

ERNEST SALAMÓ GIRALT

**ESTUDI DE VIABILITAT D'UNA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA FOTOVOLTAICA DE
125 KW A L'EMPRESA DOMFESA SL DEDICADA AL SECTOR METAL·LÚRGIC**

TREBALL DE FI DE GRAU

Àrea temàtica:
ECONOMIA DEL MEDI AMBIENT

GRAU EN ECONOMIA



**FACULTAT D'ECONOMIA i EMPRESA
Universitat Rovira i Virgili**

**Reus
Juny 2024**

Índex

1. Presentació	1
2. Introducció	2
3. Marc teòric	3
3.1 L'energia renovable	3
3.2 La cèl·lula fotovoltaica	4
3.3 L'efecte fotovoltaic	5
3.4 La radiació solar	5
3.5 Avantatges de les instal·lacions elèctriques	6
3.6 Inconvenients de les instal·lacions elèctriques	6
3.7 Mercat Elèctric espanyol	7
3.8 Estudi de viabilitat	9
4. Metodologia de la part pràctica	10
4.1 Anàlisi d'ombres	12
4.2 Càlcul del nombre de plaques	14
4.3 Anàlisi PVGIS	15
4.4 Pressupost	17
5. Cas pràctic	18
5.1 Amortització de la instal·lació elèctrica sense venda d'excedent	20
5.2 Amortització de la instal·lació elèctrica amb venda d'excedent	28
5.3 Introducció dels vehicles elèctrics	33
6. Conclusions	40
7. Bibliografia	42

Resum

En aquest treball se suggereix estudiar la rendibilitat d'una instal·lació elèctrica fotovoltaica de 125 kW a l'empresa Domfesa SL, localitzada a Lleida. Per tal de poder establir si el projecte és viable o no. Es presenta un estudi de viabilitat a partir de dades de consum proporcionades per l'empresa i una simulació del rendiment d'aquesta instal·lació.

Es creen un seguit de taules d'amortització que inclouen valors rellevants amb la finalitat que l'estudi sigui el més aproximat possible, com són l'evolució de la taxa IPC en els anys, les despeses relacionades amb la instal·lació, l'increment en el preu de la llum, etc. En altres paraules, es pretén redactar un informe que ratifiqui si la instal·lació elèctrica fotovoltaica és rendible o no a llarg termini.

Un cop s'han estudiat els diversos escenaris suggerits, com són la rendibilitat que s'extreu de la instal·lació tant si no es ven l'excedent generat com si es ven, descrits en el cas pràctic, s'arriba a la conclusió que la instal·lació del sistema fotovoltaic de 125 kW és rendible i és viable incorporar en aquest projecte l'adquisició de vehicles elèctrics per poder així aprofitar de manera més eficient l'excedent d'energia produït d'aquest conjunt de cèl·lules fotovoltaiques.

Paraules claus: Estudi de viabilitat, rendibilitat, instal·lació fotovoltaica.

Resumen

En este trabajo se sugiere estudiar la rentabilidad de una instalación eléctrica fotovoltaica de 125 kW en la empresa Domfesa SL, ubicada en Lleida, con el fin de establecer si el proyecto es viable o no. Se presenta un estudio de viabilidad a partir de datos de consumo proporcionados por la empresa y una simulación del rendimiento de esta instalación.

Se crean una serie de tablas de amortización que incluyen valores relevantes con el objetivo de que el estudio sea lo más preciso posible, tales como la evolución de la tasa del IPC a lo largo de los años, los gastos relacionados con la instalación, el incremento en el precio de la electricidad, etc. En otras palabras, redactar un informe que confirme si la instalación eléctrica fotovoltaica es rentable a o no a largo plazo.

Una vez se han estudiado los diversos escenarios sugeridos, como la rentabilidad que se obtiene de la instalación tanto si no se vende el excedente generado como si se vende, descritos en el caso práctico, se llega a la conclusión de que la instalación del sistema fotovoltaico de 125 kW es rentable y es viable incorporar en este proyecto la adquisición de vehículos eléctricos para poder así aprovechar de manera más eficiente el excedente de energía producido por este conjunto de células fotovoltaicas.

Palabras clave: Estudio de viabilidad, rentabilidad, instalación fotovoltaica

Abstract

In this work, it is suggested to study the profitability of a 125 kW photovoltaic electrical installation at the company Domfesa SL, located in Lleida, in order to determine whether the project is viable or not. A feasibility study is presented based on consumption data provided by the company and a simulation of the performance of this installation.

A series of amortization tables are created, including relevant values to make the study as accurate as possible, such as the evolution of the CPI rate over the years, expenses related to the installation, the increase in electricity prices, etc. In other words, drafting a report that confirms whether the photovoltaic electrical installation is profitable in the long term or not.

Once the various suggested scenarios have been studied, such as the profitability derived from the installation whether the excess generated is sold or not, as described in the case study, it is concluded that the installation of the 125 kW photovoltaic system is profitable and that it is feasible to incorporate the acquisition of electric vehicles into this project to more efficiently utilize the excess energy produced by this set of photovoltaic cells.

Key words: Feasibility study, profitability, photovoltaic installation

1. Presentació

La raó principal que m'ha dut a redactar aquest Treball de Fi de Grau sobre l'àmbit de l'economia del medi ambient és l'interès que em desperten les energies renovables, en aquest cas l'energia solar, ja que gràcies a les característiques del territori on es troba localitzada l'empresa Domfesa SL aquesta és una molt bona opció.

Esbrinar l'aplicació d'aquesta font d'energia en l'àmbit empresarial i deixar en un segon pla el subministrament d'energia elèctrica mitjançant la xarxa elèctrica convencional és una de les meves inquietuds.

Recordant els dies com a estudiant de la Facultat d'Economia i Empresa de la URV he anat pensant conceptes de les assignatures d'Economia del Medi Ambient i Comptabilitat Financera i, gràcies a aquests, finalment he decidit proposar com a tema del Treball de Fi de Grau un estudi de viabilitat d'una instal·lació fotovoltaica aplicada a l'empresa Domfesa SL, localitzada al Polígon dels Frares a Lleida ciutat.

Gràcies a aquest treball he pogut aplicar els coneixements assolits durant la meua estada a la facultat amb el fi de redactar aquest estudi de viabilitat en el sector empresarial.

2. Introducció

El present Treball de Fi de Grau es centra en l'estudi de viabilitat respecte a una instal·lació de panells fotovoltaics. Es pretén indagar si és rendible aventurar-se i deixar de banda el consum d'energia elèctrica mitjançant el mètode tradicional.

Optar per una alternativa on gràcies a la instal·lació de plaques solars l'empresa pot desenvolupar les seves activitats empresarials amb la fi de no pagar preus desorbitats en concepte de llum és una molt bona opció.

La pujada de preus progressiva en els últims anys a la factura de llum, tal com es presenta a la figura 7, l'increment d'emissions de CO₂ i l'augment de la temperatura degut al canvi climàtic al nostre planeta són factors determinants a tenir en compte a l'hora de fer el pas cap a un subministrament d'energia basat en les energies renovables.

L'objectiu principal d'aquest Treball de Fi de grau és analitzar la rendibilitat d'una instal·lació elèctrica fotovoltaica instal·lada a l'empresa Domfesa SL, localitzada al Carrer F del Polígon Industrial del Camí dels Frares a Lleida ciutat.

Per tal de dur a terme aquest estudi es fa un primer estudi d'ombres. Aquest permet observar si al teulat on s'instal·la aquest conjunt de panells solars es veu afectat per ombres originades per edificis adjacents o vegetació propera.

Un cop detallat l'estudi d'ombres, s'utilitza l'eina PVGIS. Aquesta eina permet simular la producció d'energia elèctrica generada de la instal·lació anual desglossada en mesos. L'estudi de "Estudio de viabilidad de la instalación de paneles fotovoltaicos en viviendas particulares conectadas a la red eléctrica" (Herrero, 2021) utilitza el mateix mètode de simulació a l'hora d'estudiar la viabilitat d'instal·lacions similars.

Un cop feta aquesta simulació, es contrasten les dades de producció d'energia obtingudes juntament amb les dades de consum entre els anys 2019 i 2023 proporcionades per l'empresa Domfesa SL es dissenya la taula d'amortització de la instal·lació elèctrica amb la finalitat d'avaluar la seva rendibilitat a vint-i-cinc anys vista. Quant a l'àmbit econòmic, es sol·licita un pressupost a l'empresa Atlas Green Energy, SL, especialitzada en instal·lacions fotovoltaïques amb la finalitat d'incloure totes les variables que s'han de comptabilitzar en un projecte d'aquestes característiques.

3. Marc teòric

En aquest apartat del treball, s'exposen termes com l'energia renovable, en aquest cas la fotovoltaica, la cèl·lula fotovoltaica, la normativa que engloba aquest tipus d'instal·lacions i, finalment, la definició i permisos que ha de complir un estudi de viabilitat.

3.1 L'energia renovable

Segons González-Velasco (2009), "l'energia és la capacitat potencial que tenen els cossos per produir treball o calor, i que es manifesta mitjançant un canvi. Des de molts anys enrere, l'ésser humà ha utilitzat les fonts d'energia al seu abast per poder-les treballar o obtenir-ne calor".

En aquest cas, definim energia renovable com a l'energia que s'obté de fonts naturals virtualment inesgotables, ja sigui per la immensa quantitat d'energia que contenen o per ser capaces de regenerar-se per medis naturals (Spiegeler i Cifuentes, 2016).

En consideració al seu grau de desenvolupament tecnològic i al seu nivell de penetració dins la matriu energètica dels països, les energies renovables es classifiquen en energies renovables convencionals i energies renovables no convencionals (Spiegeler, i Cifuentes, 2016).

Segons aquesta classificació, en les energies renovables convencionals trobem l'energia hidroelèctrica, mentre que en la segona agrupació pel que fa a les energies renovables s'inclou l'energia solar tèrmica, la geotèrmica, la de biomassa i la que tracta aquest treball, l'energia solar fotovoltaica.

Pel que fa a la definició d'energies renovables de González-Velasco (2009), les fonts d'energia renovables són aquelles que produeixen de forma contínua i són inesgotables a escala humana, on el sol és l'origen de totes elles.

3.2 La cèl·lula fotovoltaica

L'energia fotovoltaica, cada cop està més introduïda a l'ordre del dia, ja sigui quant a particulars per fer-ne un ús domèstic, o pel que fa al sector empresarial, per poder així deixar de rebre subministrament elèctric de la xarxa elèctrica convencional i, per tant, així, disminuir l'import de despesa de llum.

Segons Cortés (2012),

els mòduls fotovoltaics o col·lectors solars (anomenats a vegades panells solars, encara que aquesta denominació engloba altres dispositius) estan formats per un conjunt de cèl·lules (cèl·lules fotovoltaïques) que produeixen electricitat a partir de la llum que incideix sobre elles. El paràmetre estandarditzat per classificar la seva potència es denomina potència pic.

No totes les plaques són iguals, sinó que es distribueixen en els següents grups:

- 1) Cristal·lines
- 2) Monocristal·lines: Estan compostes de seccions d'un únic cristall de silici. Aquestes es poden reconèixer degut a la seva forma circular o octogonal, on els quatre costats curts, on s'aprecia que són corbs, degut que és una cèl·lula circular retallada.
- 3) Policristal·lines: Quan aquestes estan formades per petites partícules cristal·litzades
- 4) Amorfes: Quan el silici no s'ha cristal·litzat.

Les cèl·lules fotovoltaïques converteixen, doncs, l'energia de la llum en energia elèctrica. Aquestes cèl·lules connectades les unes a les altres, encapsulades i muntades sobre una estructura suport o marc, conformen un mòdul fotovoltaic. Els mòduls estan dissenyats per subministrar electricitat a un determinat voltatge (normalment 12 o 24 V), segons Cortés (2012).

3.3 L'efecte fotovoltaic

Segons Cortés (2012), l'efecte fotovoltaic (FV) és la base del procés mitjançant el qual una cèl·lula fotovoltaica converteix la llum solar en electricitat.

La llum està composta per fotons, o partícules energètiques. Quan el fotó és absorbit, l'energia del fotó es transfereix a un electró d'un àtom de la cèl·lula. Amb aquesta nova energia, l'electró és capaç d'escapar de la seva posició normal associada a un àtom per poder formar part d'un corrent en un circuit elèctric.

La radiació solar arriba als mòduls, que produeixen energia elèctrica per l'efecte fotovoltaic en forma de corrent continu (CC). Aquest CC es pot emmagatzemar o injectar directament a la xarxa elèctrica.

3.4 La radiació solar

Segons Cortés (2012), es coneix per radiació solar al conjunt de radiacions electromagnètiques emeses pel sol. El sol es comporta pràcticament com un cos negre que emet energia seguint la llei de Planck a una temperatura d'uns 6.000 K. La radiació solar es distribueix des d'infraroig fins a ultraviolades.

No tota aquesta radiació arriba a la superfície de la terra, doncs, les ones ultraviolades, més curtes, són absorbides pels gasos de l'atmosfera fonamentalment per l'ozó.

La magnitud que mesura la radiació solar que arriba a la terra és la irradiància, que mesura l'energia que, per unitat de temps i àrea, arriba a la terra.

La seva unitat és el W/m^2 (vat per metre quadrat).

3.5 Avantatges de les instal·lacions elèctriques

L'energia solar fotovoltaica és una de les fonts més prometedores quant a energies renovables en el món.

Comparada amb les fonts no renovables, els avantatges són clars: és no contaminant i no requereix molt manteniment.

No requereix una extensa instal·lació per operar. Els generadors d'energia poden ser instal·lats d'una forma distribuïda en la qual les edificacions ja construïdes, poden generar la seva pròpia font d'energia de forma segura i silenciosa. No consumeix combustibles fòssils i és una font inesgotable.

Ofereix una elevada fiabilitat i disponibilitat operativa excel·lent.

3.6 Inconvenients de les instal·lacions elèctriques

Els inconvenients d'aquest sistema de generació d'energia no sorgeixen del seu origen, és a dir, del Sol, ni tampoc de la matèria primera en què estan fabricats els mòduls, com és el silici, sinó que la tècnica de construcció i fabricació dels mòduls fotovoltaics és complex i car.

Iniciar una instal·lació elèctrica fotovoltaica requereix una inversió inicial important. És una energia de difícil emmagatzematge. La producció d'energia és variable segons la climatologia del lloc on s'instal·la i aquesta també depèn directament de l'època de l'any.

Fent referència al rendiment del mòdul fotovoltaic, el màxim rendiment que se'n pot extreure actualment és d'un màxim del 24%.

3.7 Mercat elèctric espanyol

Actualment, el mercat de la llum del territori nacional es regula de la següent manera. Red Eléctrica, com a operador del sistema i transportista únic del sistema elèctric espanyol, opera infraestructures essencials i assegura el correcte funcionament del sistema elèctric espanyol. El marc regulador de les activitats de negoci regulades de la companyia s'estableix tant en la normativa nacional com en l'europea (Red Eléctrica, 2023).

En l'àmbit europeu, els codis de xarxa i directrius són normes jurídicament vinculants adoptades per la Comissió Europea que regulen les transaccions transfrontereres del Mercat Interior de l'Electricitat i les operacions de la xarxa, juntament amb el Reglament 2019/943.

La Llei que en l'actualitat regula l'estructura i el funcionament del sector elèctric és la Llei 24/2013, de 26 de desembre, del Sector Elèctric, (BOE núm.310, desembre 2013).

Es tracta de la principal norma que regula les activitats de Red Eléctrica, a la que atribueix el rol de transportista únic en règim d'exclusivitat, així com el d'operador del sistema elèctric i gestor de la xarxa de transport.

Pel que fa a l'accés i connexió a les xarxes, la Llei 24/2013 regula el marc general, que es completa amb el Reial decret 1183/2020, 29 de desembre, d'accés i connexió a les xarxes de transport i distribució d'energia elèctrica, i la Circular 1/2021, de la CNMC en la qual s'estableix la metodologia i les condicions de l'accés i de la connexió a les xarxes de transport i distribució de les instal·lacions de producció d'energia elèctrica. D'altra banda, el Reial Decret Llei 8/2023, 27 de desembre, en el que s'adopten mesures per afrontar les conseqüències econòmiques i socials derivades dels conflictes a Ucraïna i del Pròxim Orient, va introduir canvis en el RD 1183/2020, aplicant el RD 6/2022, on s'obliga a tots els distribuïdors d'energia elèctrica a destinar el 10% de les seves inversions del període 2023-2025 a incrementar la capacitat de les seves xarxes per permetre l'accés a la nova generació renovable i d'autoconsum. La CNMC està pendent de tramitar la circular d'accés i connexió per a les instal·lacions de demanda, essent aquesta prevista d'aprovació durant aquest 2024, (BOE núm. 76, març 2022)

La Llei 24/2013 també estableix els principis generals de la retribució de les activitats del transport d'energia elèctrica i l'operació del sistema elèctric. Després de l'aprovació

del Reial Decret llei 1/2019, 11 de gener, de mesures urgents per adequar les competències a les exigències derivades del dret comunitari en la relació a les Directives 2009/72/CE, la CNMC és l'organisme encarregat d'establir la metodologia per al càlcul de la retribució d'aquestes activitats, (BOE núm. 310, desembre 2013).

Entre tot aquest marc de legislació cal destacar que amb l'aprovació del Reial Decret llei 15/2018, de 5 d'octubre, que anul·la la imposició del denominat "impost del sol", on es gravava un determinat import en cada factura de la llum a tots aquells que apostaven per un autoconsum elèctric, i la regulació, mitjançant el Reial decret 244/2019, 5 d'abril, dels sistemes de compensació o venda d'excedents derivats de l'autoconsum es va aconseguir una alternativa realista i viable a la instal·lació de sistemes fotovoltaics d'autoconsum individual (Herrero, 2021).

Aquesta legislació descrita fins ara és la que conforma la normativa sobre la llum al nostre país. En tenir intenció d'instal·lar un sistema de plaques solars en un marc empresarial, es descriuen a continuació el conjunt de Lleis i normatives a seguir per tal d'instal·lar el nostre sistema de plaques solars tal com marca la normativa.

La següent normativa s'aplica a les instal·lacions que van des de 10 kW fins a 100 kW.

RD 244/2019, que desenvolupa normativament el RD 15/2018.

Aquestes normatives divideixen les instal·lacions d'autoconsum en dues modalitats: autoconsum sense excedents i autoconsum amb excedents. Les instal·lacions sense excedents hauran de comptar amb algun tipus de sistema que impedeixi que l'energia elèctrica sobrant generada no s'injecti a la xarxa de distribució elèctrica.

D'altra banda, existeixen dues modalitats diferents d'autoconsum amb excedent: sense dret a compensació i amb dret a compensació.

Aquestes últimes hauran de complir amb la condició de proximitat, on s'entén com a zona de proximitat l'espai delimitat al voltant d'una zona de perill i, a més, no superar els 100 kW de potència. En el cas que la instal·lació sigui de proximitat, però superi aquest límit perdrà el dret a la compensació i es regirà principalment pel RD 1183/2020, el que

fa que la majoria dels sistemes de més de 100 kW es dissenyin com centrals fotovoltaïques.

En el nostre cas, com que la instal·lació proposada supera els 100 kW, ens regirem per la normativa següent:

- 1) El RD 413/2014 que regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energies renovables.
- 2) El RD 23/2020 en la que s'aproven mesures en matèria d'energia i en altres àmbits per a la reactivació econòmica.
- 3) El RD 1183/2020 d'accés i connexió a les xarxes de transport i distribució d'energia elèctrica.
- 4) La Circular 1/2021 de la CNMC, per la que s'estableix la metodologia i condicions d'accés i de la connexió a les xarxes de transport i distribució de les instal·lacions de producció d'energia elèctrica.

3.8 Estudi de viabilitat

Un estudi de viabilitat és una anàlisi d'investigació en el que es tenen en compte tots els factors rellevants que afecten el projecte incloent-hi les consideracions econòmiques, tècniques, legals, planificació, així com els estudis de mercat- per determinar la probabilitat de completar el projecte amb èxit (Infinitia, 2021).

Un estudi de viabilitat ens permet esbrinar si la iniciativa és o no realitzable. És per això, que s'analitzen diferents perspectives, com la tècnica, l'econòmica o la legal. Les conclusions d'aquesta fan possible comprovar si la inversió és rendible o no (Pérez, 2021).

Existeixen diferents tipus de viabilitat d'un projecte, com poden ser la viabilitat tècnica, la comercial, la financera, la de gestió i l'econòmica. En aquest cas, es valorarà l'estudi econòmic sobre la instal·lació proposada aplicada a una empresa del sector metal·lúrgic de Lleida.

Per tal de tenir una visió una mica més àmplia, s'ha contrastat amb diversos treballs d'investigació de caràcter similar, "Estudio de viabilidad de la instalación de paneles fotovoltaicos en viviendas particulares conectadas a la red eléctrica" de Herrero López-Linares publicat l'any 2021 o "Estudio de viabilidad y valoración de los beneficios ambientales generados por la implantación de una instalación de placas solares fotovoltaicas, como parte de un sistema híbrido en una cooperativa agrícola en el Penedès" de Cortés Carrascosa publicat l'any 2012 són fonts utilitzades amb la finalitat de poder contrastar els resultats obtinguts.

En l'apartat 6 d'aquest treball es mostren les conclusions a partir dels resultats obtinguts de la viabilitat de la instal·lació suggerida en aquest treball comparant-les amb les obtingudes amb els treballs de referència esmentats anteriorment.

4. Metodologia de la part pràctica

En aquest apartat s'explica quins han sigut els passos a seguir a l'hora de confeccionar el projecte sobre la instal·lació d'un sistema de plaques solars fotovoltaics a l'empresa Domfesa SL, ubicada al carrer F del polígon dels Frares a Lleida ciutat.

L'anàlisi d'ombres és el primer pas en la instal·lació d'un panell solar. Aquesta anàlisi d'ombres ens permetrà saber si la ubicació on es volen situar les plaques solars és adequat o no, ja que si en la ubicació seleccionada durant una part del dia, ja sigui per edificis pròxims, vegetació, etc. Es generen ombres sobre les nostres cèl·lules fotovoltaïques, el rendiment d'aquestes no serà l'esperat.

El fet que no hi hagi cap classe d'ombra sobre el sistema de panells solars implicarà que les plaques solars funcionaran a ple rendiment i, per tant, s'extraurà el rendiment màxim a aquestes.

Poder extreure el màxim rendiment a la instal·lació ocasionarà obtenir una major rendibilitat.

Les imatges de l'estudi d'ombres realitzat corresponents a les diferents hores estudiades es representen en les figures 1, 2, 3 i 4 (p. 12 i 13).

El segon pas serà calcular el nombre de plaques solars que s'instal·laran.

És important tenir en compte el consum anual d'energia de l'empresa Domfesa SL per tal d'instal·lar un sistema de panells solars que sigui coherent amb l'activitat empresarial de l'empresa.

L'objectiu no és instal·lar el nombre màxim de plaques solars al sostre de l'empresa, sinó optar per una instal·lació racional que proporcioni energia suficient per poder desenvolupar les diverses tasques del dia a dia sense haver de fer ús de la xarxa elèctrica convencional.

Un cop ja es té el nombre de plaques que conformaran la instal·lació elèctrica fotovoltaica, es procedeix al tercer pas.

El tercer pas és simular el rendiment de la instal·lació elèctrica proposada al portal web https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/.

Aquest portal web proporciona dades com la producció anual d'energia de la instal·lació i la irradiació en la qual estarà sotmesa la instal·lació elèctrica. Aquesta simulació està basada en la ubicació que es dona al portal web, en aquest cas el Carrer F del Polígon dels Frares, Lleida.

A part de la localització de l'empresa, el portal web també necessita la inclinació que es dona als panells solars i de quin material estan construïts.

Amb tota aquesta informació, el portal web proporciona una simulació tal com es mostra a la Figura 5 (p. 16).

Tenint ja la simulació del projecte, es sol·licita el pressupost a l'empresa Atlas Green Energy, SL, amb adreça web hola@atlas-greenenergy.com situada al C/ Riu Ter, 9, 25001 – Lleida.

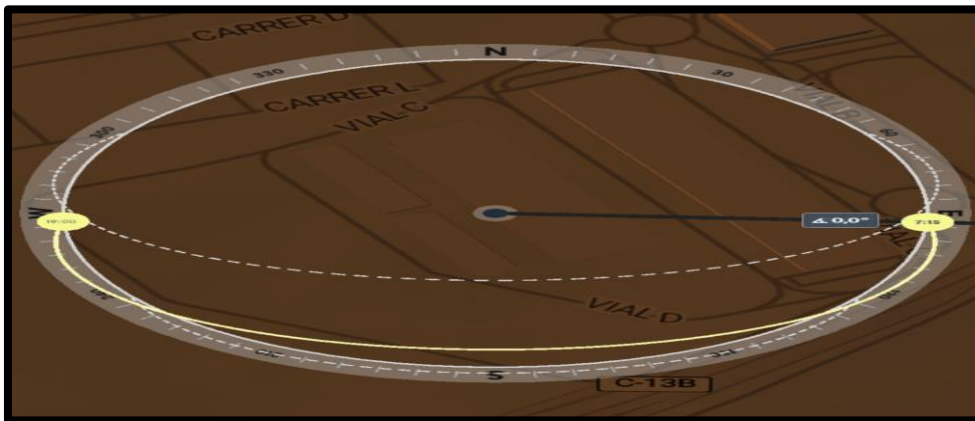
L'empresa Atlas Green Energy, SL, especialitzada en instal·lacions elèctriques fotovoltaïques presenta un seguit de premisses a tenir en compte a l'hora d'instal·lar aquest tipus de construccions, com són els diferents tràmits legals, materials, sol·licituds d'obres, etc.

El valor total del projecte, contemplant mà d'obra, materials i diferents tipus de permisos, ascendeix a un valor de 65.500€ sense IVA, 79.255€ comptabilitzant l'IVA.

4.1 Anàlisi d'ombres

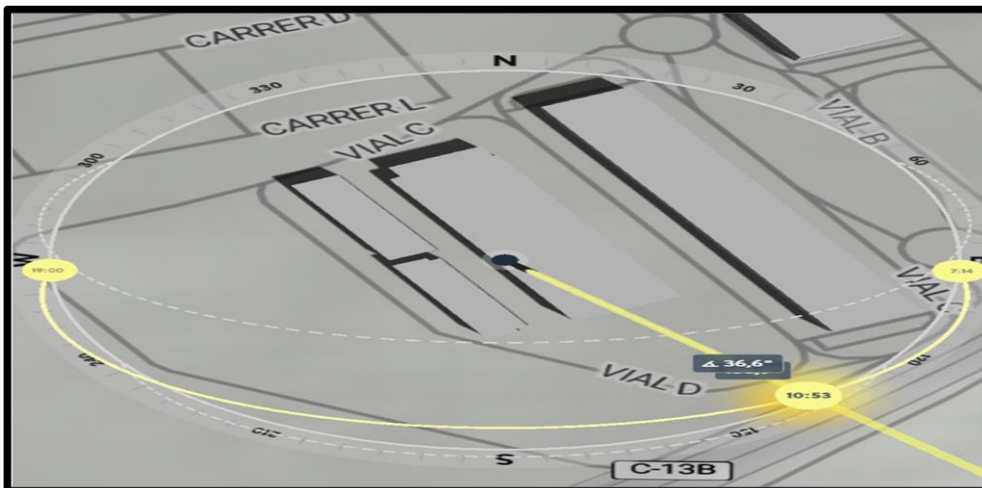
L'anàlisi representada conté imatges que representen les ombres que produirien els edificis annexos al teulat on es vol instal·lar el sistema de plaques solars.

Figura 1. Correspon a les ombres generades sobre l'empresa a les 7:15 hores



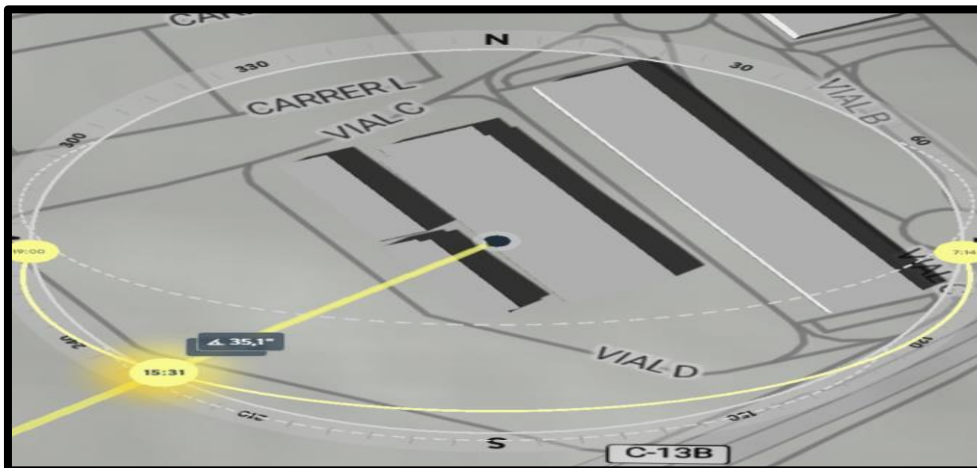
Font: Lloc web <https://app.shadowmap.org>

Figura 2. Correspon a les ombres generades sobre l'empresa a les 11:00 hores



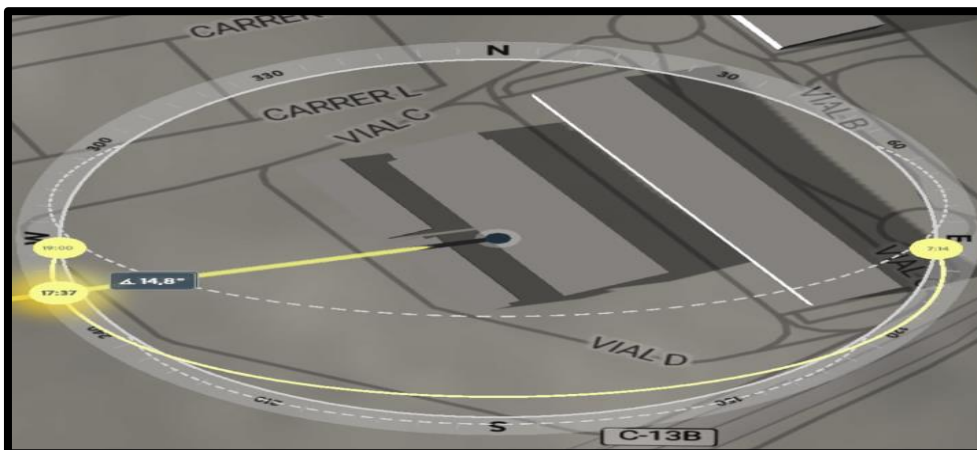
Font: Lloc web <https://app.shadowmap.org>

Figura 3. Correspon a les ombres generades sobre l'empresa a les 15:30 hores



Font: Lloc web <https://app.shadowmap.org>

Figura 4. Correspon a les ombres generades sobre l'empresa a les 18:30 hores



Font: Lloc web <https://app.shadowmap.org>

Es pot apreciar a la Figura 1, Figura 2, Figura 3, Figura 4, que durant el transcurs del dia, en cap moment es genera ombres sobre l'edifici on es localitza l'empresa.

Aquest fet demostra que la ubicació proporcionarà un rendiment màxim al sistema de plaques solars instal·lats a l'empresa Domfesa SL.

La simulació d'aquest estudi d'ombres s'ha dut a terme mitjançant el lloc web <https://app.shadowmap.org>.

4.2 Càlcul del nombre de plaques

Un cop redactat l'anàlisi d'ombres es descriu el criteri en què es calcula el nombre de plaques a instal·lar.

Les dades proporcionades per l'empresa Domfesa SL mostren que les dimensions del teulat on s'ubica la instal·lació elèctrica té una amplada de 18,50 metres i 44 metres de llargada.

Multiplicant aquests valors, la superfície total del teulat és de 786,6 m².

La dimensió de la placa solar escollida per aquest estudi té una dimensió de 2,2 m², per tant, el nombre màxim de plaques que es poden instal·lar sobre aquesta superfície és d'un total de 393 plaques solars.

Tenint en compte que cada una de les plaques solars té una potència de 0,56 kW i que com a màxim es poden instal·lar 393 plaques, la potència màxima que es pot extreure d'aquesta superfície és de 220,08 kW.

L'estudi contempla una instal·lació de 125 kW, un valor inferior al que es podria instal·lar en aquesta superfície, per tant, s'utilitza aproximadament la meitat de la superfície total del teulat.

Sabent que la potència que es vol instal·lar és de 125 kW, el nombre de plaques a instal·lar és d'aproximadament 223.

Taula 1. Localització i potència de la instal·lació fotovoltaica.

EMPRESA DESTINADA	DOMFESA S.L
UBICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	CARRER F, 25190 LLEIDA
TIPUS D'INSTAL·LACIÓ	FOTOVOLTAICA SOBRE COBERTA
POTÈNCIA PIC	125 kW

Font: Elaboració pròpia.

4.3 Anàlisi PVGIS

Un cop obtinguda la informació sobre el nombre total de plaques a instal·lar i, per tant, la potència del sistema de plaques solars, se simula el rendiment de la instal·lació mitjançant l'eina del PVGIS.

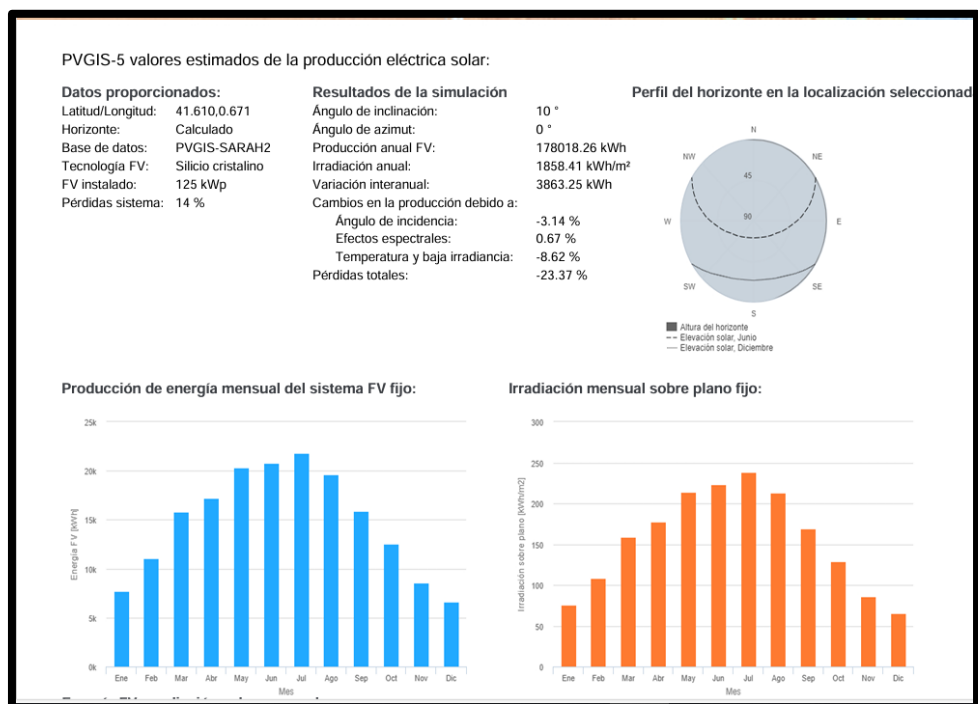
PVGIS és l'acrònim de "*Photovoltaic Geographical Information System*", traduït al nostre idioma, un sistema d'informació geogràfic fotovoltaic.

Aquesta eina permet obtenir la producció d'energia esperada anual a partir de la introducció de diferents paràmetres a tenir en compte.

Els paràmetres que contempla el PVGIS són la inclinació en què es col·loquen les plaques solars, la ubicació de la instal·lació elèctrica, mostrada a la Figura 6 i l'altitud i altitud d'aquesta.

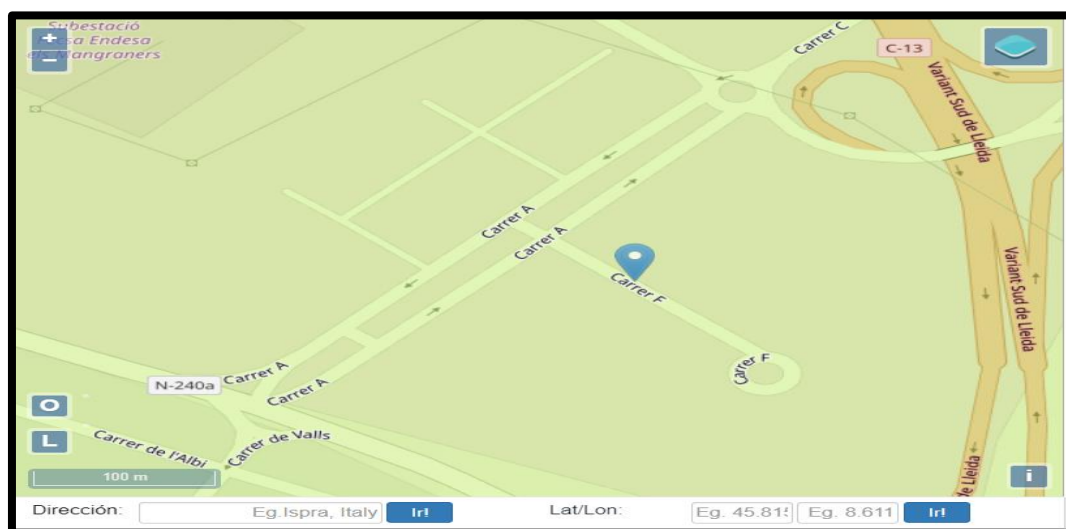
Els resultats d'aquesta simulació s'observen a continuació a la Figura 5, on s'observa que la instal·lació suggerida anualment produirà un total de 178.018,26 kWh.

Figura 5. Correspon a les dades extrems de la simulació PVGIS.



Font: Imatge extreta del portal web https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/ corresponent als valors estimats de la instal·lació fotovoltaica.

Figura 6. Correspon a la localització de l'empresa Domfesa SL en l'anàlisi PVGIS.



Font: Imatge extreta del portal web https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/ corresponent a la ubicació de l'empresa Domfesa SL

Taula 2. Valors de l'anàlisi PVGIS

DADES PROPORCIONADES	
Latitud/Longitud	41.610,0.371
Horitzó	Calculat
Base de dades	PVGIS-SARAH2
Tecnologia FV	Silici cristal·lí
FV instal·lat	125 kW
Pèrdues del sistema	24%

Font: Taula d'elaboració pròpia amb les dades extretes del PVGIS.

4.4 Pressupost

L'empresa encarregada de proporcionar aquest pressupost ha sigut Atlas Green Energy, SL.

Aquest pressupost està confeccionat per l'empresa Domfesa SL, ubicada al Carrer F, Polígon Industrial Camí dels Frares, 25191 de Lleida.

El pressupost de la instal·lació elèctrica conté els següents punts:

- 1) Tràmits inicials, on hi ha redactat el projecte tècnic executiu, degudament firmat i revisat per un tècnic competent. La redacció del pla de seguretat i salut. La sol·licitud de Llicència d'Obres a l'Ajuntament i per últim, la Sol·licitud del Punt de Connexió a la Companyia Distribuidora.
- 2) Direcció de l'obra. Assumeix la direcció de l'obra i conté el Certificat de direcció i finalització d'aquesta (CFO).
- 3) Materials, cablejat, instal·lació i muntatge. Es disposa en tota l'obra de totes les mesures preventives de seguretat i salut necessàries segons la normativa vigent. Conté també les 220 plaques solars ASTROENERGY de 570 Wp. S'inclou també l'estructura de suport d'alumini coplanar i ancoratge a la coberta. S'instal·la també 1 inversor de xarxa trifàsic HUAWEL de 100 kW. Se subministra i munta també les projeccions de la instal·lació CC i CA (corrent continu i corrent

altern). Cablejat i material elèctric necessari per dur a terme la instal·lació dels panels, inversors i punts de connexió al quadre elèctric de baixa tensió. Per últim, inclou en mitjà d'elevació a la coberta, transport, auxiliars i la posada en marxa amb les pertinents proves de la instal·lació.

- 4) Tramitació legalització. El pressupost inclou la documentació, certificats, tràmits i legalització de la instal·lació, segons el RD 244/19.

El preu final d'aquest pressupost incloent tots aquests quatre punts descrits, s'eleva a un valor monetari de 65.500,00€ sense IVA i aplicant el 21% d'IVA en aquest cas, el preu final de la nostra instal·lació elèctrica s'eleva a un valor de 79.255,00€.

5. Cas pràctic

Aquest apartat inclou dues parts a estudiar. La primera part subjecte d'estudi contempla dues taules d'amortitzacions en les quals s'inclou variables transcendents com són l'any de construcció, el preu de la llum, les hores de producció, el preu de la tarifa elèctrica, etc. Amb la finalitat d'esbrinar si el projecte suggerit és rendible o no.

Segons la Cámara de Oviedo (2021) "la rendibilitat econòmica calcula la capacitat que posseeixen els actius d'una empresa per generar valor, així la rendibilitat econòmica ens indica el benefici que s'obtindrà per cada euro invertit".

Aquesta primera part del cas pràctic està dividida en dues parts. La primera part s'estudia el projecte en el cas de no vendre l'excedent obtingut a partir de la producció d'energia del sistema fotovoltaic elèctric.

Les dades utilitzades d'ambdós casos són les dades de consum de l'empresa Domfesa SL del període entre l'any 2019 fins a l'any 2023. Amb les dades proporcionades per l'empresa, s'avalua el preu del kWh en els diferents anys.

Aquestes dades estan representades en les taules 3, 4, 5, 6 i 7 (p. 22, 23 i 24) fent un desglossament de les dades de preus respecte kWh/€ a la taula 8 (p. 24).

Un cop mostrades les dades de consums de l'empresa, a la taula 9 es mostra la producció d'energia segons la simulació de l'anàlisi PVGIS, així podent calcular si hi ha excedent de producció en els diferents mesos de l'any representant-ho a la taula 10.

Les següents taules 11 i 12 contemplen l'estudi d'amortització en els dos supòsits, és a dir, tant si no es ven l'excedent com en el cas de vendre'l.

No vendre l'excedent implica que l'energia sobrant que no s'hagi utilitzat per dur a terme les diferents activitats empresarials es perdrà, sense treure'n cap classe de rendiment.

La segona part d'aquest primer cas pràctic estudia la rendibilitat del projecte en el cas de vendre l'excedent a un preu de mercat fixat.

Amb la comparativa d'aquests dos casos es pretén avaluar si la venda d'excedent implica a una disminució en el temps d'amortització de la instal·lació elèctrica i si és així, quin és el temps de diferència entre els dos supòsits.

El segon cas pràctic inclou una nova variable. En aquest cas s'inclou l'adquisició de quatre vehicles elèctrics amb el fi de desenvolupar diferents tasques.

La intenció és adquirir dos cotxes utilitaris per fer-los servir com a mitjà de transport per als comercials de l'empresa Domfesa SL i dos cotxes model furgoneta per dur a terme activitats de transport de mercaderies. Els models seleccionats a estudi són els següents: Tesla Model 3 per desenvolupar tasques comercials i Ford E-Transit per desenvolupar les tasques de distribució de materials.

Els vehicles s'estudiaran sota el supòsit que cada un d'ells farà un recorregut de 50.000 km anuals i que finalitzats els primers cinc anys d'antiguitat, se substituiran per un model nou de les mateixes característiques.

Amb la inclusió d'aquesta nova variable, es mesura si hi ha suficient capacitat energètica en el cas d'adquirir quatre cotxes per a l'empresa, i si és així, quina rendibilitat s'extraurà d'aquests.

5.1 Amortització de la instal·lació elèctrica sense venda d'excedent

Per poder fer el càlcul dels anys que tardarem a amortitzar el cost de la instal·lació elèctrica es tindrà en compte els següents factors.

- 1) Any de construcció
- 2) Preus
- 3) Hores equivalents de producció
- 4) Preu de la tarifa elèctrica
- 5) Increment de l'IPC i de les tarifes elèctriques segons el INE
- 6) Anys d'amortització

El desglossament representant dels ingressos previstos de la instal·lació s'obtindran a partir de les hores equivalents mitjanes de producció solar multiplicades pel preu de la tarifa elèctrica.

Com s'aprecia a la taula 11 (pàgina 27), els fluxos de caixa positius, és a dir, els ingressos, s'estimarà una pèrdua anual del 0,25% corresponent a la degradació natural que pateixen les cèl·lules fotovoltaïques, durant la vida útil d'aquestes (com a màxim un 20% en vint-i-cinc anys garantits pel fabricant), encara que la vida útil de les cèl·lules fotovoltaïques pot arribar a valors superiors als trenta anys.

Com a dada important per poder desenvolupar l'estudi, tindrem en compte l'increment estimat del preu de la tarifa elèctrica.

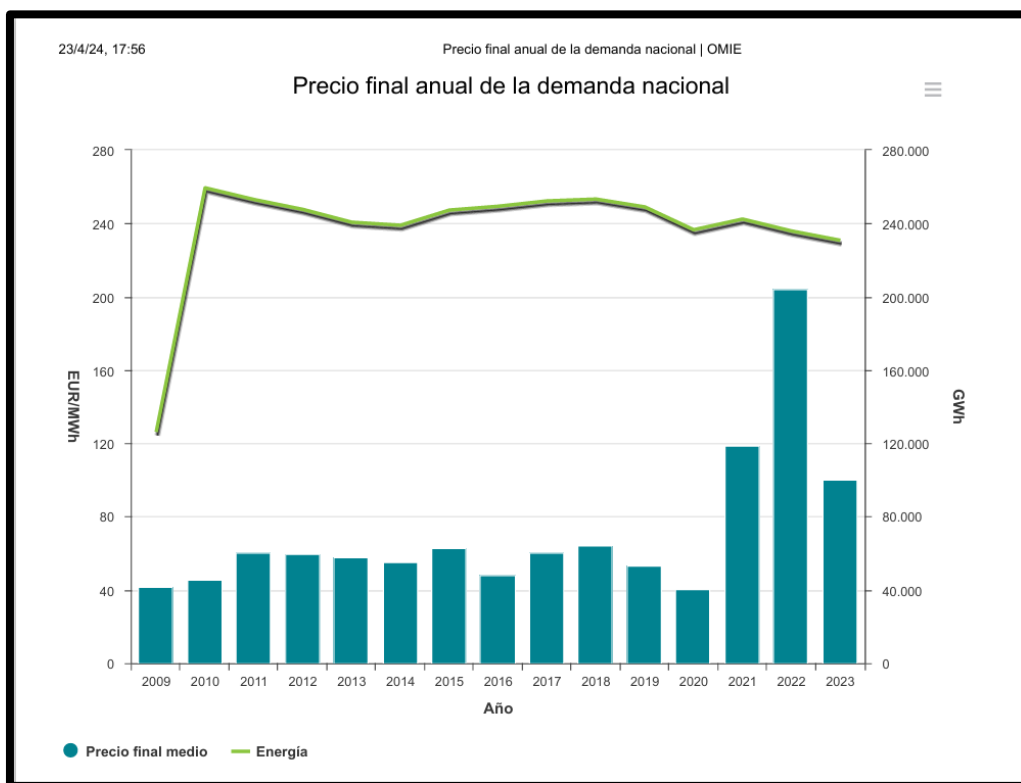
Aquestes dades han sigut extretes de la OMIE (Operador del Mercado Ibérico de Energía), que és l'organització encarregada de la gestió del mercat diari i interdiari de l'electricitat a la península Ibèrica (Espanya i Portugal).

A la taula que es mostra a continuació es pot veure l'evolució del preu final anual de la demanda nacional, dada que ens servirà per estimar la tendència que tindrà el preu de la nostra factura elèctrica.

S'estima que la pujada de la tarifa elèctrica serà del 2,5% anual.

Per l'estudi realitzat s'utilitzaran les dades dels últims deu anys encara que a la taula representada hi hagi valors des de l'any 2009.

Figura 7. Evolució de preus durant el període 2009-2023



Font: Lloc web <https://www.omie.es>

En la Figura 7 on queda representada l'evolució del preu de la llum a Espanya entre el període 2009-2023 s'aprecia un increment majúscul entre l'any 2009 i 2010 mentre que els anys següents d'aquest període, el preu de la llum s'ha anat mantenint constant en el temps sense haver-hi canvis tan significatius com en el primer període esmentat.

Analitzant el supòsit d'estudi de l'empresa Domfesa SL, els preus que paga l'empresa queda reflectit en les taules següents:

Taula 3. Dades de consum de l'empresa l'any 2019

MES	CONSUM (kWh)	PREU SENSE IVA (€)	PREU+IVA (€)
GENER			
FEBRER			
MARÇ	1.670	629,90	762,18
ABRIL	1.829	672,01	813,13
MAIG	1.617	478,90	579,47
JUNY	1.432	466,01	563,87
JULIOL	1.353	446	539,66
AGOST	2.010	575,46	696,31
SETEMBRE	1.007	410,76	497,02
OCTUBRE	1.533	479,50	580,20
NOVEMBRE	1.454	489,14	591,86
DESEMBRE	1.673	574,69	695,37
TOTAL	15.578	5.222,37	6.319,07

Font: Taula d'elaboració pròpia a partir de les dades de consums i preus proporcionades per l'empresa Domfesa SL.

Taula 4. Dades de consum de l'empresa l'any 2020

MES	CONSUM (kWh)	PREU SENSE IVA (€)	PREU+IVA (€)
GENER	1.473	488,96	591,64
FEBRER	2.732	602,40	728,90
MARÇ	3.236	645,16	780,64
ABRIL	1.817	485,74	587,75
MAIG	1.374	501,68	607,03
JUNY	1.385	437,59	529,48
JULIOL	2.276	534,16	646,33
AGOST	1.940	523,92	633,94
SETEMBRE	914	375,42	454,26
OCTUBRE	2.662	593,03	717,57
NOVEMBRE	2.492	576,25	697,26
DESEMBRE	2.399	563,94	682,37
TOTAL	24.700	6.328	7.657

Font: Taula d'elaboració pròpia a partir de les dades de consums i preus proporcionades per l'empresa Domfesa SL.

Taula 5. Dades de consum de l'empresa l'any 2021

MES	CONSUM (kWh)	PREU SENSE IVA (€)	PREU+IVA (€)
GENER	2.296	554,98	671,53
FEBRER	1.896	495,52	599,58
MARÇ	2.174	529,29	640,44
ABRIL	2.121	497,26	601,68
MAIG	1.467	474,54	574,19
JUNY	1.750	517,47	626,14
JULIOL	2.348	857,99	1.038,17
AGOST	2.070	590,24	714,19
SETEMBRE	1.247	462,34	559,43
OCTUBRE	2.746	654,16	791,53
NOVEMBRE	2.568	692,92	838,43
DESEMBRE	2.941	590,13	714,06
TOTAL	25.624	6.917	8.369

Font: Taula d'elaboració pròpia a partir de les dades de consums i preus proporcionades per l'empresa Domfesa SL.

Taula 6. Dades de consum de l'empresa l'any 2022

MES	CONSUM (kWh)	PREU SENSE IVA (€)	PREU+IVA (€)
GENER	2.634	516,41	624,86
FEBRER	1.743	519,46	628,55
MARÇ	1.419	477,79	578,13
ABRIL	1.434	471,18	570,13
MAIG	1.981	523,43	633,35
JUNY	2.353	575,16	695,94
JULIOL	1.858	503,74	609,53
AGOST	1.923	921,04	1.114
SETEMBRE	1.020	661,85	800,84
OCTUBRE	1.883	881,96	1.067,17
NOVEMBRE	2.030	748,98	899,01
DESEMBRE	1.373	551,80	667,68
TOTAL	21.651	7.353	8.889

Font: Taula d'elaboració pròpia corresponent a les dades de consums i preus proporcionades per l'empresa Domfesa SL.

Taula 7. Dades de consum de l'empresa l'any 2023

MES	CONSUM (kWh)	PREU SENSE IVA (€)	PREU+IVA (€)
GENER	2.404	894,72	1.082,61
FEBRER	2.413	803,04	971,68
MARÇ	2.255	741,00	896,61
ABRIL	2.025	678,73	821,26
MAIG	1.916	639,11	773,32
JUNY	2.001	656,71	794,62
JULIOL	2.106	676,60	818,69
AGOST	2.071	667,43	807,59
SETEMBRE	1.014	448,48	542,66
OCTUBRE	1.832	623,19	754,06
NOVEMBRE	2.030	533,70	645,78
DESEMBRE	3.354	761,15	920,99
TOTAL	25.421	8.124	9.830

Font: Taula d'elaboració pròpia corresponent a les dades de preus i consums proporcionades per l'empresa Domfesa SL.

Taula 8. Evolució dels preus en (€/kWh) del període 2019-2023

ANY	PREU (€/kWh)
2019	0,335240
2020	0,256194
2021	0,269942
2022	0,339614
2023	0,319578

Font: Taula d'elaboració pròpia en base a les dades de preus i consums proporcionades per l'empresa Domfesa SL.

Els preus representats a la Taula 8 són els resultats de dividir el preu sense IVA de la factura de llum entre el consum anual de l'empresa. Com s'aprecia, els preus dels anys 2019, 2022 i 2023 són bastant superiors als que es paga en els anys 2021 i 2022.

Per fer una comparativa entre el preu nacional de la llum, el preu màxim establert segons la OMIE l'any 2023 va ser de 174€/MWh, és a dir, 0,174€/kWh.

Observant aquesta dada, s'observa que l'empresa Domfesa SL paga actualment una tarifa molt superior al preu establert en el mercat nacional.

Continuant amb l'anàlisi, a la Taula 9 mostrada a continuació es representa la producció d'energia de l'anàlisi PVGIS de la instal·lació elèctrica proposada segons els mesos de l'any.

Taula 9. Producció d'energia segons el PVGIS l'any 2023

MES	PRODUCCIÓ D'ENERGIA (kWh)
GENER	7.688
FEBRER	11.078
MARÇ	15.818
ABRIL	17.243
MAIG	20.302
JUNY	20.762
JULIOL	21.792
AGOST	19.645
SETEMBRE	15.924
OCTUBRE	12.551
NOVEMBRE	8.584
DESEMBRE	6.626

Font: Taula d'elaboració pròpia amb els valors de producció mesurat en kWh segons el PVGIS

Un cop representades les dades de producció d'energia de cada un dels mesos de l'any, es comparen amb les dades extretes de les factures anuals corresponents a la despesa de llum de l'empresa per tal de calcular, si amb les característiques d'aquesta instal·lació, es genera un excedent de producció d'energia o no.

Aquesta comparativa entre la producció mensual aproximada segons l'anàlisi PVGIS i el consum real de l'empresa durant l'any 2023 queda representada a la Taula 10 que es mostra a continuació.

Taula 10. Representació de l'excedent d'energia produït l'any 2023

MES	Producció PVGIS	Consum any 2023	Excedent
GENER	7.688	2.404	5.284
FEBRER	11.078	2.413	8.665
MARÇ	15.818	2.255	13.563
ABRIL	17.243	2.025	15.218
MAIG	20.302	1.916	18.386
JUNY	20.762	2.001	18.761
JULIOL	21.792	2.106	19.686
AGOST	19.645	2.071	17.574
SETEMBRE	15.924	1.014	14.910
OCTUBRE	12.551	1.832	10.719
NOVEMBRE	8.584	2.030	6.554
DESEMBRE	6.626	3.354	3.272
TOTAL	178.013	25.421	152.592

Font: Taula d'elaboració pròpia amb la comparativa de producció segons PVGIS, consum de l'empresa durant l'any 2023 i l'excedent resultant

Com es veu reflectit a la taula, la producció d'energia generada és molt superior a la que necessita l'empresa Domfesa SL per dur a terme les seves activitats empresarials.

Observant aquests valors, la primera impressió és que l'empresa no necessita una instal·lació elèctrica fotovoltaica d'aquesta dimensió, sinó que amb menys panells fotovoltaics ja en tindria suficient.

Continuant amb l'estudi, la Taula 11 mostra el primer dels casos on no es ven l'excedent generat.

Taula 11. Taula d'amortitzacions en el supòsit de no vendre l'excedent

ANY	%REDUCCIÓ DE RENDIMENT	INCREMENT DE LA LLUM	TARIFA SEGONS INCREMENT DE IPC	ESTALVI D'ENERGIA PRODUÏDA	DESPESES	Beneficis anuals (inversió inicial)	RECUPERACIÓ DE LA INVERSIÓ
2023	100,00	2,52%	8,743	13.341,56	500	12.841,56	- 79.255 66.413,44
2024	99,75	2,52%	8,9633236	13.677,76	510	13.167,76	- 53.245,68
2025	99,50	2,52%	9,189199355	14.022,44	520,2	13.502,24	- 39.743,44
2026	99,25	2,52%	9,420767178	14.375,81	530,604	13.845,20	- 25.898,23
2027	99,00	2,52%	9,658170511	14.738,08	541,21608	14.196,86	- 11.701,37
2028	98,75	2,52%	9,901556408	15.109,48	552,040402	14.557,44	2.856,07
2029	98,50	2,52%	10,15107563	15.490,24	563,08121	14.927,16	17.783,22
2030	98,25	2,52%	10,40688274	15.880,59	574,342834	15.306,25	33.089,47
2031	98,00	2,52%	10,66913618	16.280,78	585,829691	15.694,95	48.784,42
2032	97,75	2,52%	10,93799841	16.691,06	597,546284	16.093,51	64.877,93
2033	97,50	2,52%	11,21363597	17.111,67	609,49721	16.502,17	81.380,11
2034	97,25	2,52%	11,4962196	17.542,89	621,687154	16.921,20	98.301,31
2035	97,00	2,52%	11,78592433	17.984,97	634,120897	17.350,85	115.652,15
2036	96,75	2,52%	12,08292963	18.438,19	646,803315	17.791,38	133.443,54
2037	96,50	2,52%	12,38741945	18.902,83	659,739382	18.243,09	151.686,63
2038	96,25	2,52%	12,69958242	19.379,18	672,934169	18.706,25	170.392,88
2039	96,00	2,52%	13,0196119	19.867,54	686,392853	19.181,14	189.574,02
2040	95,75	2,52%	13,34770612	20.368,20	700,12071	19.668,08	209.242,10
2041	95,50	2,52%	13,68406831	20.881,48	714,123124	20.167,35	229.409,45
2042	95,25	2,52%	14,02890684	21.407,69	728,405586	20.679,29	250.088,74
2043	95,00	2,52%	14,38243529	21.947,16	742,973698	21.204,19	271.292,93
2044	94,75	2,52%	14,74487266	22.500,23	757,833172	21.742,40	293.035,33
2045	94,50	2,52%	15,11644345	23.067,24	772,989835	22.294,25	315.329,58
2046	94,25	2,52%	15,49737782	23.648,53	788,449632	22.860,08	338.189,66
2047	94,00	2,52%	15,88791174	24.244,48	804,218625	23.440,26	361.629,92
2048	93,75	2,52%	16,28828712	24.855,44	820,302997	24.035,13	385.665,06

Font: Taula d'elaboració pròpia a partir de les dades de preus i consums proporcionades per l'empresa Domfesa SL.

Com es representa a la taula d'amortitzacions de la instal·lació elèctrica, el període de temps en què s'amortitza és de cinc anys i deu mesos.

Com a dada addicional es mostra que es generaria un estalvi de més de **385.665,06€** durant la vida garantida de la instal·lació a vint-i-cinc anys.

Taula 12. Benefici, TIR i rendibilitat del projecte

BENEFICIS TOTALS A 25 ANYS	385.665,06€
TIR 25 ANYS	21%
RENDIBILITAT FINANCERA A 25 ANYS	17%

Font: Taula d'elaboració pròpia a partir de les dades extretes de la taula 11.

Concloent aquesta primera anàlisi, es mostra que la instal·lació proposada s'amortitzaria en un període de poc menys de sis anys.

5.2 Amortització de la instal·lació elèctrica amb venda d'excedent

Un cop analitzat el supòsit on no es produeix una venda de l'excedent d'energia resultant de la instal·lació elèctrica, es procedeix a analitzar el supòsit contrari.

En la Taula 13 representada a continuació s'inclouen noves columnes, com són la tarifa de compensació, que no és altra cosa que el preu que se li paga a l'empresa per aquest excedent. En aquest cas, la tarifa de compensació és de 0,012€/kWh, oferta proposada per l'empresa Bonpreu dedicada a la compra-venda d'excedents d'aquests tipus d'instal·lacions elèctriques.

Aquesta tarifa de compensació queda representada a la columna Tarifa de Compensació. El valor mostrat és de 0,12, ja que el càlcul es fa en cèntims d'euro.

La columna inclosa en aquesta anàlisi anomenada Balanç Net contempla la multiplicació de l'energia produïda per la tarifa de compensació menys les despeses associades a la instal·lació elèctrica.

Un cop es tenen en compte totes aquestes dades, el resultat d'aquest nou supòsit es mostra a la Taula 13 mostrada a continuació.

Taula 13. Taula d'amortitzacions en el cas de vendre l'excedent

ANY	%REDUCCIÓ DE RENDIMENT	INCREMENT DE LA LLUM	TARIFA DE COMPENSACIÓ	en cèntims per kWh TARIFA SEGONS INCREMENT DE IPC	ESTALVI D'ENERGIA PRODUIDA	DESPESES	Balanc net	Beneficis anuals (inversió inicial)	RECUPERACIÓ DE LA INVERSIÓ
									79.255
2023	100,00	2,52%	0,12	8,743	13.341,56	500	1100,99	14.442,54	- 64.812,46
2024	99,75	2,52%	0,12	8,9633236	13.677,76	510	1131,33	14.809,09	- 50.003,36
2025	99,50	2,52%	0,12	9,189199355	14.022,44	520,2	1162,49	15.184,94	- 34.818,43
2026	99,25	2,52%	0,12	9,420767178	14.375,81	530,604	1194,49	15.570,30	- 19.248,13
2027	99,00	2,52%	0,12	9,658170511	14.738,08	541,21608	1227,35	15.965,43	- 3.282,69
2028	98,75	2,52%	0,12	9,901556408	15.109,48	552,0404016	1261,10	16.370,57	13.087,88
2029	98,50	2,52%	0,12	10,15107563	15.490,24	563,0812096	1295,75	16.785,98	29.873,86
2030	98,25	2,52%	0,12	10,40688274	15.880,59	574,3428338	1331,33	17.211,92	47.085,78
2031	98,00	2,52%	0,12	10,66913618	16.280,78	585,8296905	1367,86	17.648,65	64.734,43
2032	97,75	2,52%	0,12	10,93799841	16.691,06	597,5462843	1405,38	18.096,44	82.830,87
2033	97,50	2,52%	0,12	11,21363597	17.111,67	609,49721	1443,90	18.555,58	101.386,44
2034	97,25	2,52%	0,12	11,4962196	17.542,89	621,6871542	1483,46	19.026,35	120.412,79
2035	97,00	2,52%	0,12	11,78592433	17.984,97	634,1208973	1524,08	19.509,04	139.921,83
2036	96,75	2,52%	0,12	12,08292963	18.438,19	646,8033152	1565,78	20.003,97	159.925,80
2037	96,50	2,52%	0,12	12,38741945	18.902,83	659,7393815	1608,60	20.511,43	180.437,23
2038	96,25	2,52%	0,12	12,69958242	19.379,18	672,9341692	1652,57	21.031,75	201.468,98
2039	96,00	2,52%	0,12	13,0196119	19.867,54	686,3928525	1697,71	21.565,25	223.034,23
2040	95,75	2,52%	0,12	13,34770612	20.368,20	700,1207096	1744,06	22.112,26	245.146,49
2041	95,50	2,52%	0,12	13,68406831	20.881,48	714,1231238	1791,65	22.673,13	267.819,62
2042	95,25	2,52%	0,12	14,02890684	21.407,69	728,4055863	1840,52	23.248,21	291.067,83
2043	95,00	2,52%	0,12	14,38243529	21.947,16	742,973698	1890,69	23.837,85	314.905,68
2044	94,75	2,52%	0,12	14,74487266	22.500,23	757,8331719	1942,19	24.442,43	339.348,11
2045	94,50	2,52%	0,12	15,11644345	23.067,24	772,9898354	1995,08	25.062,32	364.410,43
2046	94,25	2,52%	0,12	15,49737782	23.648,53	788,4496321	2049,37	25.697,91	390.108,33
2047	94,00	2,52%	0,12	15,88791174	24.244,48	804,2186247	2105,12	26.349,60	416.457,93
2048	93,75	2,52%	0,12	16,28828712	24.855,44	820,3029972	2162,35	27.017,79	443.475,72

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades proporcionades per l'empresa Domfesa SL.

Amb la venda de l'excedent al preu de 0,012€/kWh, la instal·lació de cèl·lules fotovoltaïques proposada estaria amortitzada en un període de 5 anys i 2 mesos, poc menys d'un any respecte a la proposta anterior.

La taula de característiques quedaria descrita de la forma següent:

Taula 14. Benefici, TIR i rendibilitat del projecte

BENEFICIS TOTALS A 25 ANYS	443.475,22€
TIR 25 ANYS	25%
RENDIBILITAT FINANCERA A 25 ANYS	15%

Font: Taula d'elaboració pròpia a partir de les dades extretes de la taula 13.

Com es comprova en els dos casos descrits, la instal·lació d'un sistema de plaques solars a l'empresa Domfesa SL és totalment viable, arribant a estar amortitzada en els dos casos proposats en un període de poc més de cinc anys.

Per tant, podem concloure que la instal·lació elèctrica suggerida de 125 kW per tal de deixar de rebre llum de la xarxa elèctrica convencional i passar a un sistema d'energia basat en l'autoconsum a partir de cèl·lules fotovoltaïques, és totalment viable en el cas d'aquesta empresa.

5.3 Introducció dels vehicles elèctrics

A més que que la instal·lació elèctrica fotovoltaica suggerida a l'empresa Domfesa SL sigui rendible, hi ha una gran quantitat d'energia produïda que sobra.

Per tal d'extreure'n un rendiment, es proposa adquirir quatre vehicles elèctrics amb la finalitat de fer un major ús d'aquesta energia elèctrica sobrant.

Es decideix adquirir dos tipus de models de vehicle. El primer model de vehicle és el Tesla Model 3, que estarà enfocat en les tasques de mobilitat dels agents comercials de l'empresa per poder dur a terme les diferents activitats empresarials assignades a aquests.

El segon model escollit és la Ford E-Transit, un model de furgoneta elèctrica amb la funció de transportar els diversos materials necessaris, tant per dur-los a l'empresa com per transportar-ne a empreses demandants.

Els preus d'aquests vehicles, segons els distribuïdors oficials són:

Tesla Model 3: 39.900€ amb IVA

Ford E-Transit: 51.885€ amb IVA

Tot i que aquestes dades referents als preus són les donades per les empreses distribuïdores d'aquests vehicles, les dades d'estudi no són aquestes.

L'IVA no es comptabilitza, ja que l'empresa la desgrava, per tant, aplicar l'IVA en aquest cas no seria correcte en aquest estudi.

D'altra banda, fins a 31 de juliol de l'any 2024 hi ha una subvenció a l'hora d'adquirir vehicles elèctrics, el Programa Moves III aplicat pel RD 406/2023, de 29 de maig.

En cas de vehicles elèctrics i elèctrics d'autonomia estesa (més de 90 kilòmetres d'autonomia elèctrica) estaran beneficiats amb 4.500€ d'ajuda (GDE, 2024).

Per tant, les dades econòmiques subjectes a estudi corresponent als vehicles elèctrics escollits són les següents:

Tesla Model 3: $39.900\text{€} - 8.379\text{€} - 4.500\text{€} = 27.021\text{€}$ sense IVA i aplicada l'ajuda.

Ford E-Transit: $51.885\text{€} - 10.895,85\text{€} - 4.500\text{€} = 36.489,15\text{€}$ sense IVA i aplicada l'ajuda.

Taula 15. Preus finals dels vehicles seleccionats

MODEL	PREU FINAL (€)
TESLA MODEL 3	27.021
FORD E-TRANSIT	36.489,15

Font: Taula d'elaboració pròpia

En les següents figures 5 i 6 es mostren les característiques dels vehicles seleccionats.

Figura 5. Característiques del vehicle Tesla Model 3

Model 3	Potencia: Delantera/Trasera (kW)	Masa (kg)	Consumo de energía combinado WLTP (kWh/100 km)	Emisiones de CO ₂	Clase de eficiencia de CO ₂
Tracción trasera	208 (T)	1836	13,2	0 g/km	A+
Gran autonomía	158 (D) 208 (T)	1899	14,0	0 g/km	A+
Performance	158 (D) 303 (T)	1851	16,7	0 g/km	A+
Tracción trasera de gran autonomía	208 (T)	1810	14,4	0 g/km	A+
Performance (2018-2023)	158 (D) 235 (T)	1919	16,5	0 g/km	A+
Tracción trasera (2017-2023)	208 (T)	1835	14,4	0 g/km	A+

Font: Imatge extreta del portal web https://www.tesla.com/es_es/support/power-consumption on es mostren les característiques del vehicle Tesla Model 3

Una de les característiques més important a tenir en compte del Tesla Model 3 mostrada en la Figura 5 és el consum en kWh als 100 kilòmetres. Aquesta dada proporciona a l'estudi la quantitat d'energia necessària per dur a terme els 50.000 kilòmetres anuals en què es basa l'estudi suggerit.

La dada referida en aquest cas, dona un valor de 13,2 kWh/100 km.

Figura 6. Característiques del vehicle Ford E-Transit



Font: Imatge extreta del portal web <https://www.ford.es/furgonetas-pick-up/e-transit/van-doble-cabina> on es mostren les característiques del vehicle Ford E-Transit

De la mateixa forma que en el model utilitari Tesla Model 3, una de les característiques més importants a tenir en compte del vehicle furgoneta Ford E-Transit mostrades en la figura 6 és el consum als 100 kilòmetres.

En aquest cas, el consum d'aquest vehicle ascendeix als 38,3 kWh/100 km, gairebé el triple de consum que el model utilitari Tesla Model 3.

No és d'estranyar que el consum d'aquest vehicle sigui superior al del primer vehicle suggerit, ja que les dimensions i la capacitat d'emmagatzematge de la furgoneta elèctrica és molt superior al del model utilitari elèctric.

Un cop ja mostrades les dades de preus i consum dels vehicles escollits, en les taules 16 i 17 mostrades a continuació s'avalua quin serà el temps en què estaran amortitzats els vehicles.

5.3.1 Estudi del vehicle Tesla Model 3

Per tal de desenvolupar aquest estudi, es necessiten tres dades necessàries. La primera dada que es necessita és el valor de la depreciació del vehicle.

El període total que romandrà el vehicle a l'empresa serà de cinc anys, per tant, es comptabilitza com a depreciació del vehicle el seu valor dividit entre cinc.

En aquest cas el valor és de 5.404,2€ anuals quant a depreciació.

El següent valor necessari per dur a terme l'estudi és el cost d'energia anual. Per saber quin és aquest cost el càlcul és el següent:

Si el consum en energia d'aquest vehicle és de 13,2 kWh/100 km i el preu de l'electricitat que utilitzarem en aquest cas és el preu que paga l'empresa durant l'any 2023, mostrat en la taula 8, sent aquest de 0,319578 €/kWh, el cost per kilòmetre serà el següent:

Cost per kilòmetre = $(13,2/100) * 0,319578$

Obtenint així un cost per kilòmetre de 0,042 €/km

Un cop obtingut el cost per kilòmetre del vehicle, es multiplica aquest valor per la quantitat de kilòmetres que transcorrerà en un any, obtenint un resultat de 2.103,60 euros anuals.

Finalment, l'única dada restant necessària per poder confeccionar la taula d'amortitzacions del vehicle és el cost total anual.

Comptabilitzant la depreciació com un cost per l'empresa, el cost total anual és el valor de la depreciació anual més el cost anual d'energia.

El resultat obtingut d'aquest càlcul és de 7.507,80€

Un cop s'ha obtingut la dada del cost total anual, es confecciona la taula 16 mostrada a continuació on s'inclouen les dades esmentades anteriorment.

Taula 16. Taula d'amortització del vehicle Tesla Model 3

Any	Depreciació (€)	Cost d'energia (€)	Cost total (€)
1	5.404,2	2.103,60	7.507,8
2	5.404,2	2.103,60	7.507,8
3	5.404,2	2.103,60	7.507,8
4	5.404,2	2.103,60	7.507,8
5	5.404,2	2.103,60	7.507,8

Font: Taula d'elaboració pròpia

Un cop confeccionada la taula 16 corresponent al vehicle utilitari Tesla Model 3 s'aplica el següent càlcul per saber en quin període de temps estarà amortitzat aquest vehicle:

$$\text{Temps d'amortització} = \frac{\text{Valor del vehicle}}{\text{Amortització anual}}$$

Segons el càlcul, el vehicle Tesla Model 3 s'amortitza en un període de 3,6 anys.

5.3.2 Estudi del vehicle Ford E-Transit

Per dur a terme aquest segon cas d'estudi, s'utilitza el mateix procediment que en el cas anterior.

La depreciació anual del vehicle serà de 7.297,83 euros anuals mentre que el cost per kilòmetre obtingut del càlcul $(38,3/100) * 0,319578$ és de 0,1224 euros per cada kilòmetre recorregut.

Per tant, el cost d'energia anual obté un valor de 6.121 euros.

Fent la suma d'aquests dos valors, s'obté el valor del cost total anual en euros.

El cost total d'aquest vehicle anualment obté un valor de 13.418,83 euros.

Un cop obtingudes aquestes dades, es confecciona la Taula 17 corresponent a l'amortització del vehicle mostrada a continuació.

Taula 17. Taula d'amortització del vehicle Ford E-Transit

Any	Depreciació (€)	Cost d'energia (€)	Cost total (€)
1	7.297,83	6.121	13.418,83
2	7.297,83	6.121	13.418,83
3	7.297,83	6.121	13.418,83
4	7.297,83	6.121	13.418,83
5	7.297,83	6.121	13.418,83

Font: Taula d'elaboració pròpia

Per tal d'esbrinar en quin període de temps el vehicle està amortitzat, s'utilitza el mateix mètode de càlcul que en l'apartat anterior.

Per tant:

$$\text{Temps d'amortització} = \frac{\text{Valor del vehicle}}{\text{Amortització anual}}$$

$$\text{Temps d'amortització} = 2,72 \text{ anys}$$

Concloent l'estudi dels dos casos, s'aprecia que els vehicles elèctrics seleccionats per aquest estudi són amortitzats abans dels cinc anys, que és el període màxim que està previst que romanguin a l'empresa.

En el cas de l'energia necessària per poder fer els 50.000 kilòmetres proposats en aquest estudi s'observa que, en el cas del Tesla Model 3, per dur a terme 50.000 en un any necessita 6.600 kWh, mentre que el model furgoneta Ford E-Transit necessita 19.100 kWh per poder recórrer aquesta distància anualment.

Si en l'estudi es contempla que hi ha quatre vehicles, dos de cada model, l'energia necessària per poder recórrer aquesta distància a l'empresa li suposa una despesa d'energia de 51.400 kWh.

Tal com es mostra en la Taula 10, l'excedent resultat d'aquesta instal·lació elèctrica és de 152.592 kWh, per tant, l'empresa continua tenint un excedent de 101.192 kWh després de tenir totes les seves necessitats cobertes.

6. Conclusions

Aquest treball mostra que suggerir l'opció d'instal·lar un sistema de plaques solars en aquesta empresa és totalment rendible.

En el primer cas, on es contemplen dos escenaris diferents (utilitzar l'energia generada únicament per dur a terme les activitats empresarials en primera instància i, en segona instància, optar per vendre l'excedent d'energia al mercat), s'observa que la instal·lació queda amortitzada en un període de poc més de cinc anys en els dos escenaris.

En el segon cas, on s'empra part de l'excedent generat per tal de recarregar en forma de combustible un total de quatre vehicles elèctrics, s'aprecia igual que en el primer cas que la proposta és totalment rendible, ja que els vehicles utilitaris s'amortitzen en un període de poc menys de tres anys i els vehicles destinats a activitats de transport de materials s'amortitzen en un període de poc menys de tres anys.

Podem així concloure que, comptabilitzant l'import de la instal·lació elèctrica més els dels quatre vehicles, el projecte queda per un import de 262.825€, on el total de la instal·lació tenint en compte el preu que l'empresa paga pel kWh estarà amortitzat en un període de 5 anys aproximadament.

Veient les dades pel que fa als excedents generats, l'empresa després de dur a terme les seves activitats empresarials, contempla un excedent de 152.592 kWh (respecte a les dades del 2023). Restant els valors corresponents als quatre vehicles elèctrics suggerits, on el còmput total dels quatre ascendeix a un valor de 51.500 kWh, queda encara un excedent d'energia per un valor de 101.092 kWh.

Comparant les conclusions d'aquest estudi amb les conclusions del Treball de Fi de Grau de Herrero (2021) s'arriba a les mateixes conclusions: la instal·lació de panells fotovoltaics, ja sigui en particulars com és el cas d'estudi o en cas d'empresa, com és el cas d'aquest Treball de Fi de Grau suggerit, és totalment viable i rendible al llarg termini.

En el cas de l'estudi de Cortés (Gandia, 2012) el resultat és ben diferent. L'estudi, redactat l'any 2012, mostra que la instal·lació suggerida no és viable.

Segons Cortés (Gandia, 2012),

“En el momento actual es económicamente inviable,..., En un primer planteamiento de nuestro estudio se optó por utilizar materiales de elevada calidad y mayor coste, el resultado de viabilidad económica con esta elevada inversión inicial, al final de los 25 años de vida útil de la instalación el beneficio sería negativo. Posteriormente se optó por abaratar costes,..., amortizándose pasado 20 años, cuando debería de hacerlo a los 7 y 10 para ser mínimamente interesante a ojos de un inversor privado”.

Cert és que l'any 2012 estava marcat per una forta crisi econòmica a Espanya, on la inversió en el sector d'energies renovables era gairebé nul, segons Cortés Carrascosa (Gandia, 2012), “La energía solar, antes apoyada por las Instituciones fuertemente, ahora mismo ha caído en el Olvido”.

En conclusió, actualment el projecte d'instal·lar un sistema de panells fotovoltaics juntament els quatre vehicles elèctric a l'empresa Domfesa SL és rendible en el temps, tot i que l'import que actualment està pagant l'empresa del kWh és considerat car, en comparació als preus que s'estableixen per aquest subministrament d'energia en territori nacional.

7. Bibliografia

AC Fotovoltaica. AC Fotovoltaica (2023). "Impacto ambiental de la energía solar". Recuperat de

<https://acfotovoltaica.es/impacto-ambiental-energia-solar/#:~:text=El%20impacto%20ambiental%20de%20la%20energía%20solar%20en%20el%20entorno,No%20genera%20combustiones%20ni%20vertidos.>

Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (2024). Comparador de ofertas de energía. Recuperat de <https://comparador.cnmc.gob.es>

Cortés Carrascosa, B. (2012). Estudio de viabilidad y valoración de los beneficios ambientales generados por la implantación de una instalación de placas solares fotovoltaicas, como parte de un sistema híbrido en una cooperativa agrícola del Penedès. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperat a data 26 de maig, 2024 de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18139/Proyecto%20final%20de%20carrera.pdf?sequence=1>

González-Velasco, J. (2009). *Energías Renovables*. Barcelona: Editorial Reverté. Recuperat de https://www.academia.edu/45608872/Jaime_González_Velasco_Energías_Renovables_2009_ISBN_9788429179125

Herrero López-Linares, G. (2021). *Estudio de viabilidad de la instalación de paneles fotovoltaicos en viviendas particulares conectadas a la red eléctrica*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperat de https://oa.upm.es/66763/7/TFG_GONZALO_HERRERO_LOPEZ-LINARES.pdf

Infinitia. Infinitia Industrial Consulting (2021). Estudio de viabilidad de un proyecto ¿Cómo realizarlo? Recuperat de <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/estudio-de-viabilidad-de-un-proyecto-como-realizarlo/>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2015). “El acuerdo de París”

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/naciones-unidas/elementos-acuerdo-paris.html#:~:text=El%20Acuerdo%20de%20París%20pone,todos%20los%20países%20se%20están>

Pérez, A. (2021). Estudio de viabilidad de un proyecto: ¿qué es y cómo hacerlo?. OBS Business School. Recuperat de <https://www.obsbusiness.school/blog/estudio-de-viabilidad-de-un-proyecto-estructura-e-importancia>

Red eléctrica (2024). Marco regulatorio. Recuperat de <https://www.ree.es/es/conocenos/marco-regulatorio>

Cámara de Oviedo. Rentabilidad económica: qué es y cómo se calcula (ROI) (2021). Recuperat de <https://www.mba-asturias.com/economia/que-es-rentabilidad-economica/>

Spiegeler, C. i Cifuentes, J.I (2016). Definición e información de energías renovables. Escuela de Postgrado USAC. Recuperat de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4455/1/DEFINICION%20E%20INFORMACION%20DE%20ENERGIAS%20RENOVABLES.pdf>

Tesla (2024). “Consumo de energia del vehiculo”
https://www.tesla.com/es_es/support/power-consumption