, a luchar contra la despoblación de la *España vaciada*. De nuevo, los impactos, o huella económica, se pueden generar tanto en el ámbito local, regional, nacional o internacional. La distinta capacidad productiva e inserción en las cadenas de valor de los territorios donde se localizan las instalaciones condiciona que la generación de rentas acabe produciéndose localmente o no, ya que dependerá de que existan suministradores locales que sean capaces de llevar a cabo las tareas de suministro, montaje, transporte o fabricación de equipos. En la medida de lo posible, el proyecto contratará con empresas locales y regionales facilitando la inserción de éstas en las cadenas de valor e incrementará la generación de rentas en estos ámbitos.

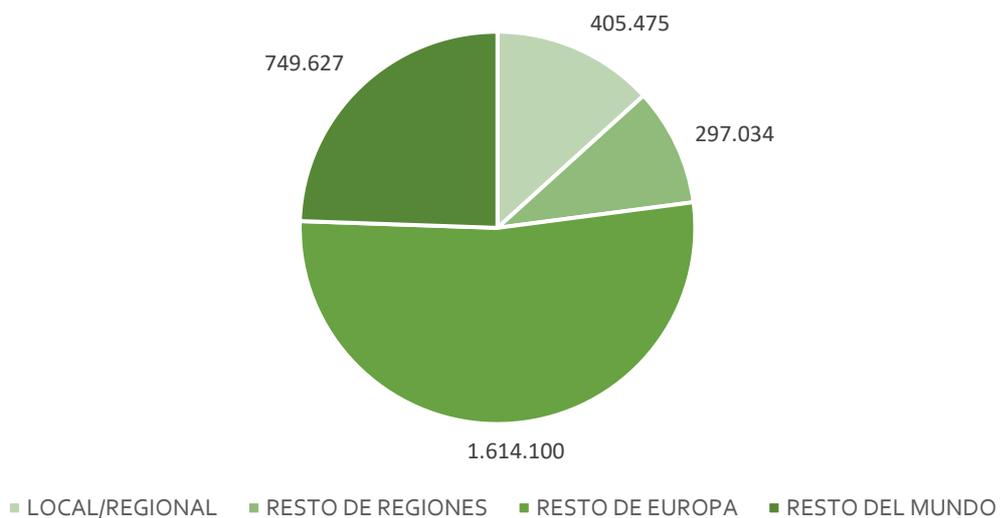
Conforme a los resultados del modelo SIAM\_PRO (2019) descrito en el apartado anterior, las rentas generadas (salarios y beneficios) asociadas a la construcción, puesta en marcha y operación y mantenimiento de la instalación alcanzan una cuantía de 4.340.410€ en la fase de instalación y en los 30 años de funcionamiento del parque fotovoltaico. La distribución de las rentas generadas por localización geográfica muestra como una parte significativa se queda dentro del entorno local y regional (817.331€) y en menor cuantía son las rentas generadas en el resto de la economía nacional (540.399€). Por otro lado, la huella económica afecta asimismo a terceros a través de las importaciones de bienes intermedios y bienes de inversión son de 2.063.982€ (resto de Europa) y de 918.698€ (resto del mundo).

CONCEPTO	IMPACTO DIRECTO	APROVISIONAMIENTOS INDIRECTOS	RESTO DE LA CADENA DE VALOR	TOTAL
Local/regional	502.539	194.143	120.649	817.331
Resto de regiones	129.561	147.478	263.360	540.399
Resto de Europa	475.339	604.542	984.100	2.063.982
Resto del mundo	193.104	191.648	533.946	918.698
Total	1.300.543	1.137.812	1.902.055	4.340.410

**Tabla 5.1** Huella económica total de la construcción y puesta en marcha y de la operación y mantenimiento (euros). Fuente: Grupo GEAR-UCLM.

## 5.2. Huella económica de la construcción y puesta en marcha de las instalaciones

De acuerdo con los resultados del modelo SIAM\_PRO (2019), el total de rentas generadas (salarios y beneficios) por la construcción y puesta en marcha de la instalación fotovoltaica asciende a un montante de 3.066.236€. La distribución en función del territorio muestra como las rentas locales/regionales crecerían en 405.475€ (un 13% del total), las rentas del resto de regiones españolas en 297.034€ (10%). Con relación a las fugas de rentas vía a importaciones de inputs intermedios y finales alcanzarían la cuantía de 1.614.100€ (53%) las destinadas al resto de Europa y de 749.627€ (24%) las generadas en el del resto de mundo.



**Figura 5.2.a.** Huella económica local y regional, nacional e internacional (euros). Fuente: Grupo GEAR-UCLM.

Las rentas generadas por la instalación fotovoltaica pueden deberse a aprovisionamientos y compras directas realizadas o por las compras indirectas requeridas para llevar a cabo los bienes de capital

requeridos. Hay que destacar cómo en el ámbito local/regional el impacto sobre las rentas se debe principalmente a las compras directas realizadas a las empresas locales/regionales y, en menor medida, por la participación de las empresas de la región en las cadenas globales de la producción. Por lo contrario, para el resto de los territorios analizados (nacional, resto de Europa y resto del mundo) son más importantes las rentas indirectas generadas y, se observa, que cuanto más participa un país en las cadenas globales de valor más se ve beneficiado de la inversión llevada a cabo en la instalación fotovoltaica.

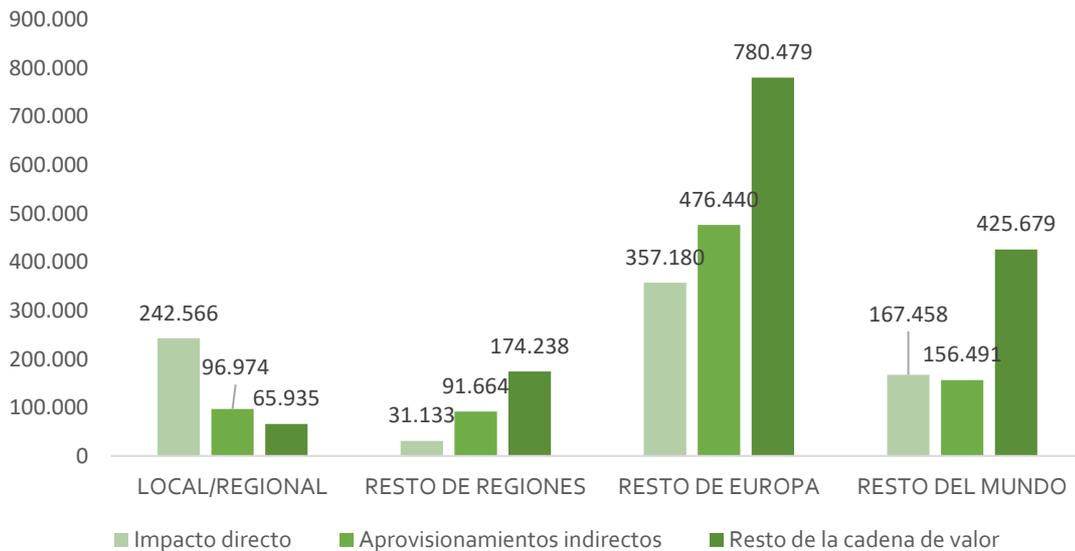


Figura 5.2.b. Huella económica directa, por aprovisionamientos indirectos y por el resto de la cadena de valor (euros). Fuente: Grupo GEAR-UCLM.

La distribución de la huella económica por ramas de actividad nos permite identificar cuáles son las ramas de actividad que más favorecidas se ven por la inversión y puesta en funcionamiento de la instalación. Las rentas generadas se distribuyen por todo el sistema económico, destacando sobre todo ciertas actividades industriales y de servicios. Por orden de importancia, es la rama de equipo eléctrico y óptimo la que genera una mayor cuantía de rentas (1.011.617 €), seguida de la rama de otras manufacturas y de las rentas generadas en las industrias extractivas y de energía. En el sector servicios, destaca la generación de rentas en los servicios a las empresas, seguida por las ramas de la distribución, la de transporte y almacenamiento y, en menor medida, los servicios financieros.

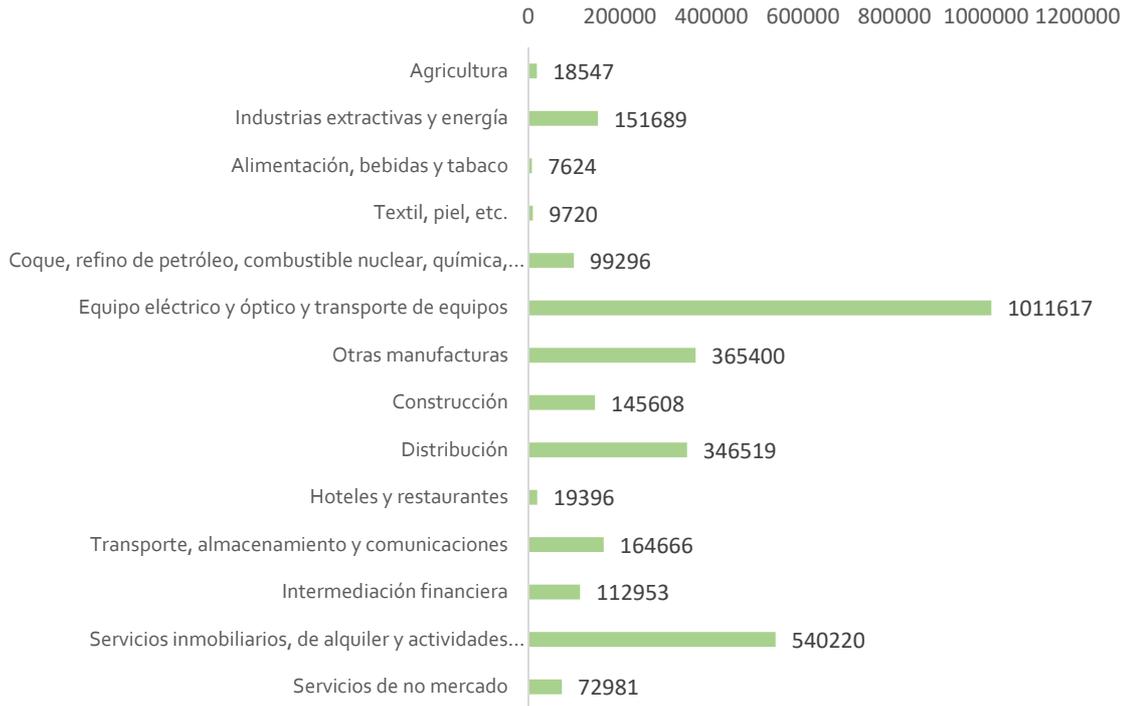


Figura 5.2.c. Huella económica por ramas de actividad (euros). Fuente: Grupo GEAR-UCLM.

### 5.3. Huella económica de las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones

Conforme a los resultados del Modelo, el valor añadido total (total de rentas generadas) por las actividades de operación y mantenimiento del proyecto durante su explotación, los 30 años de vida útil del mismo, es de 1.374.174 euros (lo que significa una generación de rentas de más de 42.000 euros anuales). De este volumen, el segundo mayor impacto económico es el local y regional que asciende a 411.857 euros (representando el 32% del total), lo que, junto a los 243.365 euros generados en el resto de España, implica que el algo más de la mitad de las rentas se generan a nivel nacional. Del porcentaje restante, casi 450.000 euros se generan en el resto de Europa y alrededor de 170.000 en el resto del mundo, debido a las importaciones necesarias para el funcionamiento óptimo de las instalaciones.

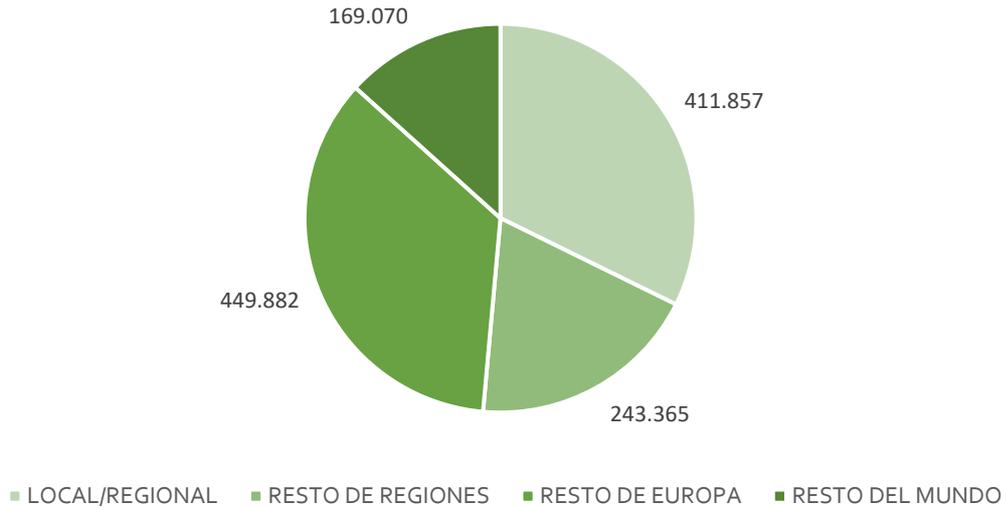


Figura 5.3.a Huella económica de la fase de operación y mantenimiento (euros). Fuente: Grupo GEAR-UCLM.

Esta huella económica de la fase de operación y mantenimiento de la instalación se puede desagregar dependiendo de si el impacto es directo o indirecto (por los aprovisionamientos directos) y la parte asociada al resto de la cadena de valor. Las rentas generadas directamente por la operación y mantenimiento del proyecto se producen sobre todo a nivel regional y local, y se estiman que este impacto supone un 20% de las rentas generadas en total (ver figura 5.3.a). El impacto directo es también importante en el resto de las regiones españolas (un 7% del total). En el caso del resto de Europa y resto del mundo, las rentas generadas se deben principalmente a los arrastres ligados al resto de la cadena de valor, que en estas áreas supone un 16% y un 8,5%, respectivamente.

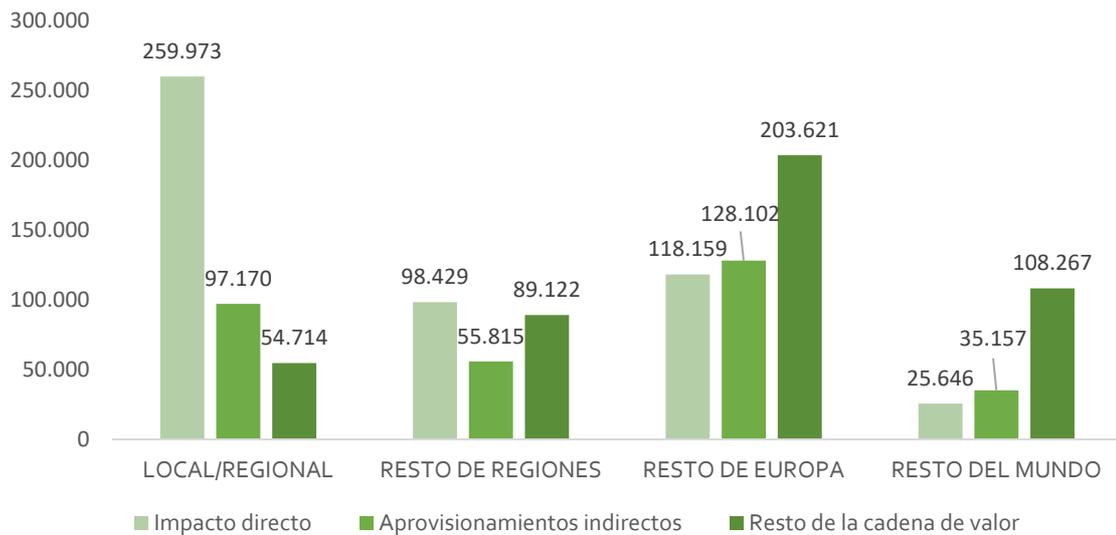


Figura 5.3.b. Huella económica de operación y mantenimiento directa, por aprovisionamientos indirectos y por el resto de la cadena de valor (euros). Fuente: Grupo GEAR-UCLM.

La distribución de la huella económica en la fase de operación y mantenimiento está concentrada en la rama de servicios inmobiliarios, de alquiler y actividades empresariales, que incorpora rentas del alquiler del suelo, las actividades de limpieza de placas fotovoltaicas, la gestión de la vegetación en el interior de la planta fotovoltaica o la seguridad de la instalación, entre otras, seguida de la rama de otras manufacturas que incluye las compras necesarias para la sustitución y reparación de paneles o componentes electrónicos que se acaben deteriorando por el normal funcionamiento de la instalación.

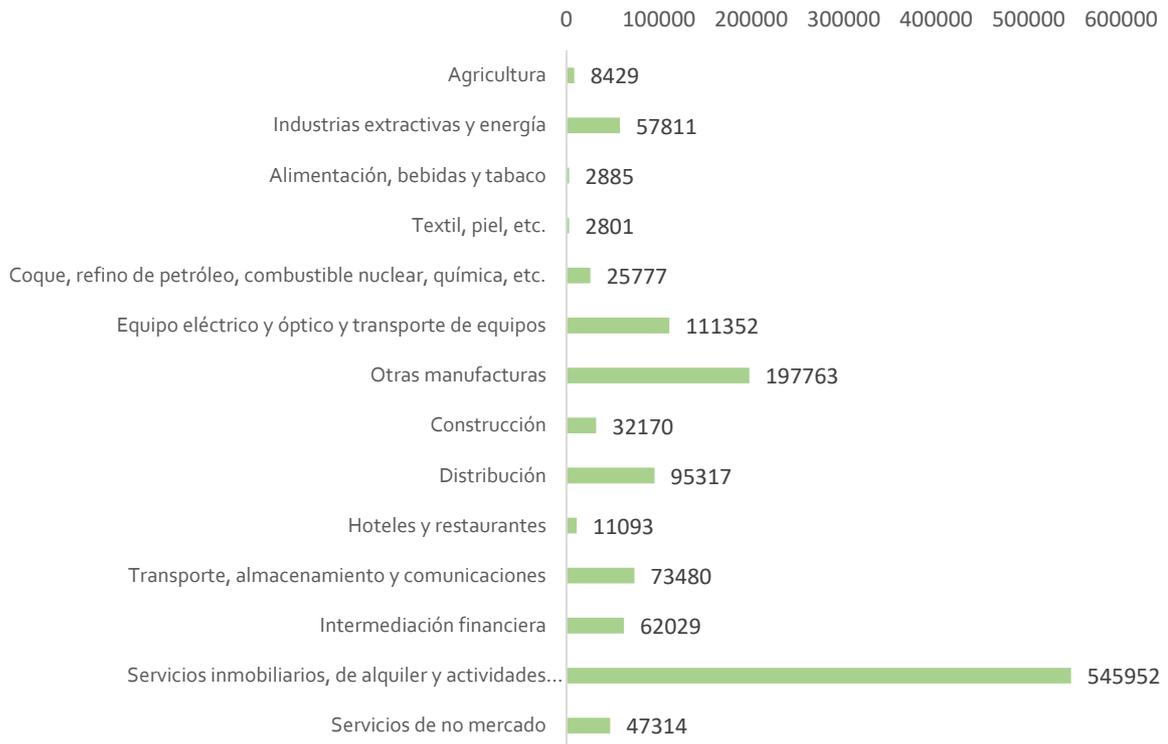


Figura 5.3.c. Huella económica por ramas de actividad de las actividades de operación y mantenimiento. Fuente: Grupo GEAR-UCLM.

## 6. ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN RELACIÓN CON EL TRATAMIENTO DE LOS EQUIPOS AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL

### 6.1. Desmantelamiento del proyecto

Al finalizar la vida útil de la planta fotovoltaica (estimada en 30 años) será necesario desmantelar las instalaciones y proceder a la restauración de los terrenos a las condiciones anteriores a la construcción de la planta solar, minimizando así la afección al medio ambiente y recuperando el valor ecológico de la zona afectada.

Durante la fase de desmantelamiento se darán cumplimiento a todos los requerimientos que en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) se establecieron, y se realizarán las siguientes operaciones:

- Retirada de los paneles. Comprende la desconexión, desmontaje y transporte hasta centro de reciclado de todos los paneles fotovoltaicos de la planta.
- Desmontaje de la estructura soporte. Consistente en el desensamblaje y posterior transporte hasta centro de gestión autorizado de la estructura soporte que sostiene los paneles.
- Desmontaje de bloques de potencia. Se procederá a la desconexión, desmontaje y retirada del inversor y resto de equipos instalados en los bloques de potencia. Además, se realizará la demolición y/o transporte hasta vertedero de las casetas prefabricadas donde se alojaron los equipos.

### 6.2. Los paneles fotovoltaicos al final de su vida útil

El reciclaje de paneles fotovoltaicos es obligatorio en España desde la entrada en vigor del Real Decreto 110/2015, que transpone la Directiva de 2012 sobre la correcta gestión medioambiental de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

Los paneles fotovoltaicos grandes (con una dimensión exterior superior a 50 cm) con silicio forman una subcategoría propia de aparatos eléctricos y electrónicos (en adelante AEE) en el ANEXO III del RD 110/2015.

Esta norma responsabiliza a los productores e importadores de la organización y financiación de la recogida y el reciclaje de los módulos que comercialicen, al llegar al final de su vida útil, en base al principio de la Responsabilidad Ampliada del Productor.

Una vez finalizada su vida útil, tienen la consideración de RAEE de origen profesional, no peligroso y se corresponde con el código LER 160214 "Residuos de equipos eléctricos y electrónicos: Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 13."

Durante la fase de construcción también es probable que se generen pequeñas cantidades de RAEE por avería, rotura o defecto de fabricación. Por este motivo, se habilitará un área de almacenamiento de placas solares rotas o defectuosas las cuales serán retiradas y transportadas por una empresa gestora autorizada.

### **6.3. Tratamiento de los equipos**

En el Anexo XIII del RD 110/2015 se especifican los procedimientos específicos para el tratamiento de los paneles fotovoltaicos por parte de un gestor autorizado, que constarán de 3 fases:

#### **- Fase 0. Recepción de los aparatos y desmontaje previo.**

En esta fase 0 se realizarán los siguientes pasos:

1. Cumplimiento de requisitos recogidos en los apartados a) y b) de la parte B de este anexo.
2. Clasificación de los RAEE recibidos dentro de la misma categoría. Separación de los paneles fotovoltaicos con silicio del resto de RAEE.
3. Retirada de las partes más accesibles de los paneles, como el cristal protector del panel, la carcasa exterior, el cableado, cajas de conexiones, etc., facilitando la preparación para la reutilización y el reciclado de componentes y materiales, respetuosos con el medio ambiente, teniendo en cuenta la información disponible de los productores de AEE.

#### **- Fase 1. Tratamiento.**

Una vez retiradas las partes más accesibles de los módulos fotovoltaicos en la Fase 0, se eliminarán los revestimientos plásticos como el EVA (etileno vinil acetato) y otros tipos de láminas plásticas que se usan como aislamiento de las celdas fotovoltaicas mediante tratamiento térmico o técnica equivalente.

El tratamiento térmico o técnica equivalente utilizada (si aplica) deberá contar con un sistema de extracción de gases durante el proceso de combustión dotado con las medidas de seguridad adecuadas.

#### **- Fase 2. Separación del resto de fracciones.**

En esta fase se retirarán las obleas de silicio del resto de fracciones valorizables. Todos los componentes retirados y las fracciones valorizables obtenidos en cada una de las fases de tratamiento se depositarán en contenedores separados para ser enviados a gestores autorizados para el tratamiento específico de cada uno de ellos.

Antes de su envío, al gestor autorizado anotará en el archivo cronológico las cantidades depositadas en estos contenedores, su destino y tratamiento, de cara a conocer el grado de cumplimiento de los objetivos de reciclado y valorización del anexo XIV y se completarán los datos indicados a continuación.

#### Balance de masas (G6).

Entradas =  $\Sigma$  entradas en el proceso.

a) Código LER-RAEE: (160214-71).

b) Cantidad en toneladas (t).

Salidas =  $\Sigma$  componentes extraídos o retirados +  $\Sigma$  fracciones valorizables +  $\Sigma$  fracciones no valorizables.

a) Código LER/descripción.

b) Destino:

– Valorización energética: cantidad (t) y operación (R1, R2, etc.).

– Reciclado: cantidad (t) y operación (R1, R2, etc.).

– Eliminación: cantidad (t) y operación (D1, D2, etc.).

– Gestor de destino: nombre, NIMA y provincia.

Pérdidas durante el proceso = entradas – salidas – stock.

#### Lista de comprobación (G6).

Se realizarán las siguientes comprobaciones:

Fase o:

- Registro de equipos e información adicional (incidencias) de entrada en la Fase o y su correlación con los códigos LER-RAEE incluidos en esta categoría de tratamiento (160214-71).
- Registro de paneles recepcionados en mal estado.
- Condiciones de almacenamiento de acuerdo con el anexo VIII.

- Proceso de desmontaje manual previo.
- Registro de tipos de componentes extraídos, residuos generados, por códigos LER.
- Almacenamiento de las fracciones obtenidas en contenedores adecuados.

Fase 1:

- Proceso de eliminación de polímeros plásticos y sistema de extracción de gases.
- Control de emisión de gases a la atmósfera y/o vertidos, en cumplimiento de la normativa sectorial vigente de aplicación.
- Funcionamiento de equipos y de los protocolos de mantenimiento.
- Registro de tipos y cantidades de sustancias extraídas, materiales y componentes generados en la Fase 1, por códigos LER, destino y operación de tratamiento de los mismos.

Fase 2:

- Desmontaje obleas de silicio.
- Almacenamiento de las fracciones obtenidas en contenedores adecuados.
- Registro de tipos y cantidades de fracciones separadas, por código LER, para su valorización.
- Registro del gestor autorizado al que se destinan las fracciones valorizables y operación de tratamiento.

#### **6.4. Estrategia de economía circular**

El incremento en el mercado fotovoltaico supondrá una mayor necesidad de prevenir la degradación de los paneles y gestionar el gran volumen de residuos generados. En un escenario a 30 años vista es factible que surjan formas innovadoras y alternativas de reducir el uso de materiales y la degradación del módulo, así como oportunidades para reutilizar y reciclar los paneles fotovoltaicos al final de su vida útil en el marco de una economía circular y aplicando la jerarquía de residuos (reducir, reutilizar y reciclar).

LIGHTSOURCE BP se compromete a cumplir la normativa, y en la medida de lo posible (siempre que sea técnica y económicamente viable) a minimizar los impactos ambientales derivados de la gestión de los residuos de los equipos al final de su vida útil.

## 7. ANÁLISIS DE EFECTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO: LA HUELLA DE CARBONO

### 7.1. Producción de energía y mitigación del cambio climático

En el caso de la generación de electricidad, la producción eléctrica en plantas térmicas convencionales provoca la emisión a la atmósfera de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas. En el caso de la producción eléctrica en plantas nucleares, además de los impactos radiológicos derivados de la emisión de radionucleótidos, cabe considerar como impactos negativos adicionales los que se derivan de la propia gestión de los residuos de alta, media y baja actividad y del largo período de permanencia de dichos residuos.

Para evaluar la mejora tecnológica, en términos de emisiones de gases de efecto invernadero (medidas en unidades de peso de CO<sub>2</sub> equivalente) evitadas a lo largo de la vida útil de la planta de producción fotovoltaica, se ha realizado una comparativa respecto a las emisiones asociadas a una central moderna 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).



Figura 7.1. Fórmula empleada para el cálculo de emisiones. Fuente: MITECO.

Para realizar esta estimación de toneladas de CO<sub>2</sub>eq generadas se han utilizado, además, las siguientes hipótesis:

- Producción estimada del proyecto: 12.096 MWh/año
- Vida útil de la planta: 30 años
- Factores de emisión que se detallan en la siguiente tabla:

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

Tabla 7.1. Factores de emisión de una central moderna de ciclo combinado y de una planta fotovoltaica. Fuente: Red Eléctrica de España.

Así, se prevé que gracias al proyecto adjudicado se evite la emisión de 4.639 t CO<sub>2</sub>/año, que durante 30 años de funcionamiento de la instalación conllevaría un ahorro de 139.156 t de CO<sub>2</sub>. Este hecho contribuye 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 (ELP 2050) para construir una Europa climáticamente neutra.

## 7.2. Análisis de la huella de carbono durante el ciclo de vida de las instalaciones

Dado que la evaluación de los impactos medioambientales de cualquier producto debe realizarse considerando todas las etapas del ciclo de vida del mismo, adicionalmente se ha procedido a calcular los potenciales impactos medioambientales de la producción de un kilovatio hora en función de la tecnología utilizada.

El ciclo de vida de las instalaciones abarca desde la construcción de sus componentes hasta el desmantelamiento y gestión de los mismos. Se establecen 4 fases principales:

- Extracción y procesado de las materias primas necesarias para la fabricación de los componentes (paneles fotovoltaicos) y de todos los materiales auxiliares necesarios 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 explotación de las instalaciones.
- El desmantelamiento y gestión de los materiales y los residuos al final de su vida útil.

Así, para que la evaluación o cálculo de la huella de carbono abarque el conjunto del proyecto, se ha empleado el **Software de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) SimaPro 9.0.0.49** desarrollado por PRé Consultants en 1990 con usuarios en más de 60 países. Dispone de gran cantidad de datos de inventario (LCI) y una interface de usuario dispuesta siguiendo la metodología ISO 14040 y 14044.

El software SimaPro incorpora varias bases de datos. En este caso se ha aplicado como fuente de datos la BBDD de referencia en Europa por su transparencia e independencia Desarrollado por el Centroecoinvent (Suiza): **Ecoinvent v3** que dispone de más de 4.000 referencias y 10.000 procesos. La incertidumbre de los datos se puede calcular en los procesos unitarios de Ecoinvent utilizando análisis de Monte Carlo.

Se ha trabajado con unit process para una mayor transparencia en base a la metodología de impacto europea **CML-IA baseline V3.05 / EU25**. El proceso evaluado ha sido:

*"Electricity, low voltage {ES}| electricity production, photovoltaic, 570kWp open ground installation, multi-Si | APOS, U"* para plantas en suelo con similares características en España.

De esta forma, **la huella de carbono de las instalaciones teniendo en cuenta todo su ciclo de vida se estima en 23.136 toneladas de CO<sub>2</sub>**.

La principal aportación a la huella de carbono se corresponde con la fabricación de las células (silicio cristalino) que equivalen al 78% de las emisiones, quedando relegado el consumo en planta del resto de componentes a un 22%. Pero si además se contempla la emisión en los procesos de transporte y tratamiento de residuos, los porcentajes totales quedan enmarcados en la siguiente relación de proporciones:

CONCEPTO	PORCENTAJE REPERCUSIÓN HUELLA CARBONO
Extracción de materia prima	91,00 %
Transporte de materia prima	8,70 %
Material auxiliar fabricación	0,02 %
Tratamiento de residuos	0,22 %
Consumo instalaciones	0,05 %
Transporte residuos	0,01 %

Tabla 7.2. Porcentajes de la huella de carbono en la producción de paneles solares. Fuente: Elaboración propia.

Las dos primeras fases representan prácticamente el 100 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente de toda la vida útil de los paneles solares. Se ha de tener en cuenta que la posibilidad de recuperar materiales (evitando la extracción de materias primas) podría suponer una reducción de la huella de carbono que en estos cálculos no ha sido contemplada.

### 7.3. Indicadores sobre la superficie ocupada

En relación a la superficie ocupada se indican la superficie vallada para la planta fotovoltaica y otros indicadores relacionados con las infraestructuras de evacuación:

Nombre proyecto	Tecnología	Potencia (MWn)	Superficie ocupada (ha)	Línea eléctrica (km)	Trazado
UA_21_01_00025	Fotovoltaica	5,044	10	-	-

Tabla 7.3. Indicadores sobre la superficie ocupada de las instalaciones preasignadas. Fuente: Elaboración propia.

### 7.4. Cálculo de la pérdida de la reserva de carbono orgánico contenida en el suelo y en la vegetación

Con el objetivo de cuantificar los efectos del proyecto sobre el cambio climático, en los Planes específicos de la instalación una vez finalizada la fase de identificación se valorará la pérdida del sistema ecosistémico de sumidero de CO<sub>2</sub> relacionada con la ocupación de suelo del proyecto.

Para ello se seguirá la metodología planteada en la “Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010, sobre directrices para calcular las reservas de carbono en suelo”, basada a su vez en la Guías del IPCC de naciones Unidas para inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero.

Para determinar la reserva de carbono por unidad de superficie asociada al uso del suelo, se aplicará la fórmula siguiente:

$$CS = COS + Cveg$$

Donde:

*CS* = la reserva de carbono por unidad de superficie asociada al uso del suelo *i* (medida como masa de carbono por unidad de superficie, incluidos tanto el suelo como la vegetación);

*COS* = el carbono orgánico en suelo (medido como masa de carbono por hectárea)

*Cveg* = la reserva de carbono en la vegetación por encima y por debajo del suelo (medido como masa de carbono por hectárea)

Se presentarán los resultados de la reserva de carbono de toda la superficie afectada teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Región climática.
- Tipo de suelo.
- Usos de suelo actuales
- Usos de suelo previstos tras la implantación del proyecto.

En caso de pérdida, la reserva de carbono del uso del suelo se considerará la estimación de la reserva de carbono equilibrada que las tierras alcanzarán con su nuevo uso.

#### 7.5. Balance global

Tras el análisis realizado en este Plan Estratégico General y a falta de añadir los resultados de la variación de la capacidad sumidero de los terrenos a causa de la implantación de los diferentes proyectos, el balance neto global del conjunto de instalaciones **supondría evitar 116.020 t de Co2eq emitidas a la atmósfera** a lo largo de los 30 años de vida útil de los proyectos.

En definitiva, a pesar de que la fabricación de los componentes y la construcción y operación de este tipo de proyectos conllevan unas emisiones de Gases de Efecto invernadero (GEI) asociadas, existe una amplia compensación por las emisiones evitadas gracias a la generación de electricidad a partir de esta fuente renovable frente a su generación con alternativas convencionales.

Concretamente, todas las emisiones de CO<sub>2</sub> liberadas durante el ciclo de vida de las instalaciones son compensadas a partir del 5º año de funcionamiento tal y como se puede observar en el siguiente gráfico:

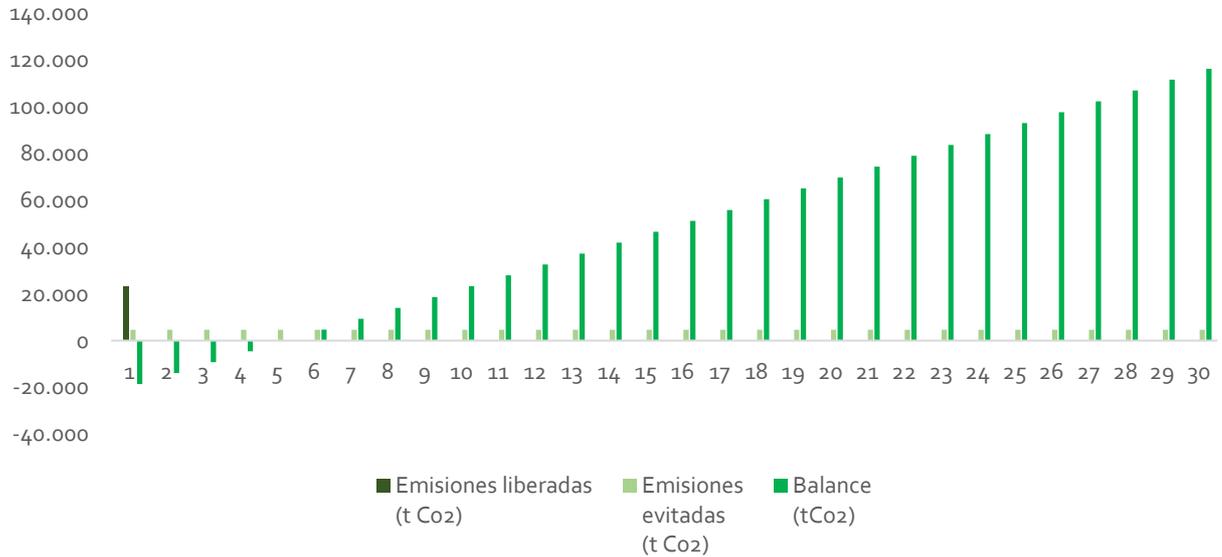


Figura 7.5.a. Balance de emisiones de las instalaciones durante su vida útil. Fuente: elaboración propia.

De esta manera este proyecto se alinea en de la estrategia de LIGHTSOURCE BP con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas: ODS 7 “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna” y ODS 13 “Acción por el clima”.



Figura 7.5.b. Objetivos de Desarrollo Sostenible de LIGHTSOURCE BP. Fuente: [www.lightsourcebp.com/sustainability](http://www.lightsourcebp.com/sustainability)