

**Es Migjorn. Avançant cap
a les renovables.**

Discussió de la capacitat d'autosuficiència en energia elèctrica

Treball de Fi de Grau 2015. Ciències Ambientals -UAB

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

obsaïm



Autors:

Albert Anducas i Martí Aliaguilla

Tutors del Projecte:

Joan Rieradevall,

Almudena Hierro

Martí Boada

Jordi Duch

“Hi ha una força motriu més poderosa que el vapor, l’electricitat i l’energia atòmica: la voluntat.”

“Si busques resultats diferents, no facis sempre el mateix”

Albert Einstein

Volem dedicar aquestes línies a agrair a tota aquella gent que ens ha acompanyat durant el transcurs d'aquest projecte.

A la Fundació Rubió i Tudurí per l'ajuda prestada i per permetre'ns tastar un petit tros de paradís com és Montgofra Nou. Especialment a la Sonia Alonso.

A Rafa Muñoz del CIME per la seva càlida benvinguda, per la passió amb que ens ha transmès el coneixement necessari sobre instal·lacions eòliques per poder dur a terme aquest projecte.

A l'Esperança Pons de l'ajuntament d'Es Migjorn per la seva cordial rebuda en el primer contacte amb Es Migjorn.

Al Ricard Cots per les orientacions donades en tot el que fa a cartografia

A Tomeu Comas i Joan Antoni Llauger de la direcció General d'energia per l'ajuda prestada i les solucions donades en el calvari de la obtenció dels mapes.

A Sergi Marí i Sònia Estradé de l'OBSAM per donar-nos un cop de mà per engegar aquest projecte.

A la Bàrbara d'IB3 per interessar-se per al nostre projecte i entrevistar-nos fent, així, divulgació d'una preocupació que creiem que cada cop més gent hauria de ser-ne conscient.

Als companys amb qui vam passar una fantàstica estada a Montgofra: en Ruben, la Mar, la Judit, la Laura i la Tamara.

Agrair la paciència a totes les persones d'Es Migjorn que van tenir la dissort de creuar-se amb uns entrevistadors tan intrèpids com nosaltres.

Volem fer una menció especial per en Pedro i en Luís que tant bé ens van rebre i cuidar durant tota l'estada a Montgofra. Luís no oblidarem mai el carinyo dels teus plats!

No cal dir l'immensament agraïts que estem a tots les companys de carrera que ens han acompanyat durant aquests anys on hem passat grans estones tot formant-nos com a ambientòlegs.

A les nostres famílies per suport prestat en tot moment i pels ànims donats en in comptables ocasions.

I, evidentment, als tutors d'aquest projecte Joan Rieradevall, Almudena Hierro.

Moltes gràcies

Abstract

The current demand for electricity is satisfied in Menorca 95.4% by non-renewable technologies. That means CO₂ emissions of 368 740 tonnes. This has serious impacts on the environment by changing the energy system in the long term indispensable.

Menorca has great potential for generating solar photovoltaic and wind. However, only the 4.6% of the energy consumed is produced from renewable basis. That is why from Motor de canvi has decided to conduct a feasibility study to meet the demand for electricity by these renewable energies in the municipality of Es Migjorn. This town has been chosen because it is a system of medium-sized study comprising a major tourist subsystem, industrial subsystem and subsystem population. The data used for calculations in this study are drawn from official sources and surveys and interviews during fieldwork.

We have studied the dynamics of energy demand throughout the year, as it is important to analyse the feasibility of a self-sufficient system, and there has been a large increase in consumption during the months of tourist season.

Wind and solar photovoltaic technologies have been assessed analysing the dynamics of intra-annual generation. The methodology used for the study of photovoltaic technology is based on the use of PVGIS, an application of the Joint Research Centre of the EU from which the required power (9.200kWp) is calculated to supply the municipality based on the distribution of monthly consumption. The methodology used in the study of wind energy is based on the calculation of the required power from the demand data of July because it is the month with more consumption, and the estimated number of hours of operation. The technology with dynamic generation more similar to the function of the demand of the municipality is solar energy.

So from a model chosen, Atersa A-300P 300W, we calculated the number of solar modules required to supply the power calculated, 30,667 modules. With a trigonometric model we calculated the necessary distance between the solar panel for maximum efficiency. Knowing the dimensions of the chosen module and this distance has been calculated the total area that would occupy each solar panel in a photovoltaic installation, 2,58m². The total area required to be self-sufficient municipality therefore is 79.121m². However, this facility would need an additional source of generation to meet the problems of intermittency of production through solar panels.

To locate potential renewable energy installations has carried out a cartographic analysis through free software QGIS, identifying and defining the optimal fitness areas overlapping layers for the different renewable energy in land use layer and orthophotomap 2012.

It is possible to achieve energy self-sufficiency, but due to the disproportionate consumption associated with tourism, this represents a significant environmental and economic impact. This is why eco-efficiency proposals are made to reduce consumption in the period from April to October and to thereby reduce the size of the photovoltaic system.

Resum

La demanda d'energia elèctrica actual de Menorca es satisfà en un 95,4% amb tecnologies no renovables cosa que suposa unes emissions de CO₂ a l'atmosfera de 368.740 tones. Aquest fet comporta greus impactes per al medi ambient i fa indispensable el canvi de sistema energètic a llarg termini.

Menorca té un gran potencial per a la generació d'energia solar fotovoltaica i eòlica i, tot i això, tan sols un 4,6% de l'energia que es consumeix es produeix de forma renovable. És per això que des de Motor de canvi s'ha decidit fer un estudi de viabilitat per satisfer la demanda d'energia elèctrica mitjançant aquestes energies renovables en el municipi d'Es migjorn. S'ha escollit aquest municipi perquè és un sistema d'estudi de mida mitjana que compren un subsistema turístic molt important, un subsistema industrial i el subsistema població. Les dades emprades per a fer càlculs en aquest estudi s'han extret de fonts oficials i d'enquestes i entrevistes realitzades durant el treball de camp.

S'ha estudiat la dinàmica de la demanda energètica al llarg de l'any, ja que és important per analitzar la viabilitat d'un sistema autosuficient, i s'ha observat un gran augment del consum durant els mesos de temporada turística.

S'han avaluat les tecnologies eòlica i solar fotovoltaica analitzant-ne la dinàmica de generació intraanual. La metodologia emprada per l'estudi de la tecnologia fotovoltaica es basa en l'ús de PVgis, una aplicació del Joint Reseach Centre de la UE a partir de la qual es calcula la potència necessària (9.200kWp) per abastir el municipi en base a la distribució mensual del consum. La metodologia emprada en l'estudi de l'energia eòlica es basa en el càlcul de la potència necessària a partir de les dades de demanda del juliol, ja que és el mes amb més consum, i el nombre d'hores de funcionament estimades. La tecnologia amb una dinàmica de generació més semblant a la funció de la demanda del municipi és l'energia solar.

Així doncs a partir d'un model escollit, Atersa A-300P 300W, s'ha calculat el nombre de mòduls solars necessaris per abastir la potència calculada, 30.667 mòduls. A partir d'un model trigonomètric s'ha calculat la distància necessària entre les plaques per a obtenir la màxima eficiència. Coneixent les dimensions del mòdul escollit i aquesta distància s'ha calculat la superfície total que ocuparia cada placa en una instal·lació fotovoltaica, 2,58m². La superfície total necessària per a autoabastir el municipi, per tant, és de 79.121m². Tot i això, aquesta instal·lació necessitaria una font de generació complementària per donar resposta als problemes d'intermitència de la producció mitjançant plaques solars.

Per ubicar les possibles instal·lacions renovables s'ha dut a terme un anàlisi cartogràfic mitjançant el software lliure QGIS, identificant i delimitant les zones òptimes sobreposant capes d'aptitud per a les diferents energies renovables a la capa d'usos del sol i a l'ortofotomapa del 2012.

És possible doncs assolir l'autosuficiència energètica, però, a causa del consum desproporcionat associat al turisme, això representa un impacte ambiental i econòmic significatiu. És per això que es realitzen propostes d'eco-eficiència per tal de reduir el consum en el període abril-octubre i poder reduir, així, la mida de les instal·lacions fotovoltaiques.

Resumen

La demanda de energía eléctrica actual de Menorca se satisface en un 95,4% mediante tecnologías no renovables. Eso supone unas emisiones de CO₂ de 368.740 toneladas. Este hecho conlleva graves impactos para el medio ambiente haciendo indispensable el cambio de sistema energético a largo plazo.

Menorca tiene un gran potencial para la generación de energía solar fotovoltaica y eólica y, sin embargo, tan solo un 4,6% de la energía que se consume se produce de forma renovable. Es por ello que desde Motor de canvi se ha decidido realizar un estudio de viabilidad para satisfacer la demanda de energía eléctrica mediante estas energías renovables en el municipio de Es Migjorn. Se ha elegido este municipio porque es un sistema de estudio de tamaño medio que comprende un subsistema turístico muy importante, un subsistema industrial y el subsistema población. Los datos utilizados para realizar cálculos en este estudio se han extraído de fuentes oficiales y de encuestas y entrevistas realizadas durante el trabajo de campo.

Se ha estudiado la dinámica de la demanda energética a lo largo del año, ya que es importante para analizar la viabilidad de un sistema autosuficiente, y se ha observado un gran aumento del consumo durante los meses de temporada turística.

Se han evaluado las tecnologías eólica y solar fotovoltaica analizando la dinámica de generación intraanual. La metodología utilizada para el estudio de la tecnología fotovoltaica se basa en el uso de PVgis, una aplicación del Joint Research Centre de la UE a partir de la cual se calcula la potencia necesaria (9.200kWp) para abastecer el municipio en base a la distribución mensual del consumo. La metodología utilizada en el estudio de la energía eólica se basa en el cálculo de la potencia necesaria a partir de los datos de demanda de julio, ya que es el mes con más consumo, y el número de horas de funcionamiento estimadas. La tecnología con una dinámica de generación más parecida a la función de la demanda del municipio es la energía solar.

Así pues a partir de un modelo escogido, Atersa A-300P 300W, se ha calculado el número de módulos solares necesarios para abastecer la potencia calculada, 30.667 módulos. A partir de un modelo trigonométrico se ha calculado la distancia necesaria entre las placas para obtener la máxima eficiencia. Conociendo las dimensiones del módulo escogido y esta distancia se ha calculado la superficie total que ocuparía cada placa en una instalación fotovoltaica, 2,58m². La superficie total necesaria para autoabastecerse el municipio, por tanto, es de 79.121m². Sin embargo, esta instalación necesitaría una fuente de generación complementaria para dar respuesta a los problemas de intermitencia de la producción mediante placas solares.

Para ubicar las posibles instalaciones renovables se ha llevado a cabo un análisis cartográfico mediante el software libre QGIS, identificando y delimitando las zonas óptimas sobreponiendo capas de aptitud para las diferentes energías renovables en la capa de usos del suelo y al ortofotomapa de 2012.

Es posible alcanzar la autosuficiencia energética, pero, debido al consumo desproporcionado asociado al turismo, esto representa un impacto ambiental y económico significativo. Es por

ello que se realitzen propostes de eco-eficiència per reduir el consum en el període abril-octubre i poder reduir, así, el tamany de les instal·lacions fotovoltaicas.

Índex

1	Antecedents	16
1.1	Contextualització de l'àmbit d'estudi: Menorca.	17
1.1.1	Economia i societat	17
1.1.2	Demografia	17
1.1.3	Entorn natural	19
1.1.3.1	Climatologia i meteorologia	19
1.1.3.1.1	Els vents:	20
1.1.3.1.2	Nuvolositat i insolació	21
1.1.3.2	Relleu i orientació.....	22
1.1.3.3	Espais d'interès natural	23
1.1.4	Reserva de la biosfera	23
1.1.5	Formació geològica	23
1.1.6	Energia a Menorca	24
1.1.6.1	Parc Eòlic Es Milà.....	24
1.1.6.1.1	Descripció i funcionament del Parc:.....	25
1.1.6.2	Parc Fotovoltaic de Son Salomó	27
1.1.6.3	Parc Fotovoltaic Binisafúller	27
1.1.6.4	La connexió per cable de Red Eléctrica de España.....	28
1.1.7	Fluxos energètics	29
1.1.7.1	Energia primària a Menorca	30
1.1.7.2	Energies Renovables.....	31
1.1.7.3	Consum d'energia elèctrica final segons la font de generació.....	32
1.1.7.4	Estructura sectorial del consum final d'energia elèctrica	32
1.1.7.5	Producció descentralitzada:	33
1.1.7.5.1	Núclis rurals.....	33
1.2	Es Migjorn.....	34
1.2.1	Localització	34
1.2.2	Entorn socio-econòmic.....	34
1.2.2.1	Subsistemes d'estudi.....	35
1.2.3	Energia a Es Migjorn.....	36
1.2.3.1	Consum mensual	37
1.2.3.2	Producció descentralitzada: Na Forada.....	38
1.2.3.3	Producció descentralitzada: Establiments turístics de Sant Tomàs	38

1.3	Experiències d'autosuficiència i energies renovables en altres illes.....	38
1.3.1	Illa de el Hierro	38
1.3.2	Sonderborg.....	39
1.3.3	Bornholm, un sistema intel·ligent de l'energia en equilibri	41
1.4	Marc legal.....	45
1.4.1	Marc jurídic actual.....	47
1.4.1.1	Normativa i planificació territorial:	47
1.4.1.2	Àmbit energètic.....	47
1.4.1.3	Àmbit impactes ambiental	49
1.4.1.4	Objectius i abast de la modificació del PDSEIB	49
1.4.1.4.1	Regulació de la modificació del PDSEIB	50
2	Justificació	54
3	Objectius	57
3.1	Objectius generals.....	58
3.2	Objectius específics	58
4	Metodologia	59
4.1	Organigrama.....	60
4.1	Anàlisi cartogràfic de localitzacions aptes per a noves instal·lacions renovables de producció d'electricitat (SIG).....	61
4.2	Superfície necessària per compensar tot el consum energètic mitjançant energia fotovoltaica.	63
4.2.1	Obtenció del valor potència a instal·lar: PVgis.....	64
4.2.1.1	Funcionament de l'aplicació PVgis:	66
4.2.2	Càlcul de la superfície necessària.....	68
4.3	Instal·lació necessària per compensar tot el consum d'Es Migjorn amb energia eòlica 70	
4.4	Comparativa i discussió de les dues tecnologies.	70
4.5	Càlcul de la reducció d'emissions de CO ₂ associades a l'ús de fonts energètiques renovables.....	71
4.6	Treball de camp.....	71
4.6.1	Entrevistes.....	71
4.6.2	Model d'enquestes utilitzats a cada sector.....	72
4.6.2.1	Enquesta complexos hotelers / apartaments de Sant Tomás:	72
4.6.2.2	Enquesta polígon es migjorn gran:.....	74
4.6.2.3	Enquesta població es migjorn gran:	76

4.7	Planificació	78
5	Resultats i discussió.....	79
5.1	Resultats del treball de camp.....	80
5.1.1	Resultat de les enquestes dels complexos hotelers/apartaments de Sant Tomàs. 80	
5.1.2	Resultats de les enquestes al polígon industrial d'Es Migjorn Gran.	82
5.1.3	Resultats de les enquestes a la població d'Es Migjorn gran	84
5.1.4	Transcripció de les entrevistes:.....	88
5.1.4.1	Sra Esperança Pons, Arquitecta municipal de l'ajuntament d'Es Migjorn.	88
5.1.4.2	Sr. Rafael Muñoz Campos.....	90
5.2	Estudi de la distribució del consum d'energia a Es Migjorn durant l'any	93
5.3	Càlcul de potència a instal·lar en mòduls solars per compensar el consum mensual.	95
5.3.1	Diferència entre potència pic kWp i potència nominal kWn:	96
5.3.2	Elecció dels mòduls solars:	97
5.3.2.1	Càlcul i comparació de les eficiències dels diferents models considerats:	97
5.3.2.2	Característiques del mòdul solar Atersa A-300P 300W:	97
5.3.2.3	Estimació del nombre mòduls solars ATERSA A-300P necessaris:	98
5.4	Càlcul de la superfície necessària per compensar el consum mensual d'Es Migjorn:	98
5.4.1	Superfície ocupada pels mòduls:.....	98
5.4.2	Distància necessària entre mòduls:.....	98
5.4.3	Estimació de superfície total:	100
5.5	Localització de les plaques solars fotovoltaïques.	101
5.5.1	Polígon industrial:.....	101
5.5.2	Complexes hotelers de Sant Tomàs.	102
5.5.3	Zones aprofitables per a la instal·lació de parcs fotovoltaïcs (Camps abandonats i pastures).....	104
5.6	Càlcul del nombre d'aerogeneradors a instal·lar per compensar tot el consum del municipi.....	111
5.6.1	Estimació de les hores de funcionament anuals dels aerogeneradors.....	111
5.6.2	Hores de funcionament mensuals	111
5.6.3	Càlcul de la potència necessària instal·lar:.....	113
5.6.4	Elecció del model d'aerogenerador:	114
5.7	Localització dels aerogeneradors.....	115
5.8	Combinació de les dues tecnologies	118
5.9	Discussió dels diferents escenaris renovables	120

5.10	Emissions de CO ² . De generació a compensació.....	121
6	Conclusions	122
7	Propostes de millora	126
7.1	Premisses en que es basen els càlculs associats les propostes.....	127
7.2	Proposta de millora: Aplicació del Programa d'ECOeficiència de Motor de Canvi...	130
7.2.1	Programa d'ECOeficiència de Motor de Canvi per a Hotels i Apartaments.....	130
8	Bibliografia:	133
9	Pressupost.	138

Índex de figures

Figura 1.1: Evolució demogràfica a Menorca 1950-2007. Font: IBAE.....	17
Figura 1.2: Dinàmica de població anual a Menorca. Font: OBSAM	18
Figura 1.3 Mitjana de Temperatures anual a Menorca (1950-2008). Font: Cartografia climàtica Menorca (OBSAM). Font: Cartografia climàtica Menorca (OBSAM).....	19
Figura 1.4: Mitjana anual de precipitació a Menorca. Font: Cartografia climàtica Menorca (OBSAM)	20
Figura 1.5: Direcció del vent percentual anual a l'estació meteorològica de Binigaus. Font: windfinder.com	21
Figura 1.6: Mapa geològic simplificat de Menorca. Font: Geografia física de Menorca. Font:Guía de campo de las XVIII Jornadas de Geografía Física.....	22
Figura 1.7: Electricitat produïda a Menorca i Mallorca per al consum Menorquí. Font: GESA ENDESA i Red Eléctrica Española. Elaboració: OBSAM.	24
Figura 1.8: Esquema del parc eòlic Es Milà. Font: D.G. Energia. Govern de les Illes Balears.....	25
Figura 1.9: Esquema d'un aerogenerador MADE AE-59. Font: D.G.Energia. Govern de les Illes balears.	26
Figura 1.10: Xarxa elèctrica de les illes balears actual i projectada. Font: REE Red Electrica de España.	28
Figura 1.11: consum d'energia elèctrica final segons la font de generació. Font: D.G.Energia. Govern de les Illes Balears, GESA-ENDESA i Red Eléctrica Española. Elaboració:OBSAM	32
Figura 1.12: Estructura sectorial del consum final d'energia elèctrica en kWh 1998-2013. Font: D.G. Energia. Govern de les illes balears. Elaboració:OBSAM.	32
Figura 1.13: Situació geogràfica de la zona d'estudi. (elaboració pròpia)	34
Figura 1.14: Facturació d'electricitat per municipis a Menorca 1997-2012. Font: GESA ENDESA. Elaboració: Motor de canvi.	36
Figura 1.15: Facturació d'electricitat a Es Migjorn 1997-2014. Font: GESA ENDESA. Elaboració: Motor de canvi.	37
Figura 1.16 Consum elèctric mensual a Es Migjorn 2010-2014. Font: GESA ENDESA. Elaboració: Motor de canvi.	37
Figura 1.17 Estructura central hidro-eòlica. Font: Instituto Tecnológico de Canarias.....	39
Figura 1.18: Esquema del parc eòlic prop de la costa. Font: http://www.bornholmsforsyning.dk/	41
Figura 1.19: localització Bronholm	42
Figura 1.20: àmbits d'actuació. Font: Bronholms Forsyning S.A.....	43
Figura 1.21: Energia produïda a l'illa de Bronholm segons font de generació	43
Figura 4.1: Visualitzador IDE Menorca. Font: http://ide.cime.es/visoride/	62
Figura 4.2: Esquema de càlcul de la irradiació horitzontal. Font: Institute for Energy and Transports del Joint Research Centre de la comissió europea.	65
Figura 4.3: esquema del càlcul de la irradiació en superfícies inclinades. Font: Institute for Energy and Transports del Joint Research Centre de la comissió europea.	66
Figura 4.4: PVgis panell de selecció de variables. Font: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#	67
Figura 4.5: Vista superior mostrant la correcció de l'azimut solar.	68

Figura 4.6: vista lateral dels mòduls inclinats mostrant l'angle d'altitud solar.....	69
Figura 4.7: NOAA solar Calculator imatge de l'aplicació.....	69
Figura 5.1: Disponibilitat d'instal·lacions d'energia renovable. FONT: Motor de canvi.	80
Figura 5.2: Valoració del pes dels impactes per els complexos hotelers/apartaments de Sant Tomàs. Font: Motor de canvi	81
Figura 5.3: Valoració de la capacitat d'amortització de les tecnologies plantejades. Font Motor de canvi	81
Figura 5.4: Valoració respecte la instal·lació d'aquestes tecnologies al municipi. Font: Motor de canvi	82
Figura 5.5: Coneixença de les fonts d'energia renovable esmentades. Font: Motor de canvi... 83	
Figura 5.6: Motiu pel qual les empreses interessades no han dut a terme la instal·lació.	83
Figura 5.7: Valoració dels impactes més significatius associats a l'energia eòlica. Font: Motor de canvi.	84
Figura 5.8: distribució de la població enquestada en franges d'edat. Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia).....	84
Figura 5.9: nivell d'estudis de la població enquestada. Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia)	85
Figura 5.10 percentatge de població que disposa d'algun tipus d'instal·lació d'energies renovables. Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia).....	85
Figura 5.11: motius pels quals, malgrat havers-ho plantejat no s'ha acabat realitzant una instal·lació d'energies renovables. Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia).....	86
Figura 5.12: Valoració del pes del impactes generats per l'energia solar fotovoltaica per part de la població enquestada. Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia)	86
Figura 5.13: Valoració del pes impactes generats per l'energia solar fotovoltaica per part de la població enquestada. Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia).	87
Figura 5.14: Resposta a la pregunta estaria a favor de la instal·lació d'aquest tipus d'instal·lacions a tot el municipi per tal que es migjorn sigui un municipi autosuficient? Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia).....	87
Figura 5.15: resposta de la població a la pregunta: estaria disposat a fer una instal·lació d'aquest tipus al seu domicili si això permet que es migjorn sigui autosuficient? Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia)	88
Figura 5.16: consum electric mensual a Es Migjorn. Font: elaboració pròpia.	94
Figura 5.17: Construcció de la funció de màxims a partir de les dades de 2010-2014. Font: elaboració pròpia.	94
Figura 5.18: Comparació de la funció de màxims de consum energètic amb la producció donada per a diferents sistemes fotovoltaics segons PVgis. Font: elaboració pròpia.....	95
Figura 5.19: Localització del punt realitzat per fer una primera estimació de la potencia necessària per a abastir el municipi tan sols utilitzant plaques solars.	96
Figura 5.20: Esquema explicatiu de la col·locació i dimensions d'un panell fotovoltaic.	98
Figura 5.21: vista lateral dels mòduls inclinats mostrant l'angle d'altitud solar.....	99
Figura 5.22: Vista superior mostrant la correcció de l'azimut solar.	99
Figura 5.23: Capa d'aptitud fotovoltaica (zona d'Es Migjorn). Font: IDE	101
Figura 5.24: Polígon industrial d'Es Migjorn Gran. Font: elaboració pròpia.(QGIS).....	102
Figura 5.25: Cobertes aprofitables per a la instal·lació de plaques solars fotovoltaiques. Font: elaboració pròpia. (QGIS)	103

Figura 5.26: mapa usos sòl. Font: IDE	105
Figura 5.27: Zones aprofitables per a instal·lacions solars fotovoltaïques. Font: Elaboració pròpia (QGIS).....	105
Figura 5.28: Zones aprofitables per a instal·lacions solars fotovoltaïques, primera exclusió. Font: Elaboració pròpia (QGIS).....	106
Figura 5.29: Localització de la zona escollida. Font: elaboració pròpia.	106
Figura 5.30: Zones aprofitables per a instal·lacions solars fotovoltaïques, primera exclusió. Font: Elaboració pròpia (QGIS).....	107
Figura 5.31: Zona òptima. superposició del mapa de xarxes de transport d'energia elèctrica als mapes d'aptitud fotovoltaïca i topogràfic.....	107
Figura 5.32: Capa zones òptimes per a instal·lacions solars fotovoltaïques. Font: elaboració pròpia.	108
Figura 5.33: Representació gràfica de la mitjana mensual de producció 2004-2014. Font: elaboració pròpia.	112
Figura 5.34: Comparació Producció mensual d'un teòric sistema eòlic de 5,212MW	113
Figura 5.35: Capa d'aptitud eòlica zona d'Es Migjorn Gran. Font IDE.	115
Figura 5.36: Possibles emplaçaments per a aerogeneradors. Font: elaboració pròpia.	115
Figura 5.37: Zona òptima. superposició del mapa de xarxes de transport d'energia elèctrica als mapes d'aptitud eòlica i topogràfic.	116
Figura 5.38: funcions descrites per a la producció d'electricitat d'un parc eòlic i un parc fotovoltaïc i comparació amb la funció de màxims mensuals de consum d'Es Migjorn.	118
Figura 7.1: Comparació funció de màxims de consum mensuals(2010-2014), Consum estimat pel turisme i consum estimat per la població.	128
Figura 7.2: Producció del sistema adequat per un escenari de reducció del consum turístic del 30%.....	128
Figura 7.3: Producció del sistema adequat per un escenari de reducció del consum turístic del 20%.....	129
Figura 7.4: Producció del sistema adequat per un escenari de reducció del consum turístic del 10%.....	129

Índex de taules

Taula 1.1: Mercat laboral	17
Taula 1.2: Balanç energètic global a Menorca 2013 en TEPs. Font: D.G. Energia Govern de les Illes Balears.....	29
Taula 1.3: Energia primària consumida a Menorca.....	30
Taula 1.4: Energia elèctrica procedent d'energia solar connectada a xarxa (KWh) 2002-2013 .	31
Taula 1.5: Energia elèctrica procedent d'energia eòlica al parc de Milà (2004-2013). Font: OBSAM	31
Taula 5.1:Taula d'eficiències dels models de mòduls solars considerats. (Font: Càlculs propis a partir de les dades disponibles al web Teknosolar.com)	97
Taula 5.2: Polígon industrial: àrea disponible per a la instal·lació de mòduls solars i nombre de mòduls instal·lables.....	102
Taula 5.3: Complexes hotelers de Sant Tomàs: disponible per a la instal·lació de mòduls solars i nombre de mòduls instal·lables	103
Taula 5.4: Zones òptimes per a instal·lacions fotovoltaïques: àrea disponible per a la instal·lació de mòduls solars i nombre de mòduls instal·lables	108
Taula 5.5: Distribució estimada de les hores de vent aprofitable.....	112
Taula 7.1: Programa ECOeficiència. Accions per al sistema il·luminació	130
Taula 7.2: Programa ECOeficiència. Accions per al sistema climatització	131
Taula 7.3: Programa ECOeficiència. Accions per al sistema cuina	131
Taula 7.4: Programa ECOeficiència. Accions de bonificació al client	132

1 Antecedents

1.1 Contextualització de l'àmbit d'estudi: Menorca.

Menorca és l'illa més septentrional de l'arxipèlag de les Illes Balears i és una illa peculiar a causa de la seva geografia i història natural i humana. Amb 694,41 km² i una població de 90.235 habitants (2007) és la segona pel que fa a extensió i la tercera pel que fa a població de l'arxipèlag. El seu nom prové del llatí *Balearis minor* o *Minorica* nom amb que la batejaren els romans al ser menor que Mallorca. Lingüísticament, a Menorca es parla el menorquí, un dialecte del bloc oriental de la llengua catalana.

1.1.1 Economia i societat

L'economia menorquina ha evolucionat de forma diferent que la de la resta d'illes Balears. Tan comerç com agricultura com indústria han estat sempre presents a l'economia de l'illa. Tot i això el pes dels diferents sectors econòmics ha anat variant al llarg del temps, exceptuant el turisme, que ha estat un sector econòmic pràcticament inexistent fins a mitjans del segle XX.

Tot i això l'any 2007 un 62,9% del total de la població afiliada a la seguretat social (taula 1.1.1.1) treballava al sector serveis, un 19,4% treballa al sector de la construcció, un 15,1% treballa a la indústria i un 2,6% a l'agricultura.

Taula 1.1: Mercat laboral

MERCAT LABORAL	2007	2006
Població activa	36.220	35.583
Afiliats a la Seguritat Social	33.306	32.762
Població aturada	2.914	2.821
Taxa d'activitat	56,50%	56,70%
Taxa d'atur	8%	7,90%

Font i elaboració: CRE. Centre de Recerca Econòmica. (UIB-Sa Nostra). Dades estructurals Menorca

1.1.2 Demografia

En general la població de Menorca ha anat augmentant cada any. Així el 1950 hi havia 41.412 persones residents a l'illa i el 2007 la població de dret, la població empadronada als municipis de l'illa, arribava als 90.235 habitants amb una densitat de població de 129,7 habitants/km².

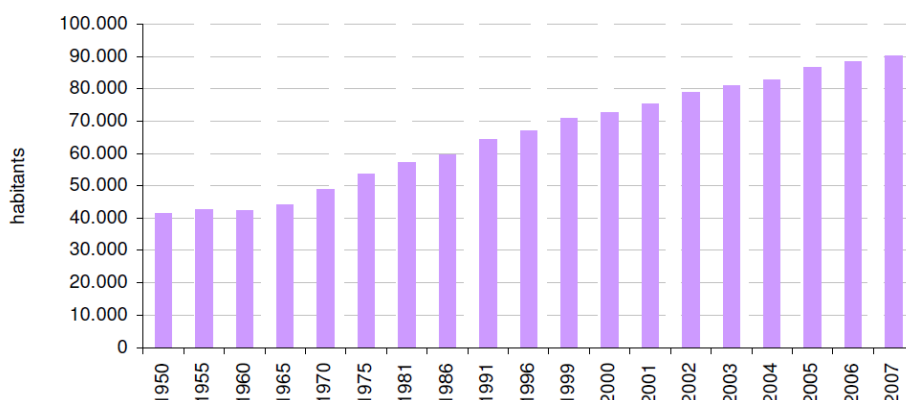


Figura 1.1: Evolució demogràfica a Menorca 1950-2007. Font: IBAE

La taxa de creixement de la població supera cada any el 2% fins a arribar, gràcies a les onades d'immigrants, al 4% alguns anys. Pel que fa a la distribució de la població a Menorca destaca el fet que la gran majoria dels habitants es concentren en semblant mesura en dos nuclis de l'illa: Ciutadella i Maó, amb 28.017 i 28.284 habitants respectivament. El fet que el 62% del total de la població resideixi en aquests dos nuclis i que tinguin mides de població tan semblants és conseqüència del desplaçament de la capitalitat de Ciutadella que es va produir durant l'ocupació britànica.

Tot i això a Menorca hi trobem una part important de població que no està empadronada a l'illa. Aquest grup poblacional sumat a la població de dret s'anomena població de fet: la població resident i transeünt real a l'illa. La població de fet no és constant al llarg de l'any com s'observa a la Figura 1.2 ja que comptabilitza, entre altres, els que només resideixen i treballen a l'illa en temporada turística. Així doncs la població a l'estiu segons, les dades de l'OBSAM, és de 134.717 habitants i a l'hivern de 75.785. És interessant veure que durant l'hivern la població de fet és molt menor que la població censada ja que hi ha molta població empadronada que ja no viu a l'illa o que l'abandona durant el curs acadèmic per tornar-hi a l'estiu.

L'increment de població a l'estiu repercuteix directament sobre els recursos de l'illa, el consum d'aigua mitjà gairebé es triplica i tant el consum d'energia, com la generació de residus sòlids urbans i la taxa de motorització de l'illa experimenten un comportament semblant.

Segons els càlculs de l'OBSAM en el projecte ASANT es comptabilitzen més de 1.300.000 pernoctacions en hotels i aproximadament un milió més en apartaments turístics, vivendes turístiques i apartaments d'estiueig.

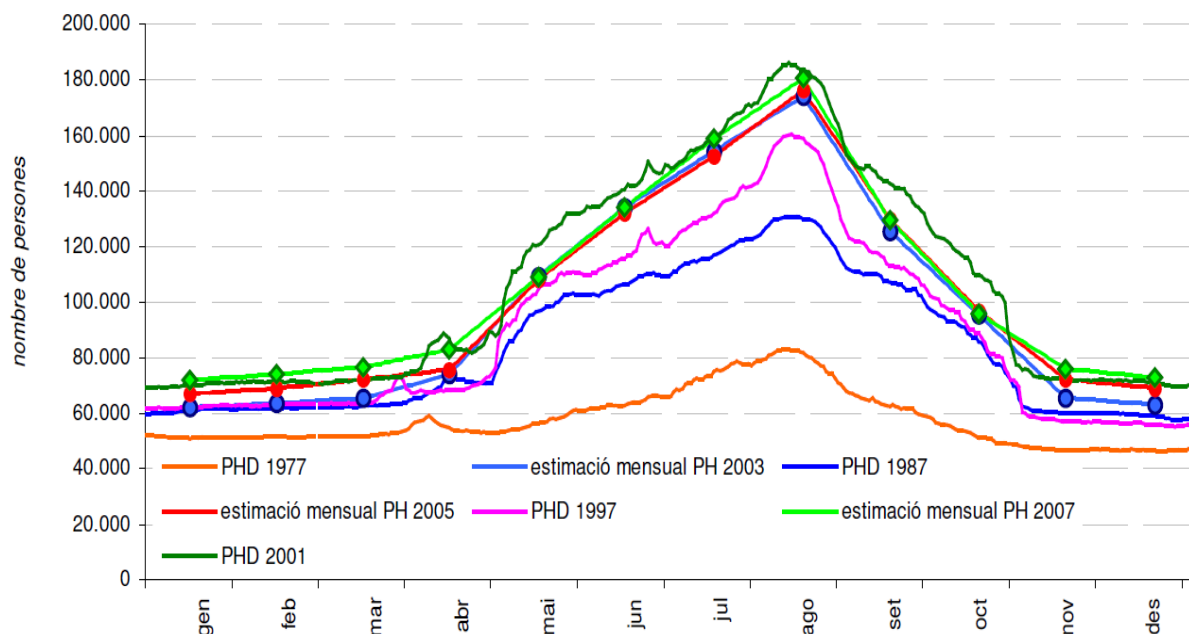


Figura 1.2: Dinàmica de població anual a Menorca. Font: OBSAM

1.1.3 Entorn natural

1.1.3.1 Climatologia i meteorologia

Menorca està situada al centre de la conca occidental Mediterrània. La situació clarament marítima porta associada una regulació tèrmica que provoca que les oscil·lacions tèrmiques anuals i diàries siguin suaus així com una humitat elevada.

La temperatura mitja anual és de 16,8 °C, i les màximes a l'estiu es mantenen en una mitja de 23°C, arribant a unes màximes absolutes de 33-35°C en els breus períodes de calor extrema. Les temperatures mínimes es situen entre els 10°C i rarament baixen dels 0°C. Pel que fa a la corba tèrmica, són el gener i febrer on es veuen les temperatures mínimes anuals que progressivament s'eleva fins a la màxima mitja els mesos de juliol i agost. (aemet.es, 2014)

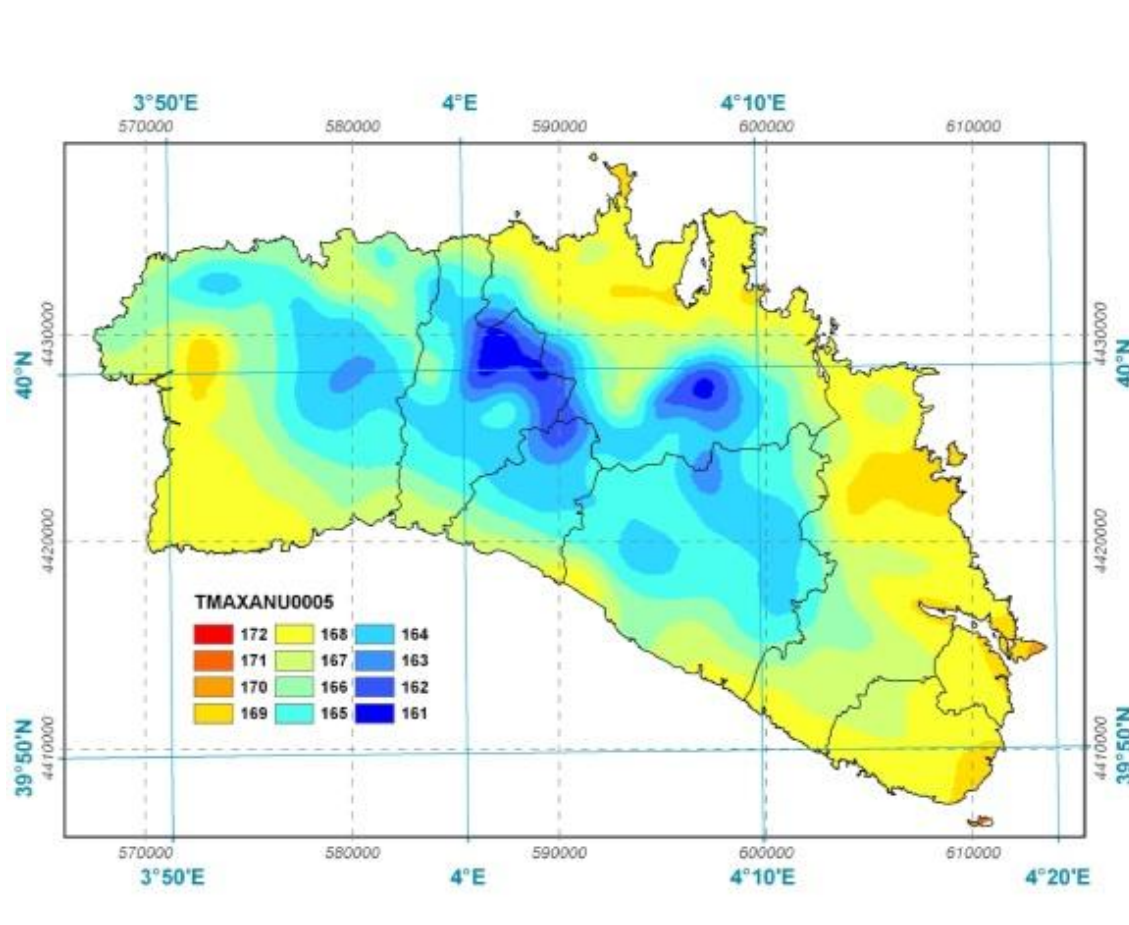


Figura 1.3 Mitjana de Temperatures anual a Menorca (1950-2008). Font: Cartografia climàtica Menorca (OBSAM). Font: Cartografia climàtica Menorca (OBSAM)

Les precipitacions tenen una diferenciació marcada segons la zona de l'illa, amb una mitjana global de 550 mm, trobem una mitjana anual de 650 mm al nord de l'illa i de 450 mm al sud de l'illa, on trobem Es Migjorn Gran. (OBSAM). Com es pot veure a la figura següent.

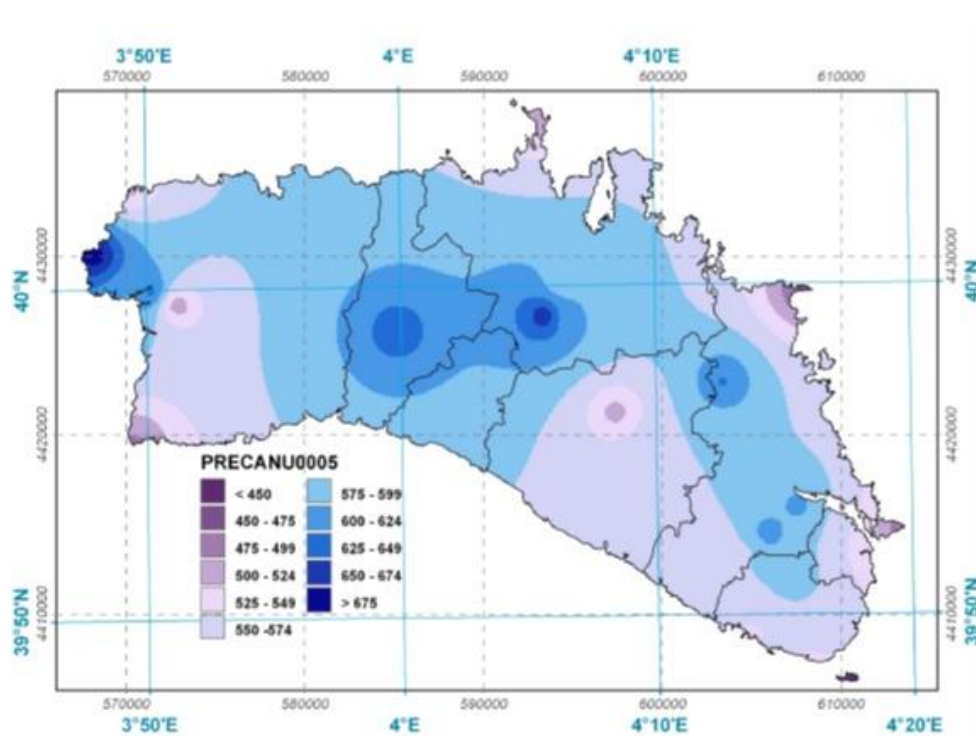


Figura 1.4: Mitjana anual de precipitació a Menorca. Font: Cartografia climàtica Menorca (OBSAM)

1.1.3.1.1 Els vents:

Menorca és una illa sense cadenes orogràfiques protectores i això comporta una gran exposició a l'acció dels vents. Els vents de Gregal (NE), Xaloc (SE) i Migjorn (S) són predominants a l'estiu; Llevant (E), Llebeig (SO) i Ponent (O) durant la primavera i tardor; i el Mestral (NO) i la Tramuntana (N) al hivern, essent aquest últim el més important, que sol ser fred, sec i molt fort.

Entre el Pirineu i els Alps l'aire flueix cap al sud sense impediments, essent canalitzat entre aquestes formacions, el que provoca que la Tramuntana entri amb força sobre Menorca arribant a modelar la vegetació donant-li una característica inclinació als arbres, obligant als pagesos a construir els representatius murs de pedra seca per tal de protegir els fruiters dels forts vents. Aquests vents nord-occidentals es donen periòdicament a Menorca, i són prou significatius com per parlar d'ells com a elements típics del clima a Menorca. Els mesos de l'any en què aquests vents de Tramuntana són més significatius i violents són els de setembre, octubre, gener i febrer, però especialment a desembre i gener.

La Tramuntana arriba a una mitja de 23,1 km/h, amb ràfegues de 72 km/h i de fins i tot més de 100 km/h. D'altra banda, hi ha una distribució establerta respecte els dies de Tramuntana separats en Tramuntana fluixa, moderada i forta. Els valor mitjos que es contemplen són 60 dies de Tramuntana fluixa, 75 dies de Tramuntana moderada i 30 dies de Tramuntana forta, 165 dies/any en total. Si exclouem els dies de Tramuntana fluixa obtenim 105 dies/any de vent que bufa a una velocitat superior a 5 m/s.

El Gregal (NE), de força moderada és màxim durant juliol.

El Llevant (E), característic pel seu elevat grau d'humitat, bufa especialment durant la primavera i tardor.

El Xaloc (SE), humit i calent per la seva procedència africana arriba a la seva major freqüència al estiu provocant onades de xafogor.

El Migjorn (S), que també és un vent humit, càlid i portador d'aigua, cosa que fa que sigui ben rebut pels agricultors menorquins bufa especialment durant l'abril i el novembre, i és, després de la Tramuntana el més freqüent a l'illa.

El Ponent (O) acostuma a bufar al gener, d'altra banda no es tracta d'un vent regular.

El Mestral (NO), fred i sec, s'assimila a la Tramuntana, però la seva força és menor, i igual que el Ponent, durant gener és on el trobem amb més freqüència.

Quan aquests vents arremeten amb una força superior al corrent és denominen Fiblons o caps de Fibló.

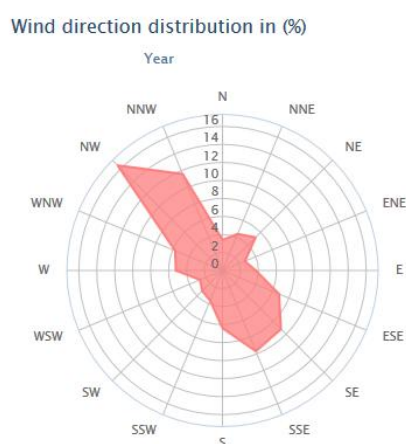


Figura 1.5: Direcció del vent percentual anual a l'estació meteorològica de Binigaus. Font: windfinder.com

Concretament a les estacions properes a la zona d'estudi es registra una distribució percentual de vents que van majoritàriament de Nord-NordEst a Sud-SudOest com es pot observar a la Figura 1.5.

Els vents han influït considerablement a la vida dels menorquins des de sempre, ja sigui en la construcció d'habitatges, murs de pedra seca i corrals. Això ha portat al Ministeri d'Agricultura a considerar que el vent creava a Menorca un problema d'ordre forestal, impulsant la repoblació de l'illa amb pins i xiprès.

1.1.3.1.2 Nuvolositat i insolació

Com a xifres orientatives s'estandarditza que dels 365 dies de l'any, 44 estan completament clars, 220 semi clars i 101 totalment ennuvolats. Aquestes xifres ens donen un promig d'insolació relativa al voltant del 65%, una bona xifra per l'aprofitament energètic.

A Menorca, de mitjana, el sol aporta $310 \text{ calories/cm}^2$ al dia (considerant la superfície interceptora horitzontal).

La insolació en meteorologia es el mesurament de l'energia de radiació solar rebuda en una superfície i en un període de temps donats. Dit d'una altra manera, és el temps durant el qual un lloc està exposat al Sol. Comunament s'expressa com la irradiància mitjana en watts per metre quadrat (W/m^2) o en kilowatts-hora per metre quadrat i per dia ($\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{day})$) (o hores/dia). En el cas d'aplicació fotovoltaica normalment es mesura com $\text{kWh}/(\text{kWp}\cdot\text{y})$

(kilowatts hora per any per taxa de kilowatt pic). Per convenció, hi ha insolació si la il·luminació rebuda és com a mínim igual a 120 Watts per metre quadrat.

S'anomena insolació absoluta a les hores que el sol ha brillat durant un període de temps determinat i la insolació relativa al quocient entre la insolació absoluta i les hores que el sol ha estat per sobre l'horitzó en el mateix període de temps en el qual s'ha determinat la insolació absoluta.

L'aire acostuma a ser humit, d'aproximadament el 74%. Aquest alt índex afavoreix el desenvolupament de vegetació quan no es veu afectada per la Tramuntana, desastrosa per la vegetació tant per la seva velocitat com per les gotes d'aigua salada que arrossega des de el mar, transportant així grans quantitats de sal que es dipositen sobre les fulles (NaCl i altres sals) deshidratant-les degut al corrent osmòtic de l'aigua que ascendeix des de l'interior de la planta cap a l'exterior, on s'evapora ràpidament produint una ràpida mort de la planta.

1.1.3.2 Relleu i orientació

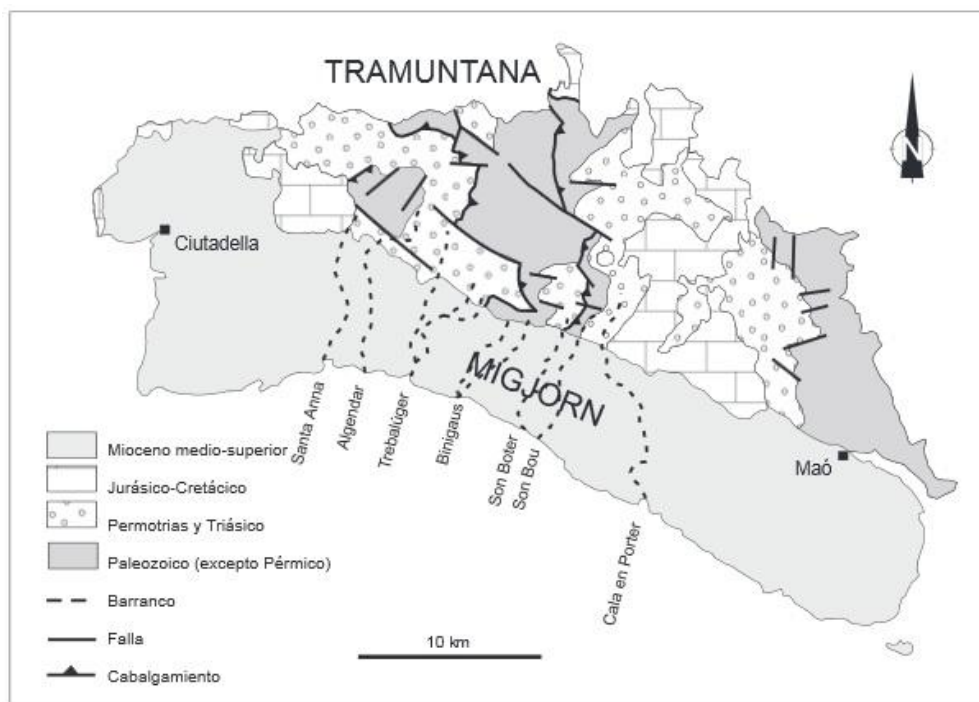


Figura 1.6: Mapa geològic simplificat de Menorca. Font: Geografia física de Menorca. Font:Guía de campo de las XVIII Jornadas de Geografía Física

Com es pot observar a la Figura 1.6 a Menorca presenta dues comarques ben diferenciades: Migjorn i Tramuntana, separades per una línia que va del port de Maó a Cala Morell.

TRAMUNTANA: A la cara nord de l'illa, el relleu és muntanyós, molt erosionat degut a l'antiguitat dels materials. La costa és retallada amb caps i cales importants. És on trobem l'albufera des Grau.

MIGJORN: A la cara sud de l'illa, i formada per materials calcaris, constitueix una plana que arriba fins al mar formant penya-segats. Destaquen els barrancs, profunds solcs excavats per l'aigua com Trebalúger i platges d'arena d'una certa extensió com Son Bou o Binigaus.

Tot i que en general l'illa presenta un relleu suau, compta amb la presència de la muntanya del Toro (358m) que trobem a la desgastada serralada de la Tramuntana.

1.1.3.3 *Espais d'interès natural*

Els principals espais naturals a Menorca, és troben a la zona de Tramuntana, **Far de Favàritx** i **s'Albufera des Grau**.

1.1.4 Reserva de la biosfera

El fet que l'illa sigui un sistema natural humanitzat des de fa més de 5000 anys, ha creat un ecosistema mosaic en el qual l'empremta humana s'enllaça amb la naturalesa donant lloc a una gran biodiversitat. Aquest fet, conjuntament amb la seva situació geogràfica i amb el seu patrimoni històric, van convertir Menorca en el lloc idoni segons la UNESCO per a rebre el reconeixement com a Reserva de la biosfera l'any 1993. Aquest és un argument important a l'hora de plantejar la capacitat de generació energètica de l'illa ja que cal tenir en compte que els impactes generats no superin els beneficis obtinguts.

1.1.5 Formació geològica

La meitat sud de l'illa de Menorca està formada per una roca sedimentària d'origen biològic anomenada Marés. És un tipus de roca tova i que permet ser treballada amb facilitat. Per això ha estat molt utilitzada en la construcció a l'illa, tant per a edificis com per als murs de pedra seca tant característics. La meitat nord de l'illa està composta per roques sedimentàries més dures i més diverses de fa aproximadament 250 milions d'anys com ara les turbidites.

Fa 15 milions d'anys tan sols existia la part nord de l'illa com a serra muntanyosa. Això va permetre la formació d'un escull de corall al sud de les muntanyes gràcies a l'efecte pantalla d'aquestes envers els vents del nord i els corrents subaquàtics. L'escull va anar creixent durant 7 milions d'anys acumulant sediments majoritàriament calcaris i provinents del propi escull en forma d'exosquelets dels organismes que morien (com ara el propi corall, protozous d'estructura calcària, ostres, eriçons...), però també sediments provinents de l'erosió de la serra original, que amb els anys i la compactació originada per el propi pes dels sediments dona lloc al Marés.

1.1.6 Energia a Menorca

L'any 1960 s'inaugura la primera central productora d'energia elèctrica de Menorca: la central tèrmica de Maó. Aquesta s'encarregarà de cobrir les necessitats elèctriques de l'illa íntegrament fins a principis de l'any 1974 quan es comença a importar energia de Mallorca, com mostra la Figura 1.7 però no és fins l'any 1981 quan s'instal·la l'actual cable submarí de 132 kV (HVAC) entre Mallorca i Menorca.

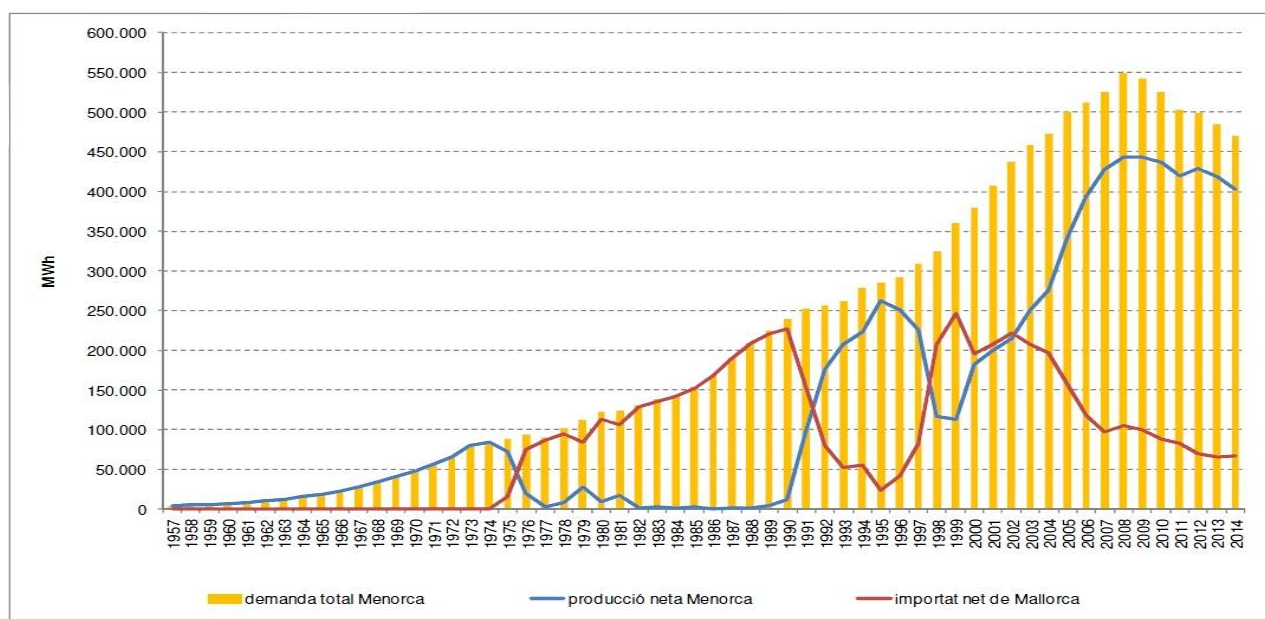


Figura 1.7: Electricitat produïda a Menorca i Mallorca per al consum menorquí. Font: GESA ENDESA i Red Eléctrica Española. Elaboració: OBSAM.

1.1.6.1 Parc Eòlic Es Milà

Al desembre de l'any 2001 el consorci de residus i energia de Menorca arriba a un acord amb l'IDAE (instituto para la diversificación i ahorro de enregia) per construir el primer parc eòlic de les illes balears. L'any 2004 s'inaugura el parc eòlic de Milà. L'IDAE fa inversió que se li retornarà mitjançant la venda de l'electricitat produïda. El consorci aporta els terrenys del parc i obté la promoció i la gestió del parc, qui contracta mitjançant concurs "clau en mà" a l'empresa MADE per què en faci la instal·lació i la gestió.



Figura 1.8: Esquema del parc eòlic Es Milà. Font: D.G. Energia. Govern de les Illes Balears.

1.1.6.1.1 Descripció i funcionament del Parc:

El parc eòlic de Menorca està constituït per quatre aerogeneradors model MADE AE-59 (Figura 1.8 i Figura 1.9) i constitueix una experiència pilot adaptada a les condicions climatològiques de l'illa.

Característiques:

- Alçada total dels aerogeneradors: 79,5 m (alçada de torre de 50m i longitud de les aspes de 27,5m)
- Potència nominal de 800 kW/aerogenerador. Potència total instal·lada de 3,2 MW, i una producció estimada de 7.040 MWh/any.
- Pes: 87 tones

Els aerogeneradors consten d'un peu, sobre el qual es col·loca la naveta, en la qual s'insereix la caixa, peça central que uneix les pales. La naveta té la capacitat d'orientar-se mecànicament en la direcció del vent gràcies a dos anemòmetres que porta instal·lats a sobre optimitzant així el procés.

A més a més les pales d'aquests aerogeneradors són capaços de girar fins a 87º, per tal d'evitar danys si la velocitat del vent sobrepassa la velocitat de funcionament òptima.

Entre els aerogeneradors 2 i 3 hi ha una estació meteorològica que enregistra cada 10 minuts dades de temperatura, pressió, direcció del vent...

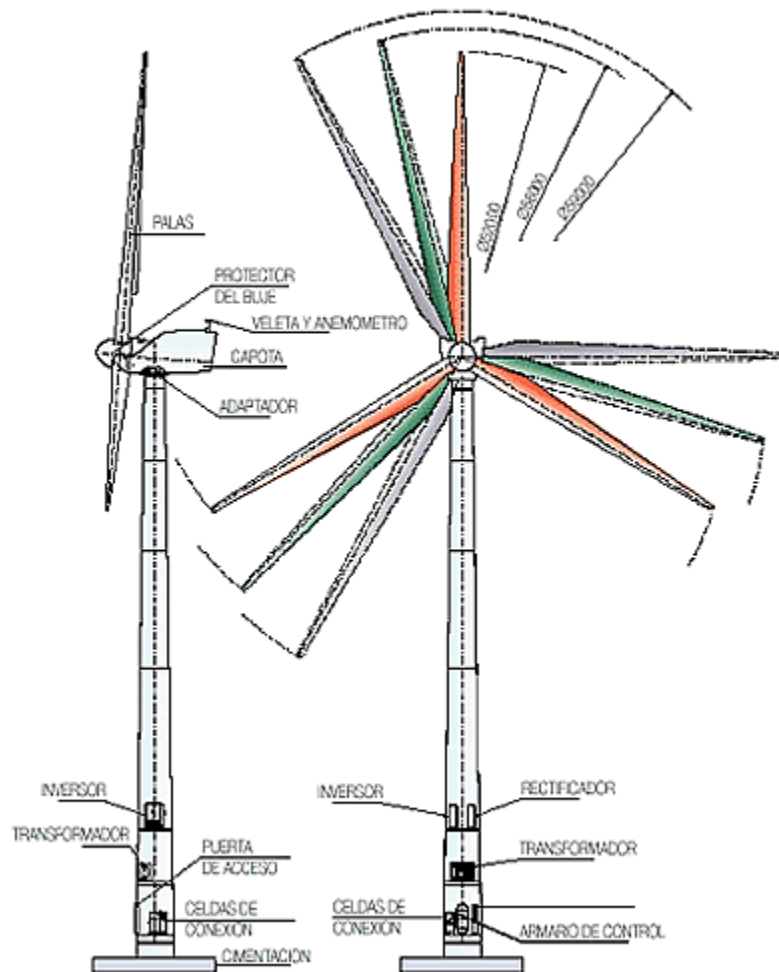


Figura 1.9: Esquema d'un aerogenerador MADE AE-59. Font: D.G.Energia. Govern de les Illes balears.

La gestió i el control del parc es du a terme mitjançant un sistema de monitoratge i telegestió que permet supervisar en temps real l'estat general del parc i les possibles incidències. Aquest sistema n'agilitza molt la gestió ja que permet accedir a l'ordinador de control del parc des d'un ordinador portàtil, controlar el funcionament de cadascun dels aerogeneradors i fins i tot donar ordres, com l'aturada o la posada en marxa d'aquests. Aquest sistema pot enviar missatges SMS als telèfons mòbils del supervisor del parc i del personal de manteniment, per avisar de problemes greus o anomalies, que requereixen la presència d'un tècnic/a.

Es calcula que la vida útil del parc serà de vint anys i que als dotze anys serà amortitzada la inversió.

Funcionament del parc:

En el funcionament bàsic d'un aerogenerador el vent mou les pales, produint un moviment rotacional, que es transmet i multiplica mitjançant el multiplicador fins al generador. Aquest transforma l'energia cinètica del vent en energia elèctrica igual que una dinamo. El corrent generat és estabilitzat i adequat als requeriments de la xarxa per un transformador, i és incorporat a la xarxa de GESA.

Els molins s'engeguen amb vent de 3 m/s (11,6 km/h) i assoleixen el màxim rendiment amb vent d'11 m/s (36,6 km/h). A partir d'aquest punt el sistema de gir de les aspes comença a graduar la seva confortació al vent per tal de poder operar amb vents superiors sense patir danys fins a un màxim de vent de 25 m/s (90 km/h) quan els aerogeneradors s'aturaran. Cada aerogenerador disposa d'un microprocessador que controla i regula les variables de posada en marxa, funcionament i aturada i transmet tota aquesta informació al centre de control de la instal·lació.

L'energia produïda per cada molí passa pel Centre de Maniobra i Mesura abans d'incorporar-se a la xarxa general. En aquest centre es gestionen les deficiències elèctriques que entren o surten del parc ja que posseeix proteccions elèctriques de freqüència, pujada o baixades de tensió i proteccions davant un tall a la xarxa general. A més, en el CMM existeix un comptador d'ones de radi que controla la informació i a través d'un mòdem envia dades a MADE i a GESA. El parc podria arribar a detenir-se totalment per teletir.

L'energia produïda pels aerogeneradors es distribueix a la xarxa general cap a l'Albufera i es Grau, i quan a l'hivern hi ha excedent d'energia es desvia cap a la subestació de GESA de sa Dragonera, al POIMA.

Segons els consorci de residus i energia de Menorca, Cada família, avui en dia, consumeix com a mitjana potències d'1-2 kW. Tenint en compte que cada aerogenerador produeix 800 kW teòricament cada aerogenerador podria proveir entre 400 i 800 famílies, i per tant entre tots quatre molins del parc s'abastiria quasi 3.200 famílies (3% del consum de l'illa), o el que seria el mateix, podria mantenir el cost energètic de l'enllumenat públic de tot Menorca.

Segons el consorci el funcionament del parc redueix l'emissió d'aproximadament 6.600 tones de CO₂ l'any.

1.1.6.2 Parc Fotovoltaic de Son Salomó

El parc de Son Salomó, és el primer parc tramitat a Balears, que destaca també per haver-se construït respectant i, fins i tot, millorant l'entorn: parets seques, barraques de pedra, etc.

El parc consta de 15000 plaques solars distribuïdes en 10 ha amb capacitat per donar una potència instal·lada de 3.000 kW, i la seva producció l'any 2011 va ser de l'ordre de 7.200 MWh, la qual cosa representa el 1,5 % del consum elèctric de l'illa de Menorca, i el 5 % del de Ciutadella en quant a consum final d'energia (CIME, 2012).

1.1.6.3 Parc Fotovoltaic Binisafúller

Per altra banda el parc de Binisafúller té d'una potència instal·lada de 1 MW que amb una producció de 1.250 MWh (CIME 30 jul. 2012) (no ha estat possible trobar dades més actualitzades provinents d'una font de confiança, malgrat en treballs anteriors, Bioers i CAD, es parli d'una "producció d'1,3 MW", només és contrastable aquesta

dada a l'enciclopedia lliure viquipèdia, per tant s'ha preferit utilitzar una dada donada pel govern balear l'any 2012)

Tot i això aquests dos són els grans parcs solars instal·lats a Menorca però no són els únics hi ha 22 dues petites instal·lacions més repartides per l'illa que juntes aporten uns altres 340 kW de potencia instal·lada a Menorca.

S'han fet estudis on s'ha treballant en un nou projecte, innovador, a on es vol combinar la tecnologia fotovoltaica amb l'acumulació d'energia amb aigua de mar i la producció d'hidrogen, probablement el combustible del futur, per tal d'enriquir els gas urbà i així aconseguir un consum menor de combustible fòssil (CIME, 2012).

1.1.6.4 La connexió per cable de Red Eléctrica de España

Des de l'any 2012 la xarxa elèctrica de les Illes Balears està connectada a la península per una línia submergida bipolar i de corrent continu (HVDC) de 250 kV instal·lada per Red Eléctrica de España (REE). Aquesta va ser la primera instal·lació d'aquestes característiques a l'estat espanyol. D'aquesta manera l'energia arriba a Mallorca mitjançant aquesta línia i es distribuiria cap a la resta de l'arxipèlag mitjançant, al seu torn altres línies submergides com s'observa a la Figura 1.10. la construcció d'aquestes línies però encara no s'ha acabat en el cas de la segona línia cap a Menorca i encara no s'ha executat en el cas de la línia Mallorca Eivissa.

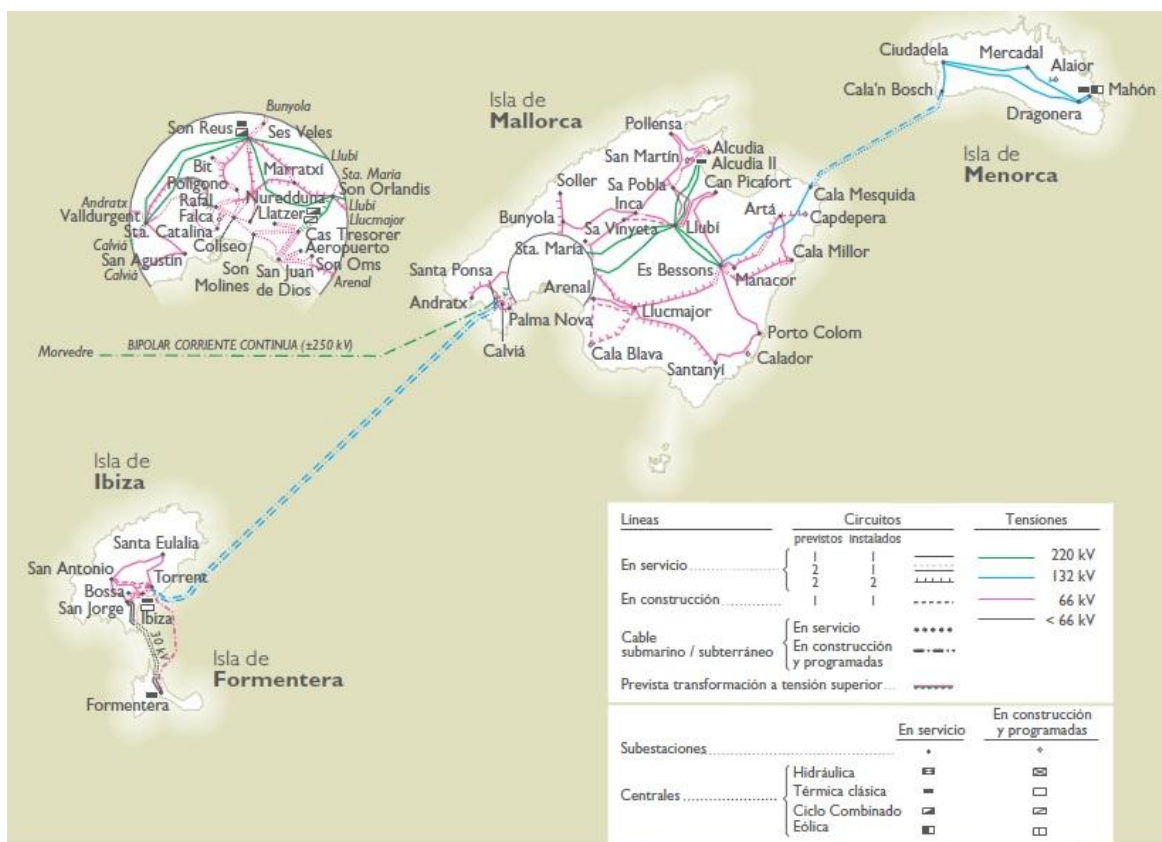


Figura 1.10: Xarxa elèctrica de les illes balears actual i projectada. Font: REE Red Eléctrica de España.

La connexió elèctrica amb terra ferma segons REE ha comportat beneficis ambientals com una gran disminució de les emissions de CO₂ associades al sistema balear, però no ha a portat dades per demostrar-ho. El que és cert és que aquesta connexió dona capacitat a les illes balears de créixer en demanda energètica. El límit de consum ja no el fixa la potència instal·lada a les pròpies illes si no a tota la península. Ambientalement caldrà veure quines implicacions pràctiques té aquest augment de consum, ja que un consum més gran d'energia es tradueix en més activitat humana i un augment d'activitat humana és fàcilment traduïble en un impacte negatiu sobre el medi ambient.

1.1.7 Fluxos energètics

Al analitzar un sistema energètic el primer pas és ser conscient del balanç global d'energia del sistema.

Com s'observa en la Taula 1.2 per poder satisfer les necessitats energètiques de l'illa l'any 2013 es consumien 180.983 TEPs que equival al consum brut. Les TEPs o Tones equivalents de petroli és una unitat creada per a poder comparar fluxos energètics i estimar els nivells d'emissió de CO₂ a l'atmosfera per a un consum de qualsevol tipus d'energia. Teòricament equivaldria al l'energia continguda en una tona de petroli suposant una composició concreta, però s'ha pres un valor convencional de 1TEP= 41.868.000.000 Joules=11.630 kWh.

Taula 1.2: Balanç energètic global a Menorca 2013 en TEPs. Font: D.G. Energia Govern de les Illes Balears

Any 2013	PROD. PETROLÍFERS			RESIDUS I ENERGIES RENOVABLES			ELECTRICITAT	TOTAL
	G.L.P.	Lleugers	Pesants	Olis minerals usats	Biomassa	Solar i eòlica		
Producció	0	0	0	209	5.743	1.295	0	7.247
Importacions	5.457	120.129	47.602	0	0	0	4.870	178.058
exportacions					5.415			5.415
Variació d'estocs	0	-1.282	0	189	0	0	0	-1.093
Consum brut	5.457	121.412	47.602	20	328	1.295	4.870	180.983
Transformació de l'energia	0	-50.319	-47.602	0	0	-1.295	36.288	-62.927
Generació elèctrica (R.O. I R.E.)	0	-50.319	-47.602	0	0	-1.295	36.288	-62.927
Fabricació de gas canalitzat	0	0	0	0	0	0	0	0
Consum dels productors	0	0	0	0	0	0	-329	-329
Pèrdues i diferències	0	0	0	0	0	0	-2.938	-2.938
Consum final	5.457	71.093	0	20	328	0	37.892	114.789
Indústria	324	1.715	0	20	64	0	2.087	4.209
Transport	0	59.098	0	0	0	0	0	59.098
Terrestre	0	42.118	0	0	0	0	0	42.118
Aviació	0	16.981	0	0	0	0	0	16.981
Primari	0	3.419	0	0	4	0	662	4.085
Serveis	2.627	3.859	0	0	0	0	13.905	20.391
Residencial	2.506	3.001	0	0	260	0	17.051	22.818
Serveis públics	0	0	0	0	0	0	4.187	4.187

La taula anterior mostra que el mix energètic Menorquí es basa en els consum de combustibles fòssils per a la generació d'electricitat. És un model energètic molt poc eficient. Hi ha unes grans pèrdues en el procés de transformació de l'energia ja que hi ha una gran diferència entre el consum brut, l'energia total que es consumeix per abastir l'illa, i el consum final, la quantitat d'energia útil que es pot consumir en forma d'energia elèctrica. Les fonts d'energia renovables

tenen un balanç entre consum brut i consum final molt més eficient ja que l'energia que es produeix no necessita un procés de transformació per a poder ser utilitzada.

1.1.7.1 Energia primària a Menorca

Quan parlem d'energies i sobretot d'energia provinent de combustibles fòssils és important tenir clars els conceptes d'energia primària i energia final. S'entén com a energia primària aquella que engloba els fluxos d'energia extrets de tots els vectors energètics de l'illa. És important definir-la i diferenciar-la de l'energia final que és l'energia en la forma que finalment es consumeix. D'aquesta manera seria energia primària el fuel utilitzat a la central de Maó per a produir electricitat i energia final l'electricitat produïda per la central.

Com es pot observar a la Taula 1.3 l'any 2014 es van consumir un total de 179.268,6 TEP d'energia primària dels quals 94.173,6 TEP foren consumits en forma de fuel a la central de Maó per generar la major part de l'energia final elèctrica consumida. Això representa un 52,53% de l'energia primària, un 3'25% d'aquesta va ser importada de Mallorca i tan sols un 0,68% provenia de fonts renovables (OBSAM, 2014).

El consum total d'energia de l'illa reflexa els moviments del mercat econòmic com es pot observar a la Taula 1.3 ja que arribem a un pic de consum l'any 2008 moment en el qual l'iceberg de la crisi econòmica evidencia la seva magnitud, i es comença a reduir el consum durant els anys següents amb una clara tendència inicial que poc a poc es va suavitzant.

Taula 1.3: Energia primària consumida a Menorca

Unitats: TEPs	GASOS LIQUATS (Butà, propà)	COMBUSTIBLE LÍQUID (Benzines, gasolls)	COMBUSTIBLE PER A TRANSFORMACIÓ (Gasoll, fuel central tèrmica)	Electricitat importada de Mallorca	Electricitat procedent d'energies alternatives (solar, eòlica)	biomassa	TOTAL
1990	5.593,0	59.737,8	4.019,0	19.509,1	0,0	233,4	89.092,4
1991	5.832,2	55.111,3	25.124,0	12.994,6	0,0	322,2	99.384,2
1992	5.781,2	54.869,0	33.510,0	6.908,4	0,0	349,7	101.418,4
1993	6.002,6	54.763,8	37.076,9	4.591,5	0,0	346,0	102.780,8
1994	6.312,9	63.174,3	43.961,5	4.712,1	0,0	1.167,0	119.327,8
1995	6.549,1	62.313,2	51.239,1	2.025,0	0,0	495,3	122.621,8
1996	6.922,0	64.034,0	51.664,5	3.638,7	0,0	542,0	126.801,1
1997	6.491,5	64.410,2	49.236,0	7.112,4	0,0	1.017,3	128.267,3
1998	6.790,2	73.056,2	27.731,0	17.810,7	0,0	291,8	125.679,8
1999	7.104,5	80.657,0	28.995,6	21.233,0	0,0	535,4	138.525,3
2000	6.904,6	87.228,2	46.967,3	16.860,0	0,0	542,7	158.502,8
2001	7.055,4	91.832,8	50.259,2	17.885,0	0,0	248,3	167.280,6
2002	7.132,6	92.458,6	52.564,2	19.091,1	1,7	220,0	171.468,1
2003	6.864,9	94.601,7	51.773,0	17.848,7	2,0	513,0	171.603,3
2004	7.359,3	93.165,4	63.952,1	16.965,7	324,1	269,4	182.036,0
2005	7.360,7	102.109,3	80.099,4	13.446,3	470,9	184,4	203.671,1
2006	6.578,5	99.398,8	99.315,7	10.214,3	423,6	167,5	216.098,4
2007	6.428,3	93.347,7	107.879,8	8.337,7	493,8	188,2	216.675,5
2008	5.996,5	95.679,7	114.135,2	9.057,0	790,7	199,5	225.858,7
2009	6.031,4	82.754,2	114.104,7	8.598,6	1.089,1	245,4	212.823,4
2010	6.297,3	78.994,3	104.454,5	7.596,2	1.154,8	302,5	198.799,5
2011	5.418,0	78.950,5	98.489,8	7.168,5	1.233,1	266,1	191.526,0
2012	5.314,3	72.819,3	98.527,6	6.033,6	1.302,7	333,0	184.330,5
2013	5.159,0	71.254,5	97.147,5	5.610,9	1.338,0	328,0	180.837,8
2014	5.064,6	72.602,6	94.173,6	5.832,6	1.227,9	367,2	179.268,6

Font: CLH, AENA, GESA-ENDESA, Red Eléctrica Española, REPSOL GAS S.A, GAS MENORCA S.L, IGNACIO MOLL PONS S.A.D.G. Energia govern de les Illes Balears. Elaboració: OBSAM.

1.1.7.2 Energies Renovables

Com s'observa a la Taula 1.4 la generació d'energia elèctrica mitjançant d'energia solar connectada a xarxa ha anat augmentant des de l'any 2002, però no és fins a l'any 2008, amb la instal·lació dels parcs solars de Son Salomó i Binissafúller, quan la generació d'electricitat comença a prendre valors significatius. La generació va augmentant any rere any fins que al 2013 arriba als 9.359.268 kWh.

La generació a nivell mensual té una distribució diferencial ja que està supeditada a l'energia per unitat de superfície (irradiància) que arriba a la terra provinent del sol. Aquesta varia en funció de la posició de la terra respecte el sol al llarg de l'any.

És per això que en els mesos d'estiu, quan la irradiància és més elevada, la generació d'electricitat és molt més gran que en els mesos d'hivern.

Taula 1.4: Energia elèctrica procedent d'energia solar connectada a xarxa (KWh) 2002-2013

KWh	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008*	2009	2010	2011**	2012	2013
Gener	829	643	998	2.313	1.750	3.216	7.704	321.337	340.879	s.d	507.536	629.358
Febrer	1.044	859	1.262	2.443	2.173	4.741	8.856	436.682	470.314	s.d	497.102	536.647
Març	653	2.312	1.786	4.091	4.452	5.162	13.252	590.086	646.241	s.d	817.827	819.824
Abril	416	2.115	1.479	4.750	4.900	6.039	175.523	565.329	773.378	s.d	837.556	788.606
Maig	1.475	2.222	2.295	4.956	5.761	8.570	457.628	742.982	853.180	s.d	983.024	871.180
Juny	5.194	2.419	6.926	5.169	5.421	7.256	545.416	743.985	864.585	s.d	933.492	1.193.768
Juliol	2.621	2.648	5.130	5.272	5.570	11.178	537.384	718.954	940.082	s.d	943.465	1.024.465
Agost	2.071	2.468	4.725	5.286	4.923	13.868	554.190	834.293	893.268	s.d	918.354	1.096.442
Setembre	2.045	1.376	4.002	4.279	3.779	10.100	435.845	712.819	789.761	s.d	750.366	848.738
Octubre	1.335	1.498	3.352	2.979	3.476	8.145	413.191	655.520	570.690	s.d	638.602	663.411
Novembre	1.102	866	1.580	2.420	3.491	6.122	285.030	453.704	449.765	s.d	409.859	382.352
Desembre	926	3.425	2.042	2.184	2.728	5.893	292.425	390.598	422.309	s.d	447.784	504.477
Anual	19.711	22.851	35.577	46.142	48.424	90.290	3.726.445	7.166.289	8.014.451	8.665.000	8.684.967	9.359.268

* entren en funcionament els parcs solars de Son Salomó (3KW) i Binissafúller (1KW).

** L'any 2011 ENDESA només disposa de la dada anual.

Com es pot observar a la Taula 1.5 la generació d'energia mitjançant aerogeneradors es comença a comptabilitzar a partir de l'any 2004, quan s'instal·la el parc eòlic d'Es Milà, el primer parc eòlic de l'illa. La producció energètica fluctua al llarg dels anys seguint una tendència alcista. Com es pot observar a la Taula 1.5 la producció no és constant al llarg de l'any si no que trobem un pic de generació durant els mesos d'hivern i tendència a la baixa durant els mesos d'estiu.

Taula 1.5: Energia elèctrica procedent d'energia eòlica al parc de Milà (2004-2013). **Font:** OBSAM

KWh	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Gener	0	551.090	514.350	401.568	414.699	468.184	599.366	465.941	478.962	683.045
Febrer	0	712.516	371.374	480.370	420.274	681.807	688.914	623.178	1.088.811	668.101
Març	710.273	439.464	548.188	585.499	574.859	524.593	588.260	615.225	552.559	753.122
Abril	630.810	395.282	366.096	246.120	741.296	477.225	376.758	541.716	565.710	539.310
Maig	363.176	366.301	438.988	392.453	211.602	473.629	312.036	422.398	371.596	425.806
Juny	0	336.688	366.650	333.742	289.969	380.061	275.183	318.267	357.498	377.391
Juliol	145.784	389.075	202.550	357.607	271.577	124.816	321.909	427.663	425.097	196.014
Agost	309.572	371.042	548.332	443.808	328.108	145.991	393.148	326.112	258.147	340.227
Setembre	240.769	257.242	264.468	319.882	434.721	343.742	300.155	214.283	663.179	339.871
Octubre	271.300	311.966	347.647	536.263	468.946	526.751	467.963	586.641	420.629	467.872
Novembre	428.825	503.144	407.408	784.124	619.943	532.093	460.306	545.139	535.223	764.070
Desembre	632.332	795.843	501.305	769.997	691.693	819.540	629.063	591.073	745.668	480.214
Anual	3.732.841	5.429.653	4.877.356	5.651.433	5.467.687	5.498.432	5.413.061	5.677.636	6.463.079	6.035.043

Si tenim en compte que l'energia produïda amb fonts renovables no necessita transformació ja que es produeix directament en forma d'energia elèctrica, llavors es pot comparar el total

d'energia elèctrica produïda mitjançant fonts renovables amb el consum final per obtenir el percentatge que representa l'aportació renovable al total d'energia elèctrica consumida.

1.1.7.3 Consum d'energia elèctrica final segons la font de generació

El consum energètic segons la font de generació de Menorca està representat en la següent figura. Un 95,4% de l'energia elèctrica es genera mitjançant fonts no renovables, amb unes emissions de CO₂ de 368.740 tones (OBSAM, 2015). Si analitzem les aportacions d'energies renovables al mix energètic menorquí veiem que a Menorca tan sols un 3,2% de l'electricitat que es produeix prové de fonts renovables, però si tenim en compte que part de l'energia que s'importa també és produïda amb aquestes fonts al seu lloc d'origen, llavors es calcula que el total d'energia produïda amb energies renovables que consumeix Menorca és del 4,6%. Un 0,7% de l'energia importada, l'atribuïda a TIRME, prové de la crema de residus per la generació d'electricitat.

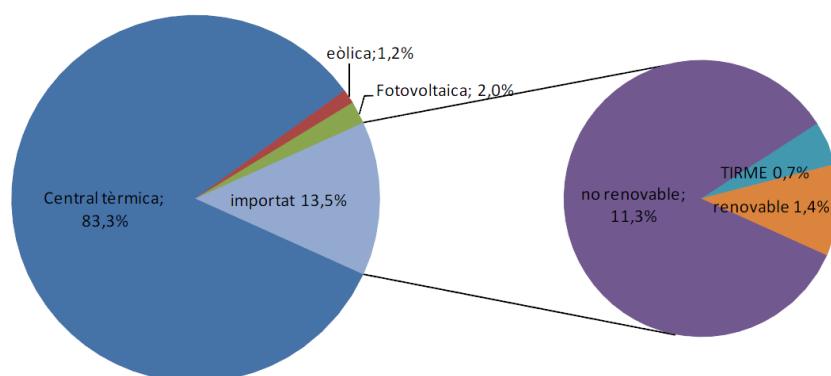


Figura 1.11: consum d'energia elèctrica final segons la font de generació. Font: D.G.Energia. Govern de les Illes Balears, GESA-ENDESA i Red Eléctrica Española. Elaboració:OBSAM

1.1.7.4 Estructura sectorial del consum final d'energia elèctrica

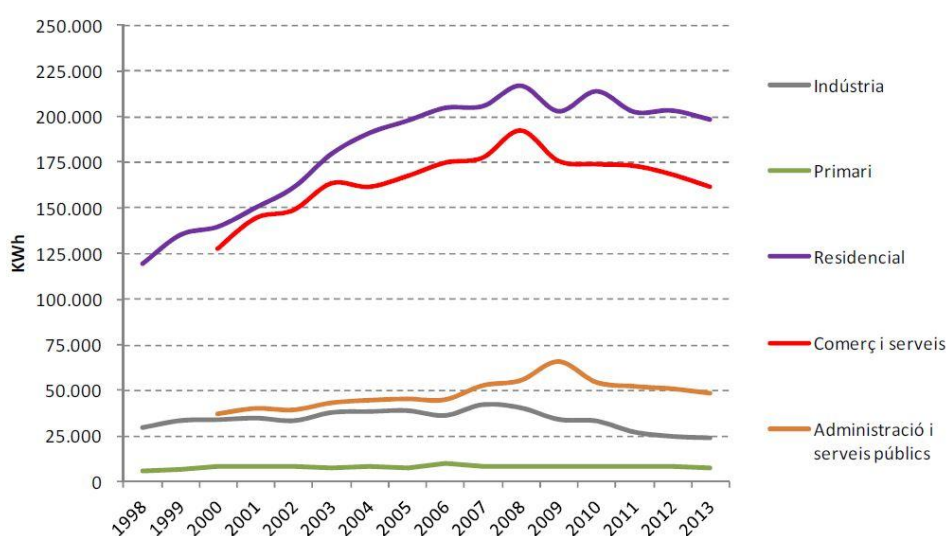


Figura 1.12: Estructura sectorial del consum final d'energia elèctrica en kWh 1998-2013. Font: D.G. Energia. Govern de les illes balears. Elaboració:OBSAM.

Com s'observa la Figura 1.12: **Estructura sectorial del consum final d'energia elèctrica en kWh 1998-2013. Font: D.G. Energia. Govern de les illes balears. Elaboració: OBSAM.** el consum energètic més important a l'illa pertany al consum residencial seguit pel sector terciari. Com s'ha explicat anteriorment aquestes dades pertanyen a una economia dedicada al turisme, ja que ens trobem amb un sector serveis que consumeix molt més que el sector primari o secundari. Un 45% de l'electricitat es consumeix en el sector residencial, un 37% en el sector comerç serveis i tan sols un 5% en el sector industrial i un 2% en el sector primari (OBSAM, 2015).

1.1.7.5 Producció descentralitzada:

Les dades de producció i consum centralitzats que estan disponibles de Menorca no reflecteixen el consum elèctric total de l'illa ja que, com es pot observar tant sols donant un volt amb cotxe es poden trobar, repartides per gairebé tot el territori de l'illa, moltes petites instal·lacions renovables particulars plaques en cobertes i petits aerogeneradors, que s'usen com a suport energètic en moltes zones rurals i empreses. La majoria d'aquestes petites instal·lacions no estan connectades a la xarxa elèctrica i estan dedicades a l'autoconsum.

1.1.7.5.1 Nuclis rurals

A Menorca hi ha nuclis rurals que són completament autosuficients a nivell elèctric ja que el nucli sencer està desconnectat de la xarxa. Això és degut al fet que inicialment aquests nuclis eren petites construccions associades a l'ús agrícola del sòl que poc a poc han anat convertint-se en edificis habitables esdevenint un nucli rural finalment. Aquests nuclis, per tant, no tenien infraestructura elèctrica ja que no són zones tipificades com a sòl urbanitzable així que per poder disposar d'electricitat s'autoabasteixen mitjançant la sinèrgia entre producció amb energia eòlica i fotovoltaica. Tot i això algun dels nuclis rurals posteriorment s'han connectat a la xarxa gràcies a la regularitzacions que s'han fet de la seva situació legal per part de l'administració. Aquests nuclis connectats no són 100% autosuficients.

Les proporcions amb que s'utilitzen les tecnologies solar fotovoltaica i eòlica en aquests nuclis són diferents en funció de la zona de l'illa. Tot i això, de mitjana, els nuclis que són capaços de produir-se el 100% de l'electricitat que consumeixen, utilitzen uns 10 panells solars de 130W de potència per habitatge i un aerogenerador de 3kW de potència per cada 5 habitatges (BioErs, 2015). Això representa que un 27% de l'electricitat produïda per a l'autoconsum d'aquests nuclis provingui d'energia eòlica i un 73% de solar fotovoltaica.

1.2 Es Migjorn

En aquest apartat es descriu la zona d'estudi de forma detallada; definint el marc ambiental i socioeconòmic on es situa.

1.2.1 Localització

Es Migjorn Gran el trobem localitzat a la zona centre-meridional de l'illa de Menorca, dins el conjunt de les Illes Balears (Figura 1.2.1.1). És un municipi jove, ja que només porta 25 anys com a municipi independent (el 1989 es segrega de Es Mercadal). Té una població de 1.470 habitants (ajmigjorngran.org) repartits en un territori de 32 km² (IDE Menorca) amb una densitat de 47,12 hab./km². Té dos grans nuclis de població, la població més important és Es Migjorn Gran, el qual dóna el nom al municipi. Fins el 1989 es deia Sant Cristòfol i es va formar l'any 1768 quan un grup de persones encapçalades per Cristòfol Barber varen iniciar la construcció de l'Església de Sant Cristòfol, al voltant de la qual es va expandir l'actual nucli urbà. L'altre gran nucli urbà és Sant Tomàs, situat a la costa i construït al voltant dels anys 60.



Figura 1.13: Situació geogràfica de la zona d'estudi. (elaboració pròpia)

1.2.2 Entorn socio-econòmic

Es Migjorn Gran es situa en una dinàmica similar a la del conjunt de l'illa de Menorca tant a nivell demogràfic com econòmic.

Pel que fa a demografia Es Migjorn com a municipi petit amb una zona turística important segueix una tendència

Pel que fa a economia el sector predominant amb més afiliats a la Seguretat Social són serveis. Es migjorn compta amb 66 comerços (registrats a ajmigjorngran.org) dels quals

la gran majoria són hotels, apartaments, principalment concentrats a la urbanització de Sant Tomàs, i bars i restaurants.

El sector primari té un pes poc important dins l'economia al territori. El sector industrial en canvi està en creixement en els darrers anys, que es fa plausible amb la construcció del polígon industrial de les afores del nucli d'Es Migjorn.

1.2.2.1 Subsistemes d'estudi.

En el següent apartat es descriuen els subsistemes estudiats

Polígon industrial:

L'any 2000 l'ajuntament d'Es Migjorn Gran cedeix una parcel·la municipal a un cost simbòlic de 6€/m² a l'Institut de desenvolupament Industrial (IDI), organisme del Govern Balear perquè actuï de promotor i es faci càrrec del desenvolupament d'un projecte d'execució de 20 naus modulars. Aquest terreny es situa ubicada al marge urbà sud, al costat de la carretera que connecta els dos grans nuclis d'Es Migjorn Gran i la urbanització de Sant Tomàs i el seu objectiu es traslladar les PIMEs industrials i promoure el creixement i desenvolupament d'empreses industrials i comercials perquè equilibrin el balanç econòmic a favor de sectors productius diversificats del turisme i serveis. Això permet desestacionalitzar part dels llocs de treball (molt vinculats al turisme) reduint l'atur durant la temporada baixa.

A partir de l'any 2005 s'executà aquesta promoció sobre una parcel·la de 8.649m². Preveient una superfície construïda d'uns 5000m² amb 12 naus modulars de 300m². L'obra es va finalitzar el 2007, i les naus es van adjudicar entre desembre de 2006 i gener de 2007.

El posterior estudi cartogràfic (QGIS) ha confirmat una coberta útil de 5000m² per a la generació d'energia solar fotovoltaica.

Sant Tomàs (Establiments turístics):

Situat a la costa, entre cala Galdana i son Bou, Sant Tomàs actua de principal nucli turístic d'Es Migjorn. El 85% dels establiments (11) d'Es Migjorn Gran es troben emplaçats a Sant Tomàs oferint el 98% de les places turístiques (2.269places) disponibles al municipi (CAD).

Cal dir que un 63.6% dels establiments són apartaments, els quals molts pertanyen a comunitats de particulars i que comencen a arribar ocupants entre finals de març i principis d'abril (tal com evidencien les dades de consum energètic explicades més endavant, on s'observa un creixement del consum) en front del 36,4% (CAD) són hotels que únicament romanen oberts entre Maig i Octubre.

Els establiments hotelers i apartaments ofereixen una bona superfície per a la generació d'energia solar. CAD exposa 21.280 m² de coberta dels establiments, però creiem que és una dada exagerada i optimista ja que segons l'estudi GIS efectuat es valora una superfície útil de 5.250m² aproximadament. Aquesta diferència desmesurada es deguda a que s'ha estudiat la coberta al detall tenint en compte l'espai de les xemeneies i aires condicionats i s'han eliminat les zones d'ombra i les que no tenien prou superfície per albergar plaques.

Subsistema nucli Es Migjorn

El nucli d'Es Migjorn acumula la majoria de població del municipi, òbviament, ja que és el nucli residencial. Compta només amb dos establiments turístics, un hotel i un hostel amb un total de 38 places, una xifra que dona a entendre que Es Migjorn no actua de centre turístic, com sí és el cas de Sant Tomàs que és on es consumeix la majoria d'energia elèctrica durant la temporada turística.

1.2.3 Energia a Es Migjorn

Com s'observa a la Figura 1.14 Es Migjorn és el municipi on menys electricitat es consumeix de Menorca ja que és el municipi amb menys població.

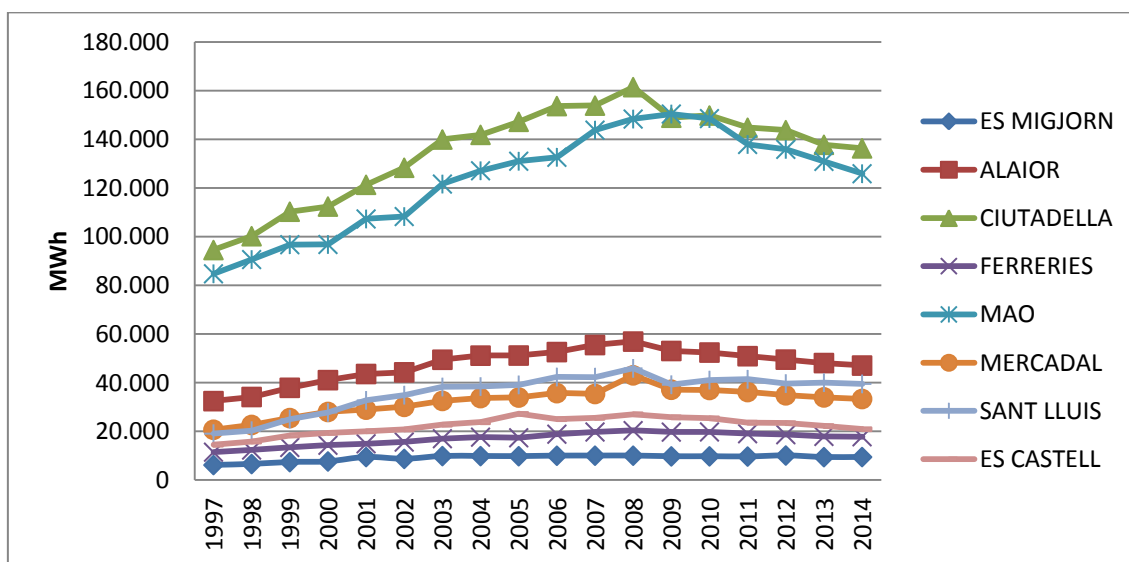


Figura 1.14: Facturació d'electricitat per municipis a Menorca 1997-2012. Font: GESA ENDESA.
Elaboració: Motor de canvi.

Com mostra el Figura 1.14 el consum anual d'Es Migjorn ha estat relativament constant, comparat amb els altres municipis de Menorca durant els últims deu anys sempre rondant els 10.000 MWh, l'any 2012 arriba a un màxim de 10.130 MWh, i el consum de l'any 2014 va ser de 9.495 MWh.

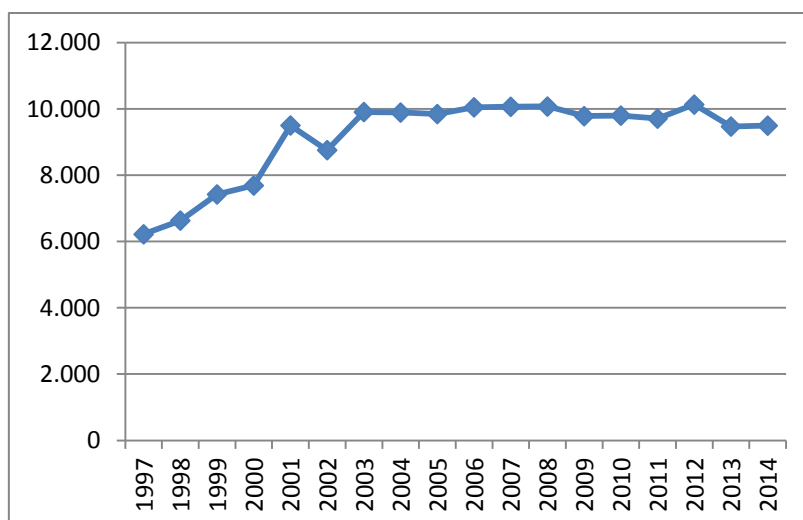


Figura 1.15: Facturació d'electricitat a Es Migjorn 1997-2014. Font: GESA ENDESA. Elaboració: Motor de canvi.

1.2.3.1 Consum mensual

Com es pot veure en la Figura 1.16 el consum elèctric al llarg de l'any experimenta una funció semblant a la campana de Gauss i això és degut a la gran afluència de turisme, a la gran activitat econòmica lligada a aquest i al consum desmesurat d'energia que això comporta. L'Augment de consum elèctric progressiu des de març, amb un pic entre juliol i agost i una baixada progressiva fins a l'octubre/novembre, segueix el mateix comportament que la dinàmica de població plasmada en la Figura 1.2 d'aquest mateix document. Això indica l'estrés ambiental de l'illa durant els mesos d'estiu, tot i que hi ha indicadors més clars sobre aquest estrés que suposa el turisme, com ara la massa de residus sòlids urbans mensuals que es mouen al municipi.

Tot i això, el consum en els mesos d'hivern trenca el model gaussià que provoca el turisme ja que representa el consum elèctric associat al confort de la població.

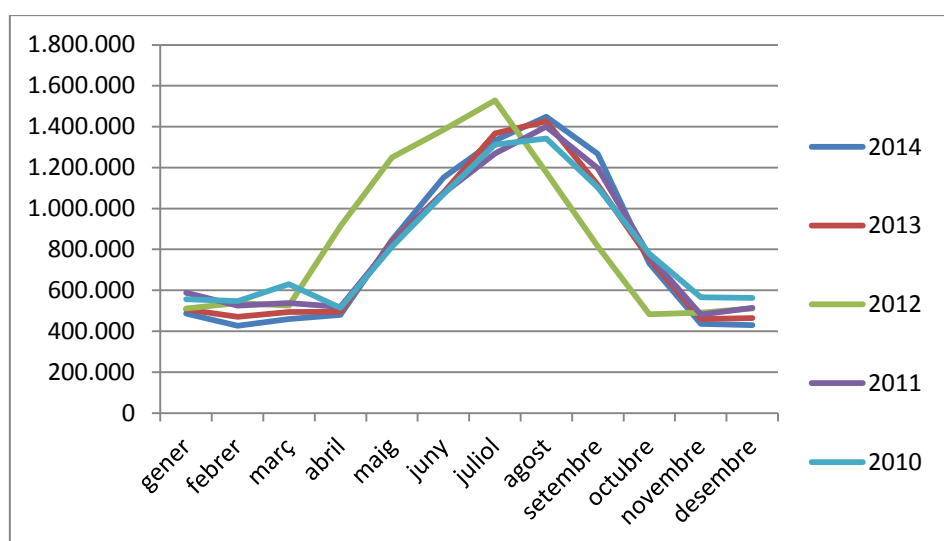


Figura 1.16 Consum elèctric mensual a Es Migjorn 2010-2014. Font: GESA ENDESA. Elaboració: Motor de canvi.

1.2.3.2 Producció descentralitzada: Na Forada

Al Nord oest d'Es Migjorn hi trobem un nucli rural completament autosuficient pel que fa al consum d'electricitat. Aquest nucli es diu Na Forada i està desconnectat de la xarxa elèctrica. El nucli ocupa una superfície de 147.319m² i el componen 28 habitatges. Na Forada assoleix l'autosuficiència gràcies a 280 panells solars i 3 aerogeneradors repartits entre un 80% dels habitatges del nucli (BioErs, 2015). Aquest nucli és una de les proves que demostren que és possible l'autosuficiència pel que fa a energia elèctrica. Cal dir que és un nucli que no pateix la desproporció de consum entre estiu i hivern associat al turisme. Per tant, caldria dir, de fet, que és la prova que demostra que en un nucli que no rep l'impacte energètic del turisme l'autosuficiència energètica és viable.

Al ser un nucli autosuficient, per tant, les dades de consum d'aquest nucli no seran incloses en el còmput global de consum del municipi durant el present estudi ja que l'energia que es consumeix ja es genera mitjançant energies renovables.

1.2.3.3 Producció descentralitzada: Establiments turístics de Sant Tomàs

Al nucli d'Es Migjorn no hi ha cap establiment turístic que disposi d'una instal·lació d'energies renovables per a la generació d'electricitat (CAD consultoria ambiental, 2015). Tot i això al nucli de Sant Tomàs hi trobem un hotel amb una instal·lació de 40 m² de plaques solars tèrmiques com a únic establiment turístic que disposa d'una instal·lació d'energies renovables.

1.3 Experiències d'autosuficiència i energies renovables en altres illes

En aquest apartat es mostren diferents estratègies que s'estan duent a terme en altres territoris insulars.

1.3.1 Illa de el Hierro

Si fem referència a illes autosuficients energèticament, la seva màxima representació la trobem a l'illa del Hierro, ja que des de finals de 2013 esdevé el primer territori insular al món capaç de generar l'energia que consumeix com a sistema mitjançant únicament fonts renovables. El Hierro forma part del *World Network of Island and Coastal Biosphere Reserves* (WNICBR) i declarat reserva de la biosfera l'any 2000 per la UNESCO. El seu reduït tamany (269 km²) i una població reduïda (11.030 habitants) fan que sigui factible abastir la població amb aquest procés.

El problema tradicional que comportava l'intent d'abastir únicament d'energia renovable un territori és la intermitència de les fonts d'energia renovable. Al Hierro van vèncer aquesta dificultat mitjançant l'ús combinat de la generació d'un parc eòlic amb un sistema hidràulic.

La central hidro-eòlica consisteix en un parc eòlic de (11,5 MW), una central hidroelèctrica amb un salt de 700m., dos dipòsits d'aigua (un inferior amb una capacitat de 225.000 m³, i un altre superior, que aprofita una caldera volcànica natural, amb una capacitat de 500.000 m³), una central de bombeig i una central dièsel preexistent funcional només en cas d'emergència.

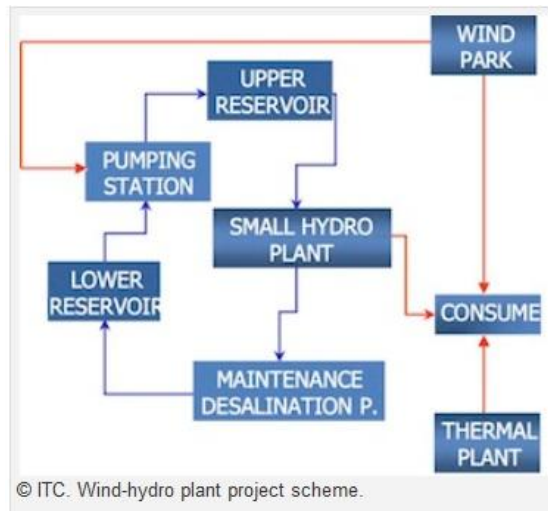


Figura 1.17 Estructura central hidro-eòlica. Font: Instituto Tecnológico de Canarias

Aquest projecte aconsegueix eliminar el consum de 6.000 tones de dièsel i evitar l'emissió 18.700 tones de CO₂/any a l'atmosfera. Amb un cost aproximat de 80 milions d'euros va ser impulsat per *Gorona del Viento El Hierro, S.A.*, i finançat per Cabildo de El Hierro (autoritat local- 60%), Endesa (30%), i l'*Institut Tecnològic de Canàries- ITC* (10%). (UNESCO-renforus).

1.3.2 Sonderborg.

Es desenvolupa ProjectZero, un pla amb la visió d'aconseguir que la zona de Sonderborg sigui una zona sense emissions de CO₂ al 2029.

Durant el 2008 i 2009 més de 75 especialistes energètics danesos van analitzar les oportunitats i desafiaments energètics d'aquesta àrea i van crear el "ProjectZero 2029 Masterplan", concloent que Sonderborg pot aconseguir ser un territori sense emissions de carboni (ZEROcarbon 2029).

Les qüestions clau que plantegen són els següents:

- Enfocament massiu en l'ús intel·ligent de l'energia. La reducció del consum per la millora de l'eficiència energètica estima reduir el consum d'energia en un 40% en comparació amb el valor inicial de 2007.
- Conversió a múltiples fonts d'energia renovables, incloent l'ús eficient de les àrees de fens i residus procedents de l'agricultura, la calor geotèrmica, vent, calor solar i fotovoltaica

- Creació del primer sistema d'energia intel·ligent del món, dinàmic, en estreta cooperació amb la SE (Utility Company) i altres parts interessades.
- La solució es basa en les à propies fonts d'energia renovables de la zona i respecta que la xarxa es connecta a la xarxa nacional / internacional.
- Un anàlisi socioeconòmic demostra que l'aplicació de Masterplan 2029 pot ser rentable. Com a efecte secundari positiu, segons Bright Green Business (en l'aspecte de creació d'empreses) crearà creixement i nous llocs de treball per a la societat.

Es preveu que a l'any 2015 les emissions de carboni s'hagin reduït en un 25%.

En base a principis d'eficiència i eficàcia s'estan impulsant les següents iniciatives a curt termini:

Eficiència: l'ús intel·ligent de l'energia en la nova construcció d'habitatges, reconversions d'energia de cases i edificis existents i les millores d'eficiència energètica en els processos de producció de les empreses. Diversos programes s'han implementat per donar suport a les millores d'eficiència energètica.

La **conversió a les energies renovables:** l'ús massiu de la calefacció urbana basada en noves fonts verdes i substitució de vells cremadors d'oli per les bombes de calor serà suficient per reduir les emissions de carboni en un 12,5% cap a 2015.

Pla de treball 2020:

El 2014 va posar en marxa el seu Pla de ProjectZero 2020 per a la reducció del 50% de les emissions de carboni el 2020. El pla de treball es basa en 6 iniciatives en l'àrea específics: ciutadans, empreses, sector públic, de l'energia de fonts renovables, Bio Economia i Transport verd

Impacte:

Les noves solucions climàtiques demostraran millor pràctica i establiran un mercat dinàmic d'una creixent demanda d'empreses verdes. Diverses empreses (locals) han assolit xifres de creixement de dos dígit sobre clima i tecnologies i solucions energètiques.

ProjectZero va aconseguir en la primavera de 2010 el premi preu de l'energia-comissions de la UE: Comunitat energètica sostenible.

ProjectZero va col·laborar amb WWF (World Wildlife Foundation) per desenvolupar una eina senzilla (índexs), per ajudar les ciutats del món per implementar solucions sostenibles i crear ciutats sostenibles.

Sonderborg demostra avui algunes de les solucions més noves i més avançades d'energia dins de les bombes intel·ligents de calor, piles de combustible, construcció de la casa ZERO +, sistemes de sostres intel·ligents, etc.

The coastal near wind turbine Park:



Figura 1.18: Esquema del parc eòlic prop de la costa. Font: <http://www.bornholmsforsyning.dk/>

ProjectZero 2029 Masterplan, per tant, inclou el següent: instal·lació de diverses turbines de vent en terra noves i establir un gran parc de d'aerogeneradors costaner prop del parc de la turbina eòlica marina a la costa nord-est de l'illa d'Als. El parc serà col·locat al mig de Lillebaelt de la ubicació Lillegrund amb una distància d'aprox. 4 km fins a les dues ribes.

El parc completat inclourà 25 aerogeneradors amb una capacitat de 03.06 MW cadascun. La capacitat total instal·lada serà de 120 MW, equivalent a aprox. una quarta part del consum estimat d'energia en 2029. les emissions de carboni La zona es reduirà en 220.000 tones per any.

La població local i les empreses seran propietaris del parc de turbines. El projecte de la turbina eòlica propera a la costa va ser iniciat pels ciutadans locals i empresaris al 2010. Un estudi previ de la ubicació i l'impacte mediambiental s'ha dut a terme. Les autoritats nacionals d'energia han emès una aprovació preliminar per al desenvolupament de projectes i l'Ajuntament de Sonderborg el 2014 va autoritzar a l'empresa municipal de serveis públics SONFOR per continuar el procés de planificació.

L'ambició és motivar els ciutadans i a les empreses a invertir en el projecte d'aerogenerador. Això no només assegurarà l'electricitat sense emissions de CO₂, sinó també l'ingrés continu per als inversors.

1.3.3 Bornholm, un sistema intel·ligent de l'energia en equilibri

Bornholm ha experimentat crisi i crisis financeres, i no sempre ha estat de fàcil accés. Però al 2007 l'illa va fer un pas crucial. Una àmplia representació d'un grup de 48 persones de la comunitat de Bornholm va iniciar un nou projecte esperançador per trobar una nova direcció i el desenvolupament d'una nova estratègia per a l'illa.



Figura 1.19: localització Bornholm

Bright Green Island és la visió de convertir-se en una comunitat 100% sostenible i lliure de carboni per a l'any 2025.

Una comunitat que crea locals, sostenible i respectuosos amb el medi ambient, solucions al creixement i nous negocis. Una comunitat que mostra al món com una petita illa pot prendre importants passos per a fer front als desafiaments globals urgents tals com l'escassetat de recursos i l'efecte hivernacle.

La vida urbana a Bornholm atreu pensadors, fabricants i investigadors i els ofereix una zona de “joc” per a la creativitat. Volen convertir una zona marginal de Dinamarca en un actiu: una illa plena d'iniciatives verdes, projectes i empreses. Bornholm ha triat una nova direcció audaç i seguiran convertint obstacles en oportunitats i per desenvolupar noves solucions per complir amb els principals desafiaments.

“Bright Green Island” és la visió d'una societat sostenible i lliure de carboni 100 per cent per a l'any 2025. Una societat que crea solucions locals sostenibles i respectuoses del medi ambient, i el creixement de nous negocis. Bornholm, amb els seus 40.000 habitants i el seu concepte com a illa es converteix en la prova natural per a projectes de desenvolupament d'energia específiques.

La singularitat de Bornholm es basa en la dedicació local cap a les solucions innovadores que ha creat un sistema d'energia tancada i equilibrada - una xarxa intel·ligent. La ubicació Bàltica de Bornholm aïllada de la resta i de la xarxa de l'electricitat i la calefacció de subministrament de Dinamarca fa que sigui un lloc ideal per provar noves tecnologies. El desenvolupament de l'energia eòlica i panells solars, per exemple, es té que adaptar d'una manera òptima perquè l'energia d'aquestes fonts s'utilitza al màxim. Bornholm és seu d'una sèrie de projectes de desenvolupament i demostració amb cotxes elèctrics, panells solars, l'energia eficient de la construcció, i el desenvolupament d'un sistema elèctric intel·ligent.



THIS IS HOW WE MAKE IT HAPPEN

Figura 1.20: àmbits d'actuació. Font: Bronholms Forsyning S.A.

En els últims anys, els centres de negoci de Bornholm ha aconseguit atreure empreses internacionals a l'illa. Venen aquí per veure les turbines de vent, experiments en energies verdes, automòbils amb energia elèctrica, plantes de biogàs, energia de les cases i districtes eficients amb calefacció.

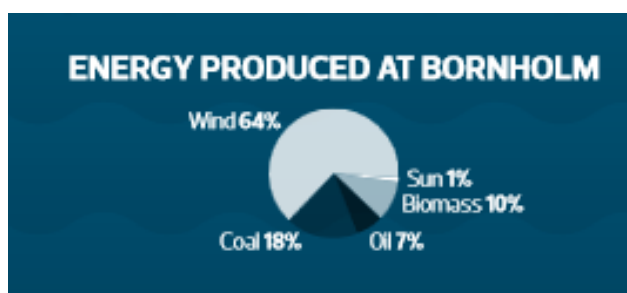


Figura 1.21: Energia produïda a l'illa de Bronholm segons font de generació

L'ús de l'energia renovable es crucial en els esforços per eliminar l'ús de combustibles fòssils. Bornholm està treballant amb aquesta realització en diverses maneres: El vent és una font important d'energia a Bornholm ,en l'actualitat l'energia eòlica reuneix el 64% de la potència que l'illa necessita. Es planeja que la producció d'energia elèctrica generada pel vent augmenti en els propers anys. El sistema de calefacció a distància basat en palla i estelles de fusta és també crucial per a l'evolució verda de l'illa i l'última però no menys important, és la forma en què els diversos tipus de residus són eliminats.

La calefacció urbana

Gran part de l'energia utilitzada a Dinamarca s'utilitza a les cases i edificis per la calefacció. Les típiques fonts d'energia són el carbó i el petroli, però a Bornholm altres solucions s'utilitzen per proporcionar accés a calor.

Bornholms Forsyning S.A és una empresa municipal que produeix la calefacció urbana de carboni neutral basat en palla i estelles de fusta i materials de construcció que escalfen al voltant 2.500 llars.

Bornholms Forsyning produeix calor a base de palla a la planta de Klemensker i té encarregar una planta recent establerta d'estelles a Aakirkeby . L'última instal·lació genera aproximadament 23.000 MWh/any, proporcionant calor a al voltant de 1.300 llars. Això equival a la reducció d'emissions de carboni en 6400 tones a l'any. Una nova planta de calefacció a base de palla s'estableix a Østerlars al 2011 i 2012 i és un les poques plantes a Dinamarca capaç utilitzar la condensació de gasos de combustió per optimitzar la utilització del combustible. Les plantes utilitzen combustibles locals com l'única font de energia. La palla és subministrada pels agricultors locals i les estelles de fusta són sobrants de serradores de producció i dels arbres talats com a part dels plans generals de conservació de boscos. Els agricultors de Bornholm utilitzen el únic producte residual d'aquest procés, les cendres, com fertilitzant tancant així el cicle.

Gestió de residus

Bofa, és l'empresa encarregada de la gestió de residus locals de Bornholm, molt implicada en el desenvolupament i innovació mediambiental. La incineració de residus a Bofa subministra calor a la majoria de Rønne, i aquesta calor és gairebé lliure d'emissions de carboni. D'acord amb el director general de BofA, "el fum emes pel procés és tan net que podia fer salsitxes a la graella a la part superior dels 75 metres d'altura de la xemeneia durant el procés d'incineració". Bofa participa intensament en proporcionar informació sobre un medi ambient sostenible i ha convertit una antiga torre d'aigua en un centre d'informació ultramoderna sobre els residus i el medi ambient per estimular l'entusiasme dels escolars de l'illa i molts altres. Realitza classes, visites guiades i conferències a la "Waste Info tower ", a través d'una experiència digital interactiva utilitzant els codis QR i altres tecnologies.

BIOKRAFT

Planta de biogàs més gran de Bornholm, BOKRAFT, genera l'electricitat, calor i fertilitzants (Principalment purins) a partir de biomassa. La planta també està involucrada en un projecte pioner per establir una planta de bioetanol de segona generació a l'illa.

Al 2014, Bornholm inaugura una nova atracció verda a nivell mundial: "Green solution house". Aquest centre de conferències i coneixement està construït prop de la platja a les afores de Rønne.

El centre de 4500 m² serà un de les primeres construccions a Europa que es basen en el disseny del cicle de vida. Això significa que, en la mesura del possible, tots els materials de construcció seran reutilitzables o biodegradables. Solution Green House es desenvoluparà

coincidint amb l'aparició de nous conceptes i materials de construcció. L'edifici tindrà per dinàmica demostrar que es millora contínuament amb mires i que cada vegada pot ser més saludable i respectuós amb el medi ambient.

En un moment donat, ser un aparador de l'estat de tècniques per les últimes possibilitats en el camp de la construcció sostenible. Solution Green House es basarà d'acord amb un concepte eco-turisme, que al seu torn es basa en el principi de sostenibilitat en termes de salut, els factors socials de l'entorn i l'impacte mediambiental. La cuina usarà productes orgànics locals i l'àrea adel voltant proporcionarà oportunitats per a la relaxació i la reflexió.

També hi ha altres illes representatives amb experiències prèvies com són l'**Illa de Samsø**, l'**Illa de Creta**, l'**Illa de Corfu** i l'**Illa de Chipre**. Les illes de Creta (Grècia), i Samsø (Dinamarca), així com la del Hierro estan a primera línia d'energies renovables i integren el projecte INRES, que té com a objectiu millorar la cooperació entre les tres regions insulars europees. Així mateix aquestes illes les podeu trobar breument explicades en els estudis previs de *“Anàlisi de l'energia solar tèrmica i fotovoltaica a Menorca, indústria i turisme”* (CAD, 2015) i *“Un nou present, un millor futur. Demanda real i potencialitat de les energies renovables a Menorca.”* (BioErs, 2015)

1.4 Marc legal

La comunitat científica identifica l'augment de les temperatures mitjanes, la reducció de les precipitacions, l'increment de les sequeres, l'augment del risc d'incendis i la pèrdua de potencial agrícola i forestal com els principals efectes, entre d'altres, derivats del canvi climàtic.

La regió mediterrània es considera una de les àrees més vulnerables d'Europa en front del canvi climàtic. A nivell internacional, el Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic, aprovat l'any 1992 a Rio de Janeiro, i ratificat per l'estat Espanyol, constitueix el marc dels esforços mundials per combatre l'escalfament global. L'objectiu del Conveni és l'estabilització de les concentracions de gasos d'efecte hivernacle a un nivell que eviti interferències antropogèniques perilloses en el sistema climàtic. Des que va entrar en vigor l'any 1994, els països que han ratificat, acceptat o aprovat el tractat o s'hi han adherit es reuneixen anualment en la Conferència de les parts (COP *Conference of the Parties*).

L'any 1997 es va celebrar a Kyoto la tercera Cimera del Clima de la qual en va sorgir el Protocol de Kyoto. La ratificació del Protocol de Kyoto per part d'Espanya l'any 2002 va significar assumir el compromís de limitar les emissions a un creixement del 15% respecte de l'any 1990 per al període 2008-2012. L'any 2012, a la COP 18 celebrada a Doha, es va acordar prorrogar en un segon període el compliment del Protocol de Kyoto (2013-2020) i es va seguir treballant en l'objectiu d'assolir un gran acord global del clima l'any 2015 que ha d'entrar en vigor l'any 2020, acord en el que s'ha seguit treballant en la COP 19 celebrada el 2013 a Varsòvia.

La Unió Europea, signatària també del protocol de Kyoto, ha establert recentment els seus objectius per l'horitzó 2030 en matèria de clima i energia. Es destaquen aquí els dos primers:

1. Un objectiu vinculant de reducció del 40% de les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle per sota del nivell de 1990.
2. Un objectiu vinculant en matèria d'energies renovables a nivell de la UE d'assolir com a mínim el 27 % d'energies renovables el 2030.

La Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2007-2012-2020, aprovada l'any 2007, determina que les Comunitats Autònomes són clau per a posar en marxa mesures per a la reducció de les emissions a través d'estratègies autonòmiques, ja que moltes de les mesures a dur a terme corresponen a l'àmbit competencial autonòmic.

L'any 2005 es va aprovar la primera Estratègia Balear de Lluita contra el Canvi Climàtic i l'any 2008 el Pla d'acció per a la Lluita contra el Canvi Climàtic 2008-2012, un dels objectius del qual és el foment de les energies renovables que, no només són inesgotables, sinó que eviten l'emissió de CO₂ i d'altres gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera.

Actualment s'està treballant en l'elaboració d'una nova Estratègia Balear contra el Canvi Climàtic. En l'àmbit energètic, la Comunitat Autònoma de les Illes Balears disposa del Pla Director Sectorial Energètic de les Illes Balears 2005-2015 (PDSEIB), aprovat l'any 2001 i revisat l'any 2005, que incorpora canvis molt significatius en el model de producció energètica de les Illes que afavoreixen la reducció d'emissions.

El PDSEIB preveu el desenvolupament del Pla d'Impuls a les Energies Renovables de les Illes Balears (PIER), el qual estableix l'objectiu de triplicar la participació de les energies renovables en el balanç energètic de les Illes Balears en l'horitzó temporal de 2015. Tot i això, **el Pla no conté directrius pel que fa a la localització i/o característiques de les instal·lacions destinades a la producció d'energies renovables.**

El document Energies renovables i eficiència energètica a les Illes Balears: estratègies i línies d'actuació (2013) constitueix l'estratègia més recent del Govern de les Illes Balears pel que fa a les energies renovables i l'eficiència energètica. En aquest document s'exposa que les energies renovables suposen només un 3'5% de la potència total del **sistema elèctric** de les Illes Balears (recordem que l'objectiu per a la Unió Europea és **del 27% per al 2030**) i identifica un seguit de factors que condicionen o limiten un major desenvolupament d'aquest tipus d'energia a les Illes. Un d'ells és la falta de planificació territorial específica per a les instal·lacions d'energies renovables, per la qual cosa s'estableix que és necessària la Modificació del PDSEIB en relació amb les energies renovables per definir les zones del territori balear que es considerin aptes per al desenvolupament de l'energia eòlica i la fotovoltaica.

L'objectiu últim de la Modificació del PDSEIB relativa a l'ordenació territorial de les energies renovables és incrementar la producció d'energia elèctrica procedent de fonts renovables a les Illes Balears per tal de complir amb les previsions autonòmiques, estatals i europees pel que fa

a energies renovables i de reducció d'emissions de CO₂ contribuint, així, a la mitigació del canvi climàtic.

Conèixer l'aptitud del territori i planificar les noves instal·lacions tenint en compte la zonificació d'aquesta aptitud permetrà que aquest impuls de les energies renovables es pugui dur a terme de forma compatible amb la preservació dels valors ambientals i paisatgístics del territori.

1.4.1 Marc jurídic actual.

1.4.1.1 Normativa i planificació territorial:

- Llei 6/1999 de 3 d'abril de les Directrius d'Ordenació Territorial de les Illes Balears i de mesures tributàries.
- Llei 14/2000 de 21 de desembre, d'Ordenació Territorial.
- Llei 10/2003, de 22 de desembre de mesures tributàries i administratives.
- Acords d'aprovació dels Plans territorials insulars, Norma territorial Transitòria en el cas de Menorca i les seves modificacions i de les Normes Subsidiàries de planejament de Formentera (2003 -2014).
- Decrets d'aprovació dels plans sectorials vigents

1.4.1.2 Àmbit energètic

- Decret 58/2001, de 6 d'abril, d'aprovació del Pla director sectorial energètic de les Illes Balears.
- Decret 96/2005, de 23 de setembre, d'aprovació definitiva de la revisió del Pla director sectorial energètic de les Illes Balears.

Sector elèctric. Normativa autonòmica:

- Decret 99/1997, d'11 de juliol, pel qual es regula el procediment administratiu aplicable a la tramitació de les instal·lacions elèctriques de la Comunitat Autònoma de les Illes Balears.
- Ordre del Conseller d'Innovació i Energia, de 14 d'octubre de 2002, per la qual es despleguen determinats aspectes relatius als subministraments i a la distribució d'energia elèctrica en sòl rústic.
- Decret 36/2003, d'11 d'abril, pel qual es modifica el Decret 99/1997, d'11 de juliol, pel qual es regula el procediment administratiu aplicable en la tramitació de les instal·lacions elèctriques de la comunitat autònoma de les Illes Balears.

- Resolució del director general d'Energia en la qual es fixen els criteris que determinen la xarxa de transport elèctric a la comunitat autònoma de les Illes Balears. 2005.
- Resolució de 14 de desembre de 2009 de la directora general d'Energia, per la qual s'aprova a l'empresa Endesa Distribución Eléctrica, SLU el procediment per a la connexió de productors en règim especial a les Illes Balears.
- Resolució de la consellera de Comerç, Indústria i Energia, per la que s'ordena la publicació de la Circular de la directora general d'Energia, de 5 de gener de 2010, per la qual s'estableixen criteris per a la tramitació de la inscripció al registre de producció d'energia elèctrica en règim especial de les instal·lacions fotovoltaïques de potència no superior a 100 kW, connectades en baixa tensió, respecte a la seva exclusió del règim d'Autorització administrativa prèvia.

Sector elèctric. Normativa estatal:

- Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1747/2003, de 19 de diciembre, por el que se regulan los sistemas eléctricos insulares y extrapeninsulares
- ORDEN ITC/1673/2007, de 6 de junio, por la que se aprueba el programa sobre condiciones de aplicación de aportación de potencia al sistema eléctrico de determinados productores y consumidores asociados que contribuyan a garantizar la seguridad de suministro eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

Règim especial. Normativa estatal:

- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

- Orden ITC/1559/2010, de 11 de junio, por la que se regulan diferentes aspectos de la normativa de los sistemas eléctricos insulares y extrapeninsulares.
- Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica.

1.4.1.3 Àmbit impactes ambiental

Finalment, en l'àmbit de l'avaluació d'impacte ambiental de projectes i de l'avaluació ambiental estratègica de la pròpia Modificació, el marc normatiu aplicable el constitueixen els textos següents:

Normativa autonòmica:

- Llei 11/2006 de 14 de setembre, d'avaluacions d'impacte ambiental i avaluacions ambientals estratègiques a les Illes Balears.
- Decret Llei 3/2009 de 29 de maig de mesures ambientals per impulsar les inversions i l'activitat econòmica a les Illes Balears.
- Llei 6/2009 de 17 de novembre, de mesures ambientals per impulsar les inversions i l'activitat econòmica a les Illes Balears
- Decret Llei 7/2012, de 15 de juny de mesures urgents per a l'activació econòmica en matèria d'indústria i energia, i altres activitats.
- Llei 13/2012, de 20 de novembre, de mesures urgents per a l'activació econòmica en matèria d'indústria i energia, noves tecnologies, residus, aigües, altres activitats i mesures tributàries.

En l'àmbit estatal:

- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

1.4.1.4 Objectius i abast de la modificació del PDSEIB

Objectius

Els objectius de la present Modificació del Pla Director Sectorial Energètic de les Illes Balears

2005-2015 (PDSEIB) són els següents:

1. Analitzar les variables socioeconòmiques, energètiques, territorials, ambientals i normatives implicades en l'ordenació de les energies renovables a les Illes Balears.
2. Zonificar el territori insular en funció de la seva aptitud per acollir les instal·lacions d'energia eòlica terrestre o fotovoltaica.
3. Disposar d'una planificació territorial que reguli l'aptitud del territori per a acollir instal·lacions d'energies eòlica terrestre i solar fotovoltaica i d'una normativa d'acord

amb aquesta aptitud que estableixi els requeriments i condicionants per a la implantació d'aquestes instal·lacions en les diferents zones establertes.

4. Facilitar l'increment de la producció d'energia elèctrica procedent de fonts renovables a les Illes Balears per tal de complir amb les previsions autonòmiques, estatals i europees pel que fa a energies renovables i de reducció d'emissions de CO₂ contribuint, així, a la mitigació del canvi climàtic.

Abast:

L'abast territorial de la Modificació del PDSEIB és la totalitat del territori de les Illes Balears: Mallorca, Menorca, Eivissa i Formentera.

La Modificació del PDSEIB té per objecte l'ordenació territorial de les instal·lacions d'energia eòlica terrestre i solar fotovoltaica. S'estableix, no obstant, que les determinacions referides a les instal·lacions fotovoltaiques seran aplicables a altres instal·lacions d'aprofitament directe de l'energia solar com poden ser les instal·lacions solars tèrmiques, termosolars o híbrides, destinades al proveïment d'aigua calenta i/o a la producció d'electricitat.

1.4.1.4.1 Regulació de la modificació del PDSEIB

La Normativa recull la regulació establerta per a cada zona i per a cada tipus d'instal·lació.

Els principals trets a destacar de la regulació establerta són els següents:

Instal·lacions fotovoltaiques:

- Les instal·lacions més petites (de tipus A: menys de 0'3 ha i potència no superior a 100 kW) tenen la consideració d'ús admès en les zones d'aptitud alta i mitjana en sòl rústic i es permet el seu desenvolupament amb les mesures establertes en el propi articulat i en Annex normatiu per a la prevenció o reducció o dels probables efectes negatius significatius i les limitacions establertes per la normativa sectorial d'aplicació. Per a les instal·lacions de tipus A majors de 10 kW s'estableix una separació mínima de 300 m respecte a qualsevol altra instal·lació fotovoltaica sobre el terreny existent o en tramitació de més de 10 kW.

- La resta d'instal·lacions més grans i de major potència (tipus B, C i D) en les zones d'aptitud alta i mitjana en sòl rústic queden condicionades a l'obtenció de la declaració d'interès general o d'utilitat pública d'acord amb els procediments establerts per a cada cas i d'acord amb les mesures establertes en Annex normatiu per a la prevenció o reducció o dels probables efectes negatius significatius i les limitacions establertes per la normativa sectorial d'aplicació. La Modificació estableix que en els programes d'ajudes i de subvencions públiques per al foment de les energies renovables a les Illes Balears, les instal·lacions fotovoltaiques a ubicar en zones d'aptitud alta tindran la consideració de prioritàries.

- En les zones d'aptitud baixa en sòl rústic, el desenvolupament de qualsevol tipus d'instal·lació fotovoltaica sobre el terreny queda condicionat a l'obtenció de la declaració d'interès general o d'utilitat pública d'acord amb els procediments establerts per a cada cas i d'acord amb les mesures establertes en Annex normatiu per a la prevenció o reducció o dels probables efectes negatius significatius i les limitacions establertes per la normativa sectorial d'aplicació. En el

cas de les instal·lacions de tipus D s'estableix que s'han de tramitar en qualsevol cas per via de la declaració d'interès general.

- El desenvolupament d'instal·lacions fotovoltaïques en les zones d'aptitud mínima o d'exclusió queda restringit exclusivament a la possible implantació en espais degradats (espais denudats, pedreres abandonades, abocadors a restaurar i els espais no agrícoles ja transformats per activitats antròpiques en desús o en terrenys de baixa productivitat agrícola) sempre i quan no ho impedeixin els instruments d'ordenació vigents en aquests espais i d'acord amb la normativa sectorial d'aplicació. En aquest sentit, la Modificació del PDSEIB no introdueix cap possibilitat d'implantar instal·lacions d'aquest tipus més enllà del que estableixin els instruments d'ordenació vigents i, en tot cas, en restringeix la seva implantació en els àmbits esmentats que ja han patit un procés de degradació del territori. En aquestes zones El desenvolupament de instal·lacions queda condicionat a l'obtenció de la declaració d'interès general o d'utilitat pública d'acord amb els procediments establerts per a cada cas. Les instal·lacions de tipus D s'han de tramitar en qualsevol cas per via de la declaració d'interès general.

- En qualsevol zona d'aptitud s'estableix que les instal·lacions de tipus D se situaran o bé en espais degradats (espais denudats, pedreres abandonades, abocadors a restaurar i els espais no agrícoles ja transformats per activitats antròpiques en desús o en terrenys de baixa productivitat agrícola) o bé integrats de forma efectiva amb l'activitat agrària, d'acord amb el que estableix la legislació agrària vigent.

- S'estableixen determinacions per al foment i la implantació de les instal·lacions fotovoltaïques sobre coberta o integrades en les edificacions en el planejament urbanístic així com la seva periodització en els programes d'ajudes i subvencions.

Instal·lacions eòliques

En les zones d'aptitud alta i mitjana en sòl rústic:

- Les instal·lacions eòliques de tipus A (menors o igual a 10 kW) tenen la consideració d'ús admès, i es permet el seu desenvolupament amb els condicionants o mesures generals i específics establerts en Annex normatiu per reduir els probables efectes negatius significatius i les limitacions establertes per la normativa sectorial d'aplicació.

- El desenvolupament de les instal·lacions eòliques de tipus B (potència total entre 10 i 100 kW i no més de 2 aerogeneradors) queda condicionat a les determinacions que s'estableixin als instruments de planejament municipal, així com als Plans Territorials Insulars. En absència d'aquestes determinacions, el seu desenvolupament queda condicionat a l'obtenció de la declaració d'interès general o d'utilitat pública d'acord amb els procediments establerts per a cada cas, i d'acord amb les mesures establertes en Annex normatiu per a la prevenció o reducció o dels probables efectes negatius significatius i les limitacions establertes per la normativa sectorial d'aplicació.

- El desenvolupament de les instal·lacions eòliques majors (de tipus C i D) queda condicionat a l'obtenció de la declaració d'interès general o d'utilitat pública d'acord amb els procediments

establerts per a cada cas i d'acord amb les mesures establertes en Annex Normatiu per a la prevenció o reducció o dels probables efectes negatius significatius i les limitacions establertes per la normativa sectorial d'aplicació.

- S'estableix la prioritat de les instal·lacions a ubicar en les zones d'aptitud alta en els programes d'ajudes i subvencions.

En les zones d'aptitud baixa en sòl rústic:

- Les instal·lacions de tipus A tenen la mateixa regulació que en les zones d'aptitud alta i mitjana.

- Per a les instal·lacions de tipus B, al tractar-se de zones de major sensibilitat ambiental i territorial, s'aplica el mateix tractament que per a les instal·lacions més grans (C i D) en les zones d'aptitud alta i mitjana.

En les zones d'aptitud mínima o d'exclusió en sòl rústic:

- En aquest cas, la normativa remet directament al que estableixin els instruments i normativa d'ordenació territorial, sectorial i urbanística vigents en aquests espais. Així, la Modificació del

PDSEIB no introdueix cap possibilitat d'implantar instal·lacions d'aquest tipus més enllà del que estableixin els instruments d'ordenació vigents. En aquestes zones el desenvolupament de instal·lacions queda condicionat a l'obtenció de la declaració d'interès general o d'utilitat pública d'acord amb els procediments establerts per a cada cas. **Les instal·lacions de tipus D s'han de tramitar en qualsevol cas per via de la declaració d'interès general.**

- En les zones d'aptitud mínima que no són espais naturals protegits o àrees de protecció ambiental establertes pels PTI sinó que s'han definit com a tals per ser zones a una distància igual o inferior a 1 km a assentaments i nuclis urbans o àrees de transició establertes pels PTI, es permet la implantació de les instal·lacions més petites (de tipus A) i es consideren ús admès amb els condicionants o mesures establerts en Annex normatiu per reduir els impactes i les limitacions establertes per la normativa sectorial d'aplicació.

En aquestes zones també s'admet la implantació de les instal·lacions eòliques de tipus B si bé condicionades a les determinacions que s'estableixin als instruments de planejament municipal o, en absència d'aquestes determinacions, a l'obtenció de la declaració d'interès general o d'utilitat pública d'acord amb els procediments establerts per a cada cas, amb els condicionants o mesures establerts en Annex normatiu per reduir els probables efectes negatius significatius i les limitacions establertes per la normativa sectorial d'aplicació. El desenvolupament de les instal·lacions eòliques de tipus C i D es pot autoritzar excepcionalment en la franja entre 500 m i 1 km dels assentaments i nuclis urbans sempre condicionat a la realització d'un estudi específic que avaluï que no es produeix una afecció significativa a la població propera en termes de soroll, ombres o d'altres variables ambientals. Les instal·lacions eòliques de tipus C i D no s'admeten a una distància inferior als 500 m a l'entorn dels assentaments i nuclis urbans.

- S'estableix en la normativa que les administracions públiques procuraran fomentar i permetre les instal·lacions microeòliques en els espais urbans que per les seves característiques presentin una menor dificultat d'integració, així com en les construccions dedicades a dotacions, sistemes generals i equipament i les vinculades a activitats turístiques, industrials i comercials en sòl rústic.
- Finalment, es delimita l'àmbit del arc eòlic des Milà el qual és considerat zona apta per a la futura millora o ampliació de la instal·lació existent.

2 Justificació

El sistema energètic global es basa en l'ús de tecnologies no renovables. Això genera uns grans impactes sobre el medi ambient per als quals el sistema no preveu cap solució. La crema de combustibles fòssils i la fissió nuclear són les bases del sistema de producció energètic actual. En ambdós casos la font d'energia és un recurs finit, del que a la terra n'hi ha un estoc concret i es consumeix a una velocitat molt més elevada de la que es restitueix.

Pel que fa als impactes, la crema de combustibles fòssils provoca una gran quantitat d'emissions de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera que té efectes globals tan greus com l'acidificació dels oceans o el canvi climàtic amb les seves conseqüències com l'augment de les temperatures mitjanes, la reducció de les precipitacions, l'increment de les sequeres, l'augment del risc d'incendis i la pèrdua de potencial agrícola i forestal.

Per altra banda el major problema de l'energia nuclear és l'acumulació dels residus del combustible usat que són altament perillosos. No s'ha trobat cap tipus de tractament que, en redueixi la perillositat fins a nivells acceptables o que en permeti la reutilització. Simplement s'emmagatzemen en instal·lacions dissenyades a consciència perquè vagin perdent l'energia radiant fins que, amb el pas dels segles, deixin de ser radioactius.

És un model en el qual es solucionen els problemes actuals sense parar-se a pensar en els problemes que això generarà en un futur. És evident, per tant, que és necessari evolucionar cap a un model de producció energètica que minimitzi els impactes generats sobre el medi ambient i que generi tota l'energia que necessitem a partir de fonts renovables, per no comprometre la sostenibilitat futura del sistema energètic ni del medi ambient.

La necessitat d'aquest canvi és el que ha motivat la idea del present projecte, el qual pretén demostrar que és possible l'autosuficiència energètica pel que fa a consum elèctric mitjançant energies renovables, ja sigui amb el consum desmesurat actual o en un escenari hipotètic on es prenguéss més consciència i es minimitzés el consum.

Menorca és una illa amb un alt potencial per a les energies eòlica i solar i malgrat tot un 95,4% de l'energia que es consumeix es produeix mitjançant fonts no renovables. Un 83,3% de l'energia que es consumeix es produeix a la central tèrmica de Maó consumint combustibles fòssils. I un altre 12,1% d'energia produïda de forma no renovable s'importa de Mallorca. Aquest fet va generar l'any 2013 unes emissions de 368.740 tones de CO₂ (Obsam, 2015). Emissions que serien estalviables almenys en part si el mix elèctric menorquí fos si no completament almenys més renovable.

L'elecció d'Es Migjorn com a zona d'estudi ve motivada pel fet que és un territori plural ja que s'hi troba una zona turística una zona residencial i una zona industrial, tot, a petita escala de manera que permet fer-ne un estudi pilot que pot servir d'experiència prèvia a l'hora de fer un estudi d'un municipi més poblat i amb més activitat industrial, comercial i turística. És molt possible que l'alta densitat de consum elèctric a les grans ciutats sigui un problema alhora de caminar cap a un futur en el qual tota l'energia es produeixi de manera renovable. És per això que, tenint en compte que ja és possible l'autosuficiència elèctrica en nuclis rurals petits com Na Forada, s'ha cregut oportú avaluar la capacitat d'autosuficiència primer en un nucli una mica més gran i comprovar-ne la viabilitat abans de saltar cap a una ciutat, un sistema molt més complex.

El fet que sigui una zona d'estudi relativament petita va en la línia d'assolir un mercat energètic descentralitzat que s'adapti als punts forts i febles de cada territori per tal de generar l'energia on es consumeix. Aquesta idea parteix de la voluntat de generar els impactes associats a la producció energètica de forma coherent amb les capacitats del territori i amb la distribució espacial del consum.

Degut a la impossibilitat d'abarcant tots els vectors energètics del sistema, s'ha optat per centrar l'estudi sobre el vector energia elèctrica per tal limitar els fronts d'estudi i poder aprofundir més en cadascun d'ells. Aquesta elecció es fruit de que és un dels vectors que mou més energia sobre el qual es pot tenir una incidència significativa fent instal·lacions comunitàries. Únicament es tractaran altres vectors energètics a les propostes de millora però només de manera qualitativa com a mesures d'ecoeficiència.

No es realitzarà una avaluació exhaustiva dels impactes generats per les instal·lacions proposades per diverses raons, per una banda per el temps i la dedicació que suposa un estudi d'aquestes característiques, ja que un estudi d'impacte ambiental ben fet podria ser, en extensió i esforç necessari, per si sol un projecte de final de carrera. Per altra banda hi ha la qüestió de la necessitat del canvi de model energètic que, malgrat els impactes que es generin, és indispensable per a la sostenibilitat. A més la voluntat d'aquest projecte és demostrar que és possible l'autosuficiència energètica en sistemes urbans de mida mitjana. El fet que arribar a aconseguir-la suposa un impacte ambiental i econòmic important és evident, però val la pena preguntar-se si els impactes econòmico-ambientals no queden compensats pels impactes positius de la reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle i de la fi de l'acumulació de residus radioactius en magatzems especialitzats.

3 Objectius

3.1 Objectius generals

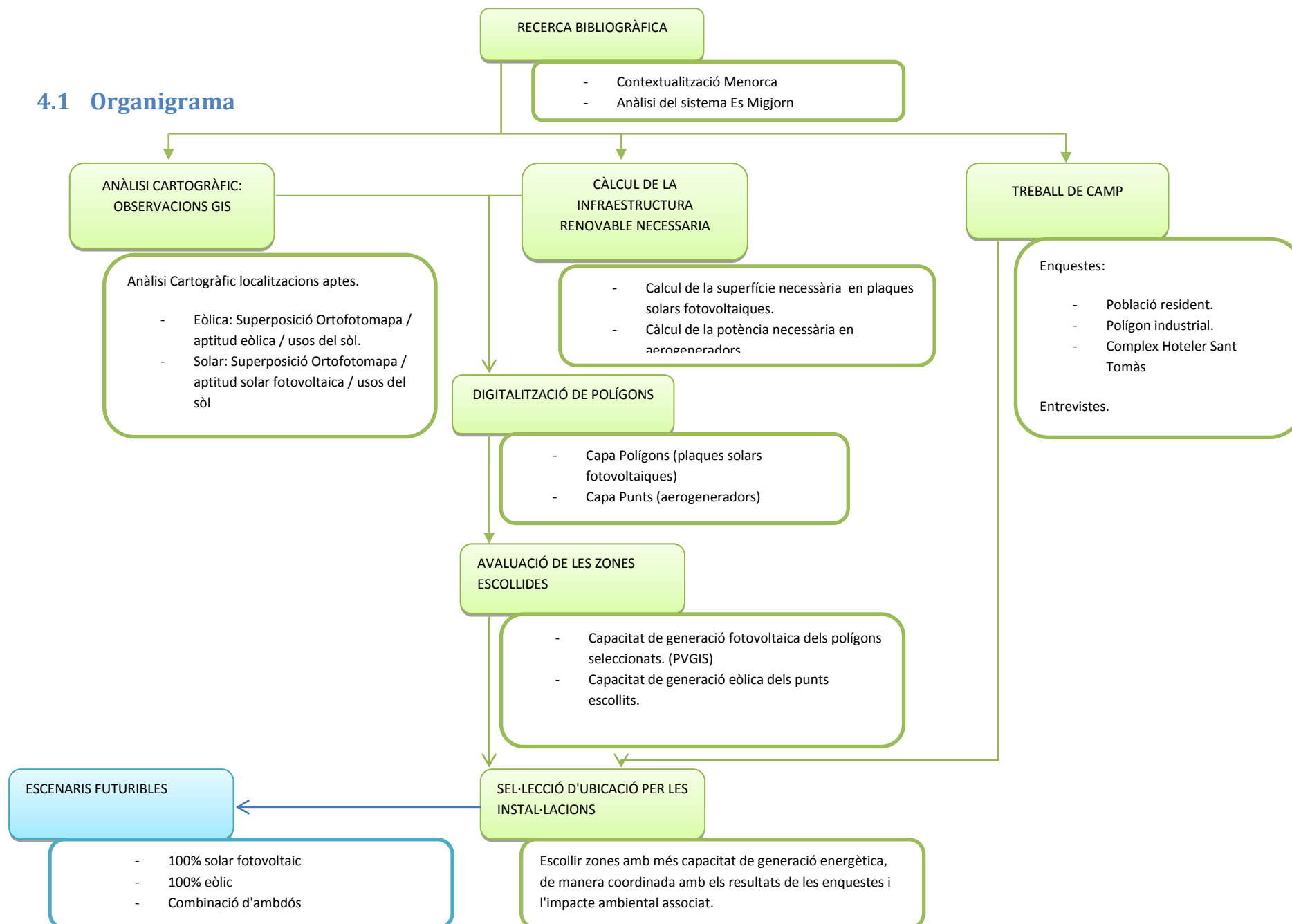
- Avaluar la viabilitat de l'autosuficiència energètica pel que fa a electricitat en l'actual model de consum d'Es Migjorn.
- Avaluar el grau de conscienciació, acceptació i coneixença de les energies renovables dels habitants del municipi.

3.2 Objectius específics

- Estudiar els fluxos energètics del municipi i identificar-ne els orígens per tal de marcar una quantitat d'energia com a objectiu de generació d'energia mitjançant fonts renovables.
- Calcular la superfície necessària per abastir el municipi tan sols amb plaques solars
- Calcular la potència necessària a instal·lar en aerogeneradors per abastir el municipi tan sols amb energia eòlica.
- Avaluar l'adequació d'un escenari de combinació de les dues tecnologies renovables.
- Avaluar quin dels escenaris renovables s'adequa més a la dinàmica de consum d'Es Migjorn.
- Avaluar quins serien els millors emplaçaments del municipi per a fer instal·lacions renovables.
- Avaluar les emissions de CO₂ estalviades mitjançant aquest nou model de producció energètica.
- Avaluar la disposició de residents, empreses del sector turístic i empreses del sector industrial en vers l'objectiu de fer d'Es Migjorn un sistema autosuficient pel que fa a electricitat.
- Avaluar la disposició de la població i les empreses del municipi a realitzar una instal·lació renovable en la seva propietat.
- A partir de la sostenibilitat o insostenibilitat del consum anual d'un municipi discutir, a nivell energètic, la viabilitat ambiental del model econòmic actual de les Illes Balears basat en el turisme.
- En cas de no poder satisfer les necessitats energètiques del municipi en el model econòmic actual, Avaluar la possibilitat de satisfer les necessitats energètiques tan sols de la població de dret.

4 Metodologia

4.1 Organigrama



El present projecte s'estructura amb dues parts clarament diferenciades. la primera és una part bibliogràfica centrada en quantificar el consum d'energia elèctrica al municipi d'Es Migjorn, i una segona part centrada en l'estudi de la capacitat d'autosuficiència pel que fa electricitat mitjançant fonts renovables al mateix municipi.

En base a les dades obtingudes de l'OBSAM sobre els fluxos energètics de Menorca, i de la seva procedència, combinades amb valors reals de consum d'Es Migjorn, es pot extrapolar la procedència de l'energia consumida al municipi. Es tindran en compte estudis de generació d'energia en Hotels i en nuclis rurals (BioErs, 2015) i en nuclis turístics (CAD, consultoria ambiental, 2015).

Es calcularà la infraestructura de generació d'electricitat amb energies renovables necessària per abastir el territori mitjançant les dues tecnologies més potencials a l'illa: l'energia solar fotovoltaica i l'energia eòlica (BioErs, 2015).

Es realitzarà un estudi cartogràfic de viabilitat i adequació de les dues tecnologies de generació d'energia renovable amb la finalitat de determinar localitzacions aptes per a noves instal·lacions renovables i seleccionar les òptimes

4.1 Anàlisi cartogràfic de localitzacions aptes per a noves instal·lacions renovables de producció d'electricitat (SIG)

S'utilitzaran sistemes d'informació geogràfica (SIG) per tal de delimitar les zones on, per temes de legislació i viabilitat, sigui possible la instal·lació d'un parc fotovoltaic o eòlic. A partir de les bases de dades de diferents visors cartogràfics: IDE (infraestructures de dades especials) Menorca i MUIB (mapa urbanístic de les Illes Balears)

Aquesta tasca es durà a terme mitjançant la superposició de diferents capes sobre diferents capes d'Es migjorn. S'utilitzarà un ortofotomapa, el mapa urbanístic de les illes balears i un mapa de relleu com a capes base. Les capes clau seran les relatives a ordenació del territori (usos del sol, IDE) i les capes d'aptitud solar fotovoltaica i aptitud eòlica que s'expliquen detalladament en l'Annex 1.

Mitjançant la superposició d'aquestes capes s'avaluarà si hi ha zones viables, delimitar-les i avaluar quines són les més adequades per a instal·lar aerogeneradors i/o plaques solars fotovoltaïques.

Visualitzador IDE Menorca

L'IDE o Infraestructura de Dades Espacials és un portal desenvolupat per Silme S.A. amb la col·laboració del diferents ajuntaments de Menorca i en xarxa amb l'IDEIB (Infraestructura de Dades Espacials de les Illes Balears).

Està dedicat a facilitar l'accés a l'ús de la cartografia i la informació territorial de Menorca. Així mateix inclou una visualitzador cartogràfic, l'eina emprada que conté les capes

anteriorment esmentades i que permet la seva superposició i comparativa sobre varies capes de referència. En el cas d'aquest estudi s'han utilitzat com a bases de referència el mapa de relleu i l'ortofotomapa de l'any 2012, el més recent que està disponible.



Figura 4.1: Visualitzador IDE Menorca. Font: <http://ide.cime.es/visoride/>

Metodologia per la zonificació d'aptituds.

La metodologia adoptada per a la diagnosi de l'aptitud del territori es concreta en l'aplicació d'una anàlisi i avaluació multicriteri mitjançant la utilització d'un sistema d'Informació Geogràfica (SIG).

L'anàlisi multicriteri serveix per a estructurar i resoldre de forma coneguda i controlada problemes de decisió i de planificació que impliquen múltiples criteris de decisió, amb la finalitat d'ajudar a prendre una decisió raonada.

L'anàlisi multicriteri pot servir tant per a prendre una decisió entre un conjunt d'alternatives conegudes, tenint en compte les preferències del decisor, com per maximitzar una funció que satisfaci l'objectiu de la decisió. En tots dos casos intervenen múltiples criteris, ja sigui per avaluar les diferents alternatives o bé per a formular la funció com a combinació dels criteris. Aquesta segona aplicació és la que ens ocupa.

La metodologia d'anàlisi multicriteri permet definir i estructurar el problema gràcies a especificar quins són els criteris considerats rellevants, quina valoració s'atorga a cada valor de cada criteri, quin pes relatiu a cada criteri i quina és la regla de decisió emprada. Al llarg del procés s'estableixen variables, puntuacions, pesos i regles de càlcul o de selecció de forma

raonada i controlada, de manera que, tot i comportar inevitablement subjectivitat, es coneix quin ha estat el procés per arribar a una determinada solució o decisió.

A l'Annex 1: Explicació de criteris, factors i restriccions dels mapes d'aptitud es detallen els criteris, la regla de decisió i la ponderació que s'ha adoptat per a la modelització de l'aptitud del territori per a la implantació d'instal·lacions d'energia eòlica terrestre i solar fotovoltaica.

Criteris

Els criteris són les variables que s'utilitzen per avaluar el grau d'aptitud del territori per acollir una instal·lació d'energia eòlica terrestre o solar fotovoltaica. Els criteris en les anàlisis multicriteri mitjançant sistemes d'Informació Geogràfica, com la que aquí es planteja, són les capes cartogràfiques temàtiques de cadascuna de les variables que es consideren rellevants, estudiades en la fase anàlisi. (IDE)

Els criteris són de dos tipus:

Factors: criteris que s'utilitzen per determinar el grau d'aptitud en funció del seu valor,

pels quals s'estableixen diferents categories o graus d'aptitud. Per a diferents factors considerats tenen assignats valors 1, 2 o 3 d'acord amb la taula 1 per al mapa d'aptitud solar fotovoltaica i la Taula 8 per al mapa d'aptitud eòlica de l'Annex 1, essent 1 el valor d'aptitud més baix i 3 el valor d'aptitud més alt.

Restriccions: són criteris de tipus binari que, pel fet de constituir una forta restricció de caràcter ambiental per a la implantació d'energia eòlica terrestre o solar fotovoltaica (espais naturals protegits, sòls urbans i urbanitzables i espais propers -on la instal·lació d'un parc eòlic, per exemple, suposaria un impacte no assumible en termes de soroll- i d'altres zones amb servituds legals), se'ls atorga valor d'aptitud zero si es compleixen, amb la qual cosa ja no intervenen en la determinació de graus d'aptitud de la resta del territori. Les restriccions als quals tenen assignats un valor d'aptitud zero estan especificades a la Taula 2 per al mapa d'aptitud solar fotovoltaica i la Taula 9 pel mapa d'aptitud eòlica de l'Annex 1.

4.2 Superfície necessària per compensar tot el consum energètic mitjançant energia fotovoltaica.

El primer pas serà l'obtenció de la potència necessària a instal·lar per tal de poder produir tota l'electricitat que es consumeix al municipi. Això és durà terme mitjançant l'aplicació PVGIS del Joint Research Centre de la comissió Europea.

Posteriorment caldrà escollir un model de placa a instal·lar per a poder fer els càlculs pertinents. El criteri utilitzat a l'hora d'escollir les plaques serà el de màxima eficiència d'entre els models que es considerin.

Un cop fet això caldrà calcular la superfície que ocuparan aquestes plaques un cop instal·lades i la distància a la qual és necessari col·locar-les per tal que no es faci ombra en cap moment de l'any.

Un cop calculada la superfície total que ocupen un mòdul i la seva ombra i coneixent, a partir de les estimacions de PVgis, el nombre de mòduls necessaris, obtindrem la superfície necessària per abastir el municipi tan sols considerant una instal·lació de plaques solars fotovoltaïques.

4.2.1 Obtenció del valor potència a instal·lar: PVgis

PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) és un instrument per a l'avaluació geogràfica dels recursos d'energia solar en el context de la gestió integrada de la generació d'energia distribuïda. PVGIS combina l'experiència de l'equip d'investigació de laboratori de JRC, el seguiment i les proves amb el coneixement geogràfic per analitzar els factors tècnics, ambientals i socioeconòmics de la generació d'electricitat solar. PVGIS és una part de l'acció SOLAREC a la Unitat d'Energies Renovables de CCI .

L'equip de PVgis ha desenvolupat una base de dades de radiació solar a partir de dades climàtiques homogeneïtzades per a Europa i disponibles al European Solar Radiation Atlas, utilitzant el model *r.sun* i les tècniques d'interpolació *s.surf.rst* i *s.vol.rst*.

L'algoritme del model estima els components directe, difús i reflectat de la irradiància global amb “cel clar” i “cel real”. La irradiància diària total [Wh/m^2] es calcula mitjançant la integració dels valors d'irradiància [W/m^2] calculats a intervals de temps regulars al llarg del dia en superfícies horitzontals o inclinades. El càlcul representa l'obstrucció del cel (shadowing) per efecte de les característiques locals del terreny, com turons i muntanyes, per a cada pas de temps. Es calcula a partir del model d'elevació respecte al nivell del mar digital.

La base de dades consisteix en els ràsters de referència que representen les 12 mitjanes d'irradiància mensual i una mitjana anual de la suma diària de la irradiació total per a superfícies horitzontals i també per a aquelles inclinades a 15, 25 i 40 graus. A més d'aquestes dades es tenen en compte mapes ràster sobre irradiància, la terbolesa atmosfèrica i la ratio radiació difosa/global.

Càlculs associats a l'aplicació PVgis:

1. Còmput de la irradiància total en cel clar en superfície horitzontal:

es calcula mitjançant el model *r.sun*. Les mitjanes mensual del factor de terbolesa Linke T_{LK} (mesura de la terbolesa atmosfèrica) s'interpolen de la base de dades global (Remund, et al. 2003) disponibles al servei SoDa (Solar radiation Data, solar energy services for professionals). El punt crític d'aquesta fase és el factor de terbolesa Linke ja que com a estimació té una incertesa associada important.

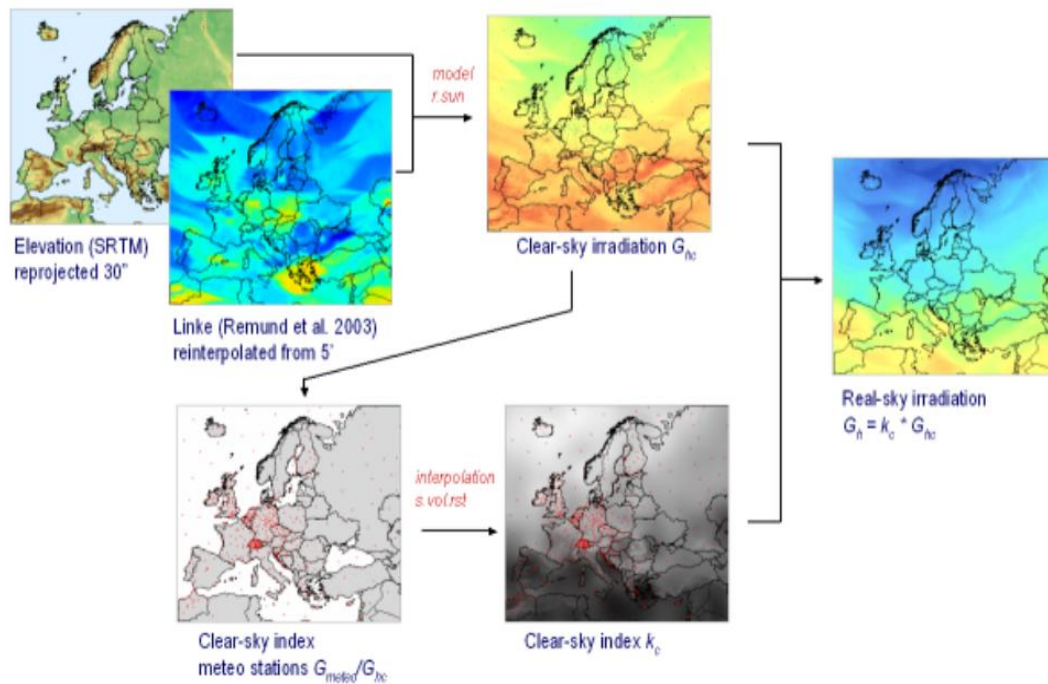


Figura 4.2: Esquema de càlcul de la irradiació horitzontal. Font: Institute for Energy and Transports del Joint Research Centre de la comissió europea.

2. Irradiació global en superfície horitzontal:

es calcula mitjançant la radiació en cel clar (G_{hc}) i l'índex de cel clar K_c . Aquest índex expressa la ràtio entre les mitjanes mensuals d'irradiació global per a cel clar i cel real. Els càlculs i les mesures s'han fet per a cadascuna de les 556 estacions meteorològiques que conformen els punts de presa de dades de la base de dades climàtica (font ESRA). Aquesta comprèn la posició geogràfica i els valors d'irradiació mensuals global G_{hc} , directa B_{hc} , i difosa D_{hc} en superfície horitzontal.

Tot i això com que les estacions meteorològiques disponibles no cobreixen tota l'àrea d'estudi, i a més en zones muntanyoses són molt escasses, per crear els mapes ràster de K_c tenint en compte el canvis en la dimensió vertical, s'aplica un procediment d'interpolació espacial multivariable. Això es porta a terme utilitzant una funció regularitzada que es va implementar al GRASS GIS, s.vol.rst. S'aplica posteriorment un procediment de validació separada per cadascun dels dotze conjunts de dades. Els mapes d'irradiació amb cel tapat G_h s'elaboren a partir de l'equació:

$$G_h = G_{hc} \cdot K_c$$

3. Irradiació global en superfícies inclinades:

els components de la irradiància i la irradiació es veuen afectats de diferents maneres per la nuvolositat, l'ombra causada per elements del terreny o per la inclinació de la superfície.

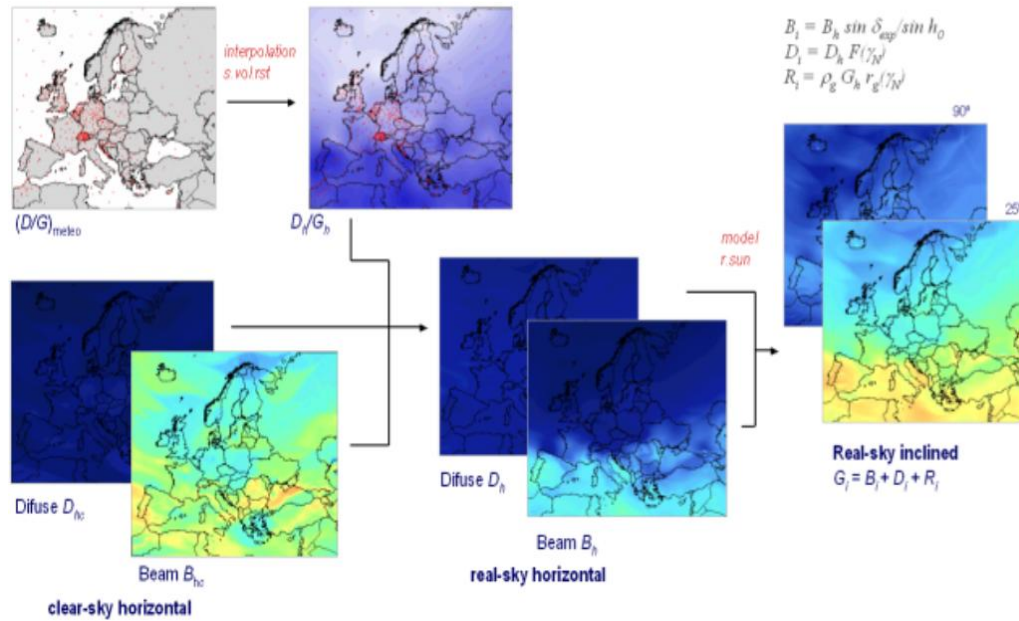


Figura 4.3: esquema del càlcul de la irradiació en superfícies inclinades. Font: Institute for Energy and Transports del Joint Research Centre de la comissió europea.

Per al còmput global d'irradiació en superfícies inclinades G_i , a condicions atmosfèriques reals mitjanes, la ràtio D_{hs}/G_{hs} es calcula utilitzant dades meteorològiques.

Els mapes ràster dels components directe i difós de la irradiació global, per a les condicions de cel tapat, com també per a les condicions de cel clar s'han dut terme. Finalment, doncs, les mitjanes mensuals de la suma diària de l'input global d'irradiació a panells solars es va calcular als angles de 15 25 40 i 90 graus. L'albedo terrestre es suposa constant i igual a 0,15.

4. Avaluació de la precisió:

La precisió de la modelització dels valors PVGIS a la base de dades s'avalua en comparació amb les dades meteorològiques d'entrada utilitzades en el càlcul. La comparació de les mitjanes anuals de la irradiació global horitzontal diària, l'error de biaix (MBE) és $8,9 \text{Wh/m}^2$ (0,3%) i l'arrel quadrada mitjana de l'error (RMSE) és de 118Wh/m^2 (3,7%).

4.2.1.1 *Funcionament de l'aplicació PVgis:*

L'aplicació PVgis te el panell d'introducció de variables que es pot observar a la Figura 4.4. Com es pot observar el que cal conèixer per a poder fer una estimació de la producció que tindrà una instal·lació de potència coneguda connectada a la xarxa en un punt concret del territori europeu cal:

- Marcar el punt en el qual vols realitzar el càlcul al mapa de l'esquerra del panell.
- Escollir la base de dades climàtiques sobre la que es vol realitzar el càlcul
- Seleccionar el tipus de tecnologia solar que es vol utilitzar.
- La potència pic fotovoltaic que s'instal·larà en kWp (kilowatts pic)

- Concretar les opcions de posicionament de les plaques, si estan en posició lliure o s'han integrat a l'edifici, l'angle de col·locació de les plaques, si estan fixes o suportades en eixos mòbils, etc.

The screenshot shows the PVGIS web application. On the left is a map of the Balearic Islands with a red pin on Mahón. The right panel is titled 'Performance of Grid-connected PV' and contains the following sections:

- Navigation tabs:** PV Estimation (selected), Monthly radiation, Daily radiation, Stand-alone PV.
- Radiation database:** Climate-SAF PVGIS (dropdown).
- PV technology:** Crystalline silicon (dropdown).
- Installed peak PV power:** 1 kWp.
- Estimated system losses [0;100]:** 14 %.
- Fixed mounting options:**
 - Mounting position:** Free-standing (dropdown).
 - Slope [0;90]:** 35 °. ☐ Optimize slope.
 - Azimuth [-180;180]:** 0 °. ☐ Also optimize azimuth.
- Tracking options:**
 - ☐ Vertical axis. Slope [0;90]: 0 °. ☐ Optimize.
 - ☐ Inclined axis. Slope [0;90]: 0 °. ☐ Optimize.
 - ☐ 2-axis tracking.
- Horizon file:** Navega... No s'ha seleccionat cap fitxer.
- Output options:**
 - ☐ Show graphs.
 - ☐ Show horizon.
 - ☒ Web page.
 - ☐ Text file.
 - ☐ PDF.
- Buttons:** Calculate, [help].

Figura 4.4: PVgis panell de selecció de variables. Font: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>

PVgis calcula com a resposta:

- Estima i té en compte per a la resta de càlculs les pèrdues del sistema degut a temperatura i nivells baixos d'irradiància i a la reflectància angular.
- La producció d'electricitat mitjana diària pel sistema donat (kWp) per mes.
- La producció d'electricitat mitjana mensual pel sistema donat (kWp).
- Mitjana diària de la radiació global rebuda per metre quadrat de mòdul del sistema donat.
- Suma mitjana de la radiació global rebuda per metre quadrat de mòdul del sistema donat.

Per assaig i error es calcula la potència necessària per abastir el consum del municipi d'Es Migjorn. Partint de l'elecció del mes de l'any en el qual el consum energètic sigui més elevat, un cop estudiada la funció descrita pel consum de cada mes al llarg de l'any, es busca la potència pic a instal·lar que satisfaci l'energia consumida aquest mes. Posteriorment s'avaluarà la producció per la resta de l'any i es valorarà la viabilitat de la instal·lació.

Nombre de panells que es necessitaran:

Es calcula amb la següent operació:

$$\text{Potència estimada (kWp)} \cdot (1\text{kW}/1\text{kWp}) \cdot (1\text{mòdul}/\text{potència del mòdul (kW)}) = \text{nombre de mòduls.}$$

4.2.2 Càlcul de la superfície necessària

Per a calcular la superfície que ocuparia la instal·lació necessària cal calcular primer dos paràmetres importants:

- La superfície que ocupa el panell inclinat a 35 graus respecte el terra, ja que és la inclinació amb que se solen muntar les plaques que no estan integrades als edificis per tal de rebre el màxim de radiació solar. Aquest càlcul es farà per trigonometria tenint la hipotenusa (longitud de la placa) i l'angle amb el terra (35°). El resultat es multiplica pel l'amplada de la placa i s'obté la superfície plana que ocupa.
- La superfície que ocupa l'ombra del panell en el moment de l'any en el que aquest farà una ombra més allargada. Aquest moment és la primera hora de finestra solar del 21 de desembre, solstici d'hivern, és a dir, el moment de l'any en el qual el sol té un angle d'incidència més agut respecte el pla de la superfície terrestre i per tant les ombres que genera són les més allargades de l'any. Aquests càlculs es duran a terme en base a un model trigonomètric proposat per Reme Meck publicat al web Affordable Solar. És un model senzill que parteix de les següents figures:

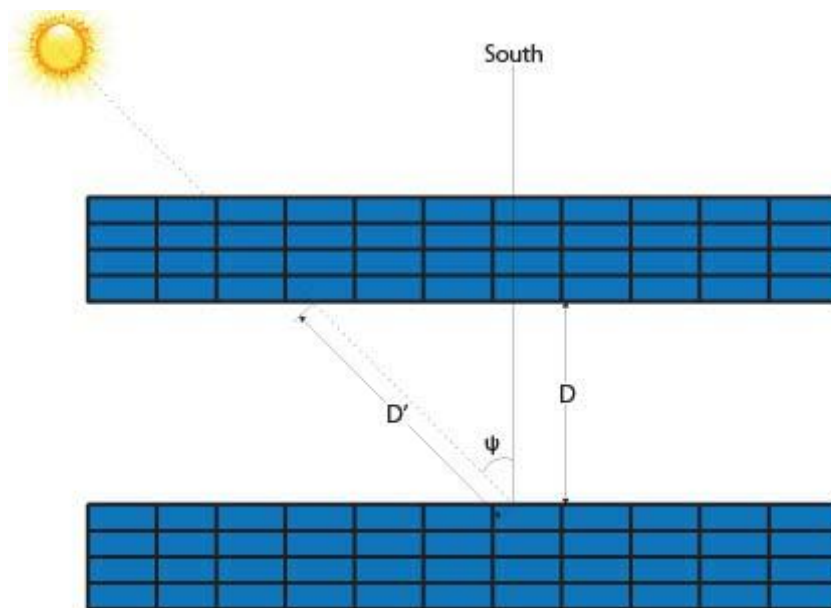


Figura 4.5: Vista superior mostrant la correcció de l'azimut solar.

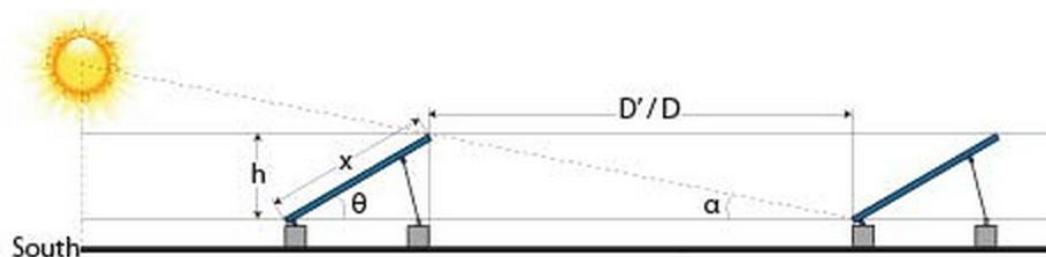


Figura 4.6: vista lateral dels mòduls inclinats mostrant l'angle d'altitud solar

On α és l'angle d'altitud solar, Ψ és l'angle d'azimut solar a la primera hora de finestra solar, D és la distància perpendicular entre panells, D' la distància azimutal entre panells, x la llargada de la placa solar, h l'alçada de la placa un cop instal·lada a 35° en aquest cas, i θ , l'angle de la placa respecte el terra.

NOAA Solar Calculator

Find Sunrise, Sunset, Solar Noon and Solar Position for Any Place on Earth

Show: ☐ World Cities ☒ U.S. Cities ☐ GMD Observ.'s ☐ GMD Data Sites ☐ SurfRad

Click one of the small pins near (and in the same time zone as) your desired location. Use the control on the left side of the map to zoom in or out. Place the large pin in the exact desired location. You can use the Save button to have your computer remember the current location for next time. Check the DST check box if Daylight Saving Time is in effect for your site.



Equation of Time (minutes):	Solar Declination (in °):	Apparent Sunrise:	Solar Noon:	Apparent Sunset:	Az/EI (in °) at Local Time:	
2.11	-23.43	08:02	12:41:44	17:22	148.09	19.66
Show on map:		☒ Sunrise		☒ Sunset	☒ Azimuth	

Figura 4.7: NOAA solar Calculator imatge de l'aplicació.

Per a poder determinar l'angle d'altitud solar i l'angle d'azimut solar, seguint els consells de Reme Meck, s'utilitza l'aplicació NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration) Solar Calculator de l'Earth System Research Laboratory avalada pel departament de comerç dels Estats Units (Figura 4.7). Mitjançant la introducció de latitud i

longitud del punt a avaluar, Data a la que es volen saber els angles d'altitud solar i d'azimut solar, la zona horària i l'hora local, a la que començaria la finestra solar, calcula els angles esmentats.

Un cop calculats els angles s'introdueixen al model trigonomètric representat a la Figura 4.6 i a la **Figura 4.5** i obtenim D. Llavors ja només cal sumar la longitud de l'ombra a la de la imatge del panell a 35° sobre pla sòl i multiplicar-ho per l'amplada del panell. Així obtindrem quan espai ocuparà una placa solar per tal que el seu rendiment sigui l'adequat durant tot l'any.

Un cop fet això és multiplica aquest valor per el nombre total de panells que es necessiten i obtenim la superfície total ocupada.

4.3 Instal·lació necessària per compensar tot el consum d'Es Migjorn amb energia eòlica

El primer pas per a fer aquests càlculs es identificar la funció de generació d'energia al llarg de l'any d'un parc eòlic. Per fer-ho, al no disposar de dades mensuals de velocitats dels vents ni de la distribució de les hores a les que podria funcionar una hipotètica instal·lació eòlica a potència nominal, el que es farà és estudiar la distribució mensual de la generació d'energia al parc eòlic d'Es Milà. Es suposarà la mateixa distribució de producció d'energia (mitjançant càlculs percentuals) al llarg de l'any. Un cop calculat el percentatge de producció d'energia de cada més respecte el total anual s'aplicarà aquest percentatge al total d'hores de funcionament del parc, 2.200 h/any, per tal d'estimar el nombre d'hores de funcionament per a cada mes. un cop estimat el nombre d'hores de funcionament de cada mes s'aplicarà aquesta funció de distribució de les hores de funcionament la potencia instal·lada per a veure la funció de producció que descriuria el parc eòlic teòric instal·lat a Es Migjorn.

Per calcular la potència necessària s'agafaria, igual que en el cas de les plaques solars, el valor de demanda elèctrica del més en el qual el consum és més elevat. Prenent com a base de càlcul aquest valor:

$$P_{\text{necessària}} = \text{Consum del mes crític (kWh)} / (2.200\text{h} \cdot (\% \text{ producció relatiu al mes}))$$

4.4 Comparativa i discussió de les dues tecnologies.

Un cop determinades les funcions de producció per les dues tecnologies que permetrien o no a Es Migjorn ser autosuficient pel que fa a electricitat, s'analitzaran se'n farà una discussió i es faran propostes d'escenaris futurs que puguin ser raonables fent un balanç punts forts i punts febles entre l'ús de les diferents tecnologies.

4.5 Càlcul de la reducció d'emissions de CO₂ associades a l'ús de fonts energètiques renovables.

A Es Migjorn no hi ha generació d'energia in-situ, per tant realitzen els càlculs a partir del percentatge que representa l'energia consumida a Es Migjorn sobre el global d'energia consumida a Menorca. D'aquesta manera, sabent la fracció d'energia produïda mitjançant fonts renovables a Menorca es pot aproximar quina és la potència consumida a Es Migjorn provinent de fonts d'energies renovables. Així doncs, fent la diferència de la potència consumida total a Es Migjorn i la potència provinent de fonts d'energia renovable s'obté l'energia provinent de fonts no renovables, és a dir, que comporten emissions de CO₂ associades.

Un cop en disposició d'aquesta dada, amb un factor de conversió és pot associar aquesta energia a la quantitat de CO₂ que es produeix a causa del consum d'energia elèctrica a Es Migjorn.

4.6 Treball de camp

El plantejament del treball de camp parteix de la intenció de resoldre aquells dubtes i qüestions que han anat sorgint al fer la recerca bibliogràfica de la informació necessària per al present projecte.

D'aquesta manera es plantegen entrevistes amb els especialistes que hem cregut més rellevants, enquestes als 3 grans sectors que es volen considerar: complexos hotelers, empreses del polígon industrial i a la població resident d'Es Migjorn.

S'han escollit aquests 3 sectors perquè són els més importants pel que fa a consums energètics i perquè són els que poden donar resposta a la gran pregunta del que seria l'aplicació pràctica d'aquest treball que és: estan predisposats, els actors principals del municipi a nivell energètic, a invertir en renovables si això suposa que el municipi sigui autosuficient energèticament?

4.6.1 Entrevistes

S'han programat una sèrie d'entrevistes a realitzar durant el treball de camp. S'ha entrevistat a Rafael Muñoz enginyer del Consorci de Residus i Energia de Menorca, adscrit al Consell Insular de Menorca (CIME) i a Esperança Pons Arquitecta municipal de l'ajuntament d'Es Migjorn.

Les preguntes, plantejades anteriorment a l'estada a Menorca, es poder llegir a la transcripció de les entrevistes a l'apartat resultats i discussió s'ha considerat innecessari repetirles en aquest apartat.

4.6.2 Model d'enquestes utilitzats a cada sector

4.6.2.1 Enquesta complexos hotelers / apartaments de Sant Tomás:

1. NOM DE L'ESTABLIMENT	
2. Nº DE PERSONAL	☐ <5 ☐ 5< X < 10 ☐ 10< X <15 ☐ 15< X < 20 ☐ >20
3. Nº DE CLIENTS APROX. ANUAL.	
4. Nº DE CLIENTS APROX. MENSUAL TEMPORADA TURÍSTICA (JUNY-SETEMBRE)	
5. Nº DE CLIENTS APROX. MENSUAL FORA DE TEMPORADA.	
6. QUIN CONSUM ENERGÈTIC TÉ L'EMPRESA (kWh/any O €)	...
7. DISPOSA D'INSTAL·LACIONS D'ENERGIES RENOVABLES?	☐ SI ☐ NO
EN CAS DE RESPOSTA AFIRMATIVA A LA PREGUNTA 7 CONTINUAR PER LA 8 EN CAS DE RESPOSTA NEGATIVA CONTINUAR PER LA PREGUNTA 13	
8. QUINA O QUINES TECNOLOGIES UTILITZA?	☐ EÒLICA ☐ FOTOVOLTÀICA ☐ BIOMASSA ☐ ALTRES
9. AMB QUINA POTENCIA INSTAL·LADA?	...
10. ESTÀ SATISFET AMB EL SEU RENDIMENT?	☐ SI ☐ NO
11. LA INSTAL·LACIÓ HA ESTAT AMORTITZADA?	☐ SI ☐ NO
12. TÉ UNA IDEA DE QUANT ESTALVIA MENSUALMENT EN ELECTRICITAT PER SER PRODUCTOR D'ENERGIA?	☐ SI, QUANT? ☐ NO
CONTINUI PER LA PREGUNTA 16	
13. CONEIX AQUESTES FONTS D'ENERGIA?	☐ SI ☐ NO
14. S'HA PLANTEJAT MAI INSTAL·LAR ALGUN TIPUS D'ENERGIA RENOVABLE?	☐ SI ☐ NO
15. EN CAS DE RESPOSTA AFIRMATIVA A LA PREGUNTA ANTERIOR PERQUÈ NO HO HA FET?	...
16. COM VALORA L' APLICACIÓ DE L'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA A L'ILLA I PERQUÈ?	☐ POSITIVAMENT ☐ NEGATIVAMENT ☐ NO HO SE

17. QUINS IMPACTES CREU MÉS SIGNIFICATIUS? (SOLAR)	☐ SOROLL ☐ IMPACTE VISUAL ☐ DESTRUCCIÓ DEL SÒL I VEGETACIÓ. ☐ IMPACTE AMB LA FAUNA ☐ AFECCIÓ AL PATRIMONI ☐ NO SÓN IMPACTES SIGNIFICATIUS SI TENIM EN COMPTE ELS BENEFICIS
18.COM VALORA L'APLICACIÓ DE L'ENERGIA EÒLICA A L'ILLA I PERQUÈ?	☐ POSITIVAMENT ☐ NEGATIVAMENT ☐ NO HO SE
19.QUINS IMPACTES CREU MÉS SIGNIFICATIUS? (EÒLICA)	☐ SOROLL ☐ IMPACTE VISUAL ☐ DESTRUCCIÓ DEL SÒL I VEGETACIÓ. ☐ IMPACTE AMB LA FAUNA ☐ AFECCIÓ AL PATRIMONI ☐ NO SÓN IMPACTES SIGNIFICATIUS SI TENIM EN COMPTE ELS BENEFICIS
20. CREU QUE AQUEST TIPUS D'INSTAL·LACIONS SÓN AMORTITZABLES ECONÒMICAMENT?	☐ SI ☐ NO ☐ NOMÉS LA EÒLICA ☐ NOMÉS LA SOLAR ☐ CAP DE LES DUES
21. ESTARIA A FAVOR DE LA IMPLANTACIÓ D'AQUESTES INSTAL·LACIONS A TOT EL MUNICIPI PER TAL D'ACONSEGUIR QUE SIGUI UN MUNICIPI ENERGÈTICAMENT AUTOSUFICIENT?	☐ SI ☐ NO
22. ESTARIA INTERESSAT/DA EN LA INSTAL·LACIÓ D'ALGUN DELS SISTEMES PROPOSATS A LA SEVA EMPRESA, SI AIXÒ IMPLICA QUE ES MIGJORN SIGUI UN MUNICIPI ENERGÈTICAMENT AUTOSUFICIENT?	☐ SOLAR ☐ EÒLICA ☐ CAP DE LES DUES.
23. ESTARIA DISPOSAT/DA A FER-HO SI EL GOVERN DONÉS MÉS AJUDES PER A LA INSTAL·LACIÓ D'AQUESTS SISTEMES DE PRODUCCIÓ ENERGÈTICA?	☐ SI ☐ NO
24. CONEIX LES NOVES RETRIBUCIONS (MAIG 2014) QUE OFEREIX EL GOVERN ESPANYOL PER A LES NOVES INSTAL·LACIONS EÒLIQUES I SOLARS?	☐ SI ☐ NO

Moltes gràcies pel seu temps.

MOTOR DE CANVI

motordecanvi@gmail.com

4.6.2.2 Enquesta poligon es migjorn gran:

NOM DE L'EMPRESA	
1. EN QUIN SECTOR S'ENGLOBA L'EMPRESA	☐ ELÈCTRIC/ELECTRÒNIC ☐ FUSTA ☐ METALL ☐ TÈXTIL ☐ CONSTRUCCIÓ ☐ AUTOMOVILÍSTIC ☐ LOGÍSTICA ☐ OFICINES
2. Nº DE PERSONAL	☐ <5 ☐ 5< X < 10 ☐ 10< X <15 ☐ 15< X < 20 ☐ >20
3. QUIN CONSUM ENERGÈTIC TÉ L'EMPRESA. (kWh/any O €)	...
4. DISPOSA D'INSTAL·LACIONS D'ENERGIES RENOVABLES?	☐ SI ☐ NO
EN CAS DE RESPOSTA AFIRMATIVA A LA PREGUNTA 3 CONTINUAR PER LA 5 EN CAS DE RESPOSTA NEGATIVA CONTINUAR PER LA PREGUNTA 10	
5. QUINA O QUINES TECNOLOGIES UTILITZA?	☐ EÒLICA ☐ FOTOVOLTÀICA ☐ BIOMASSA ☐ ALTRES
6. AMB QUINA POTENCIA INSTAL·LADA?	...
7. ESTÀ SATISFET AMB EL SEU RENDIMENT?	☐ SI ☐ NO
8. LA INSTAL·LACIÓ HA ESTAT AMORTITZADA?	☐ SI ☐ NO
9. TÉ UNA IDEA DE QUANT ESTALVIA MENSUALMENT EN ELECTRICITAT PER SER PRODUCTOR D'ENERGIA?	☐ SI, QUANT? ☐ NO
CONTINUI PER LA PREGUNTA 13	
10. CONEIX AQUESTES FONTS D'ENERGIA?	☐ SI ☐ NO
11. S'HA PLANTEJAT MAI INSTAL·LAR ALGUN TIPUS D'ENERGIA RENOVABLE?	☐ SI ☐ NO
12. EN CAS DE RESPOSTA AFIRMATIVA A LA PREGUNTA ANTERIOR PERQUÈ NO HO HA FET?	...
13. COM VALORA L' APLICACIÓ DE L'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA A L'ILLA I	☐ POSITIVAMENT ☐ NEGATIVAMENT

PERQUÈ?	☐ NO HO SE
14. QUINS IMPACTES CREU MÉS SIGNIFICATIUS? (SOLAR)	☐ SOROLL ☐ IMPACTE VISUAL ☐ DESTRUCCIÓ DEL SÒL I VEGETACIÓ. ☐ IMPACTE AMB LA FAUNA ☐ AFECCIÓ AL PATRIMONI ☐ NO SÓN IMPACTES SIGNIFICATIUS SI TENIM EN COMPTE ELS BENEFICIS
15.COM VALORA L'APLICACIÓ DE L'ENERGIA EÒLICA A L'ILLA I PERQUÈ?	☐ POSITIVAMENT ☐ NEGATIVAMENT ☐ NO HO SE
16.QUINS IMPACTES CREU MÉS SIGNIFICATIUS? (EÒLICA)	☐ SOROLL ☐ IMPACTE VISUAL ☐ DESTRUCCIÓ DEL SÒL I VEGETACIÓ. ☐ IMPACTE AMB LA FAUNA ☐ AFECCIÓ AL PATRIMONI ☐ NO SÓN IMPACTES SIGNIFICATIUS SI TENIM EN COMPTE ELS BENEFICIS
17. CREU QUE AQUEST TIPUS D'INSTAL·LACIONS SÓN AMORTITZABLES ECONÒMICAMENT?	☐ SI ☐ NO ☐ NOMÉS LA EÒLICA ☐ NOMÉS LA SOLAR ☐ CAP DE LES DUES
18. ESTARIA A FAVOR DE LA IMPLANTACIÓ D'AQUESTES INSTAL·LACIONS A TOT EL MUNICIPI PER TAL D'ACONSEGUIR QUE SIGUI UN MUNICIPI ENERGÈTICAMENT AUTOSUFICIENT?	☐ SI ☐ NO
19. ESTARIA INTERESSAT/DA EN LA INSTAL·LACIÓ D'ALGUN DELS SISTEMES PROPOSATS A LA SEVA EMPRESA, SI AIXÒ IMPLICA QUE ES MIGJORN SIGUI UN MUNICIPI ENERGÈTICAMENT AUTOSUFICIENT?	☐ SOLAR ☐ EÒLICA ☐ CAP DE LES DUES.
20. ESTARIA DISPOSAT/DA A FERHO SI EL GOVERN DONÉS MÉS AJUDES PER A LA INSTAL·LACIÓ D'AQUESTS SISTEMES DE PRODUCCIÓ ENERGÈTICA?	☐ SI ☐ NO
21. CONEIX LES NOVES RETRIBUCIONS (MAIG 2014) QUE OFEREIX EL GOVERN ESPANYOL PER A LES NOVES INSTAL·LACIONS EÒLIQUES I SOLARS?	☐ SI ☐ NO

Moltes gràcies pel seu temps.

MOTOR DE CANVI

motordecanvi@gmail.com

4.6.2.3 Enquesta població es migjorn gran:

1. SEXE	☐ DONA ☐ HOME
2. EDAT	☐ <20 anys ☐ Entre 20 i 50 anys ☐ >50 anys
2. DE QUINS ESTUDIS DISPOSA	☐ CAP ☐ PRIMÀRIA ☐ SECUNDÀRIA ☐ SUPERIORS SECUNDARIS ☐ SUPERIORS UNIVERSITARIS
3. QUIN CONSUM ELÈCTRIC TENEN A CASA SEVA. (kW O €)	...
4. DISPOSA D'INSTAL·LACIONS D'ENERGIES RENOVABLES?	☐ SI ☐ NO
EN CAS DE RESPOSTA AFIRMATIVA A LA PREGUNTA 3 CONTINUAR PER LA 5 EN CAS DE RESPOSTA NEGATIVA CONTINUAR PER LA PREGUNTA 10	
5. QUINA O QUINES TECNOLOGIES UTILITZA?	☐ EÒLICA ☐ FOTOVOLTÀICA ☐ BIOMASSA ☐ ALTRES
6. AMB QUINA POTENCIA INSTAL·LADA?	...
7. ESTÀ SATISFET AMB EL SEU RENDIMENT?	☐ SI ☐ NO
8. LA INSTAL·LACIÓ HA ESTAT AMORTITZADA?	☐ SI ☐ NO
9. TÉ UNA IDEA DE QUANT ESTALVIA MENSUALMENT EN ELECTRICITAT PER SER PRODUCTOR D'ENERGIA?	☐ SI, QUANT? ☐ NO
CONTINUI PER LA PREGUNTA 13	
10. CONEIX AQUESTES FONTS D'ENERGIA?	☐ SI ☐ NO
11. S'HA PLANTEJAT MAI INSTAL·LAR ALGUN TIPUS D'ENERGIA RENOVABLE?	☐ SI ☐ NO
12. EN CAS DE RESPOSTA AFIRMATIVA A LA PREGUNTA ANTERIOR PERQUÈ NO HO HA FET?	...
13. COM VALORA L' APLICACIÓ DE L'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA A L'ILLA I PERQUÈ?	☐ POSITIVAMENT ☐ NEGATIVAMENT ☐ NO HO SE
14. QUINS IMPACTES CREU MÉS	☐ SOROLL

SIGNIFICATIUS? (SOLAR)	☐ IMPACTE VISUAL ☐ DESTRUCCIÓ DEL SÒL I VEGETACIÓ. ☐ IMPACTE AMB LA FAUNA ☐ AFECCIÓ AL PATRIMONI ☐ NO SÓN IMPACTES SIGNIFICATIUS SI TENIM EN COMPTE ELS BENEFICIS
15.COM VALORA L'APLICACIÓ DE L'ENERGIA EÒLICA A L'ILLA I PERQUÈ?	☐ POSITIVAMENT ☐ NEGATIVAMENT ☐ NO HO SE
16.QUINS IMPACTES CREU MÉS SIGNIFICATIUS? (EÒLICA)	☐ SOROLL ☐ IMPACTE VISUAL ☐ DESTRUCCIÓ DEL SÒL I VEGETACIÓ. ☐ IMPACTE AMB LA FAUNA ☐ AFECCIÓ AL PATRIMONI ☐ NO SÓN IMPACTES SIGNIFICATIUS SI TENIM EN COMPTE ELS BENEFICIS
17. CREU QUE AQUEST TIPUS D'INSTAL·LACIONS SÓN AMORTITZABLES ECONÒMICAMENT?	☐ SI ☐ NO ☐ NOMÉS LA EÒLICA ☐ NOMÉS LA SOLAR ☐ CAP DE LES DUES
18. ESTARIA A FAVOR DE LA IMPLANTACIÓ D'AQUESTES INSTAL·LACIONS A TOT EL MUNICIPI PER TAL D'ACONSEGUIR QUE SIGUI UN MUNICIPI ENERGÈTICAMENT AUTOSUFICIENT?	☐ SI ☐ NO
19. ESTARIA INTERESSAT/DA EN LA INSTAL·LACIÓ D'ALGUN DELS SISTEMES PROPOSATS A LA SEVA EMPRESA, SI AIXÒ IMPLICA QUE ES MIGJORN SIGUI UN MUNICIPI ENERGÈTICAMENT AUTOSUFICIENT?	☐ SOLAR ☐ EÒLICA ☐ CAP DE LES DUES.
20. ESTARIA DISPOSAT/DA A FERHO SI EL GOVERN DONÉS MÉS AJUDES PER A LA INSTAL·LACIÓ D'AQUESTS SISTEMES DE PRODUCCIÓ ENERGÈTICA?	☐ SI ☐ NO
21. CONEIX LES NOVES RETRIBUCIONS (MAIG 2014) QUE OFEREIX EL GOVERN ESPANYOL PER A LES NOVES INSTAL·LACIONS EÒLIQUES I SOLARS?	☐ SI ☐ NO

Moltes gràcies pel seu temps.

MOTOR DE CANVI

motordecanvi@gmail.com

4.7 Planificació

Mes		Febrer		Març			Abril			Maig			Juny			Juliol					
Tasques Realitzades	Setmana	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tria de Temàtica pel TFG																					
Recerca Bibliogràfica																					
Elaboració del document preliminar (1*)																					
Entrega i defensa DP01 i DP02																					
Planificació del Treball de camp.																					
Contactar i Concertar entrevistes																					
Planificació i estructuració de les Reunions																					
Treball de Camp a Menorca																					
Realització d'entrevistes																					
Observacions sobre el terreny																					
Pres a Notes d'ús del Territori																					
Elaboració del pocument preliminar (2*)																					
Entrega i defensa DP03																					
Elaboració del document preliminar (3*)																					
Elaboració de mapes de capes																					
Entrega i defensa DP04 i DP05																					
Redacció article científic																					
Entrega article científic DP06																					
Redacció del Projecte Final (4*)																					
Entrega del Projecte Final																					
Preparació de la Defensa del Projecte																					
Defensa del Projecte																					

(1*) DP01 i DP02: títol, índex, objectius, metodologia, programació, antecedents i bibliografia.

(2*)DP03: Inventari (anàlisi i selecció d'informació i tractament de dades)

(3*)DP04 i DP05: diagnosi, conclusions i propostes i idees de millora.

(4*)Correccions, ampliacions, i elaboració del pressupost.

5 Resultats i discussió

5.1 Resultats del treball de camp

En aquest apartat es presenten els resultats de les enquestes realitzades en el treball de camp i la transcripció de les entrevistes realitzades durant l'estada a Menorca.

5.1.1 Resultat de les enquestes dels complexos hotelers/apartaments de Sant Tomàs.

La urbanització de Sant Tomàs és principalment una zona de segones residències i allotjament d'estiu, per tant es troba pràcticament desocupada durant el període fora de temporada. Així doncs ens trobem que els complexos hotelers només obren el període de maig a octubre, romanent la resta de l'any tancats. Degut a que les dates de treball de camp han estat just la setmana abans de l'obertura, no s'ha pogut visitar la totalitat d'establiments de Sant Tomàs, però al ser molt propera a l'obertura se n'han pogut visitar 5, els quals estaven en plena fase d'adequació del complex per la rebuda de clients. Els establiments que ens van rebre van ser: Apartaments Mestral i Llebeig, Hotel Victoria Playa, Hotel Hamilton Court, Hotel Sant Tomàs i Apartaments Vistamar. Aquest últim amb una fracció important d'apartaments en propietat de particulars.

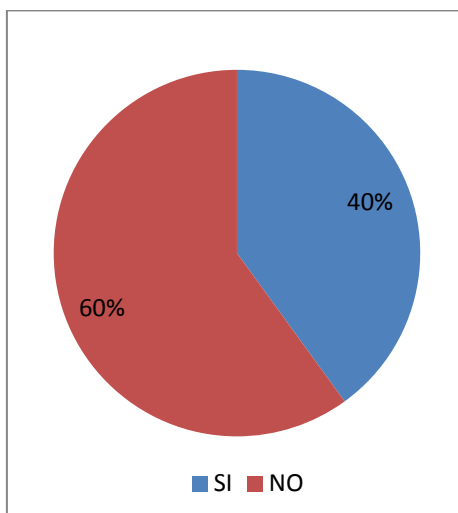


Figura 5.1: Disponibilitat d'instal·lacions d'energia renovable. FONT: Motor de canvi.

D'aquestes enquestes se n'ha extret que un 40% (Hotel Victoria Playa i Hotel Sant Tomàs) disposen d'instal·lacions d'energies renovables, però ambdós es tracten de plaques tèrmiques. Per tant no tenim cap complex que generi energia elèctrica. L'Hotel de Sant Tomàs a més mostra un alt grau de satisfacció amb el rendiment de les plaques tèrmiques ja que els fa entrar l'aigua a la caldera a 60°C estalviant una gran quantitat d'energia, que els ha permès amortitzar el cost d'inversió.

Tots els establiments mostren coneixença d'aquestes fonts d'energia, d'altra banda només tres (60%) se'n plantegen la implantació: Mestral i Llebeig, Victoria Playa i Sant Tomàs (aquest dos últims ja amb l'experiència de l'ús de plaques tèrmiques). Així mateix Mestral i Llebeig no l'han dut a terme degut al gran cost inicial d'inversió. Cal mencionar també que els apartaments Vistamar, al ser gran part dels apartaments en propietat de particulars, els quals només passen curtes temporades no es plantegen la instal·lació de cap d'aquests sistemes degut a

que creuen que amb els curts períodes de temps en els quals habiten els apartaments no amortitzarien la inversió de la instal·lació.

En quant a l'ús d'energies renovables a l'Illa, tots són partidaris de la seva necessitat, ja sigui fotovoltaica i/o eòlica.

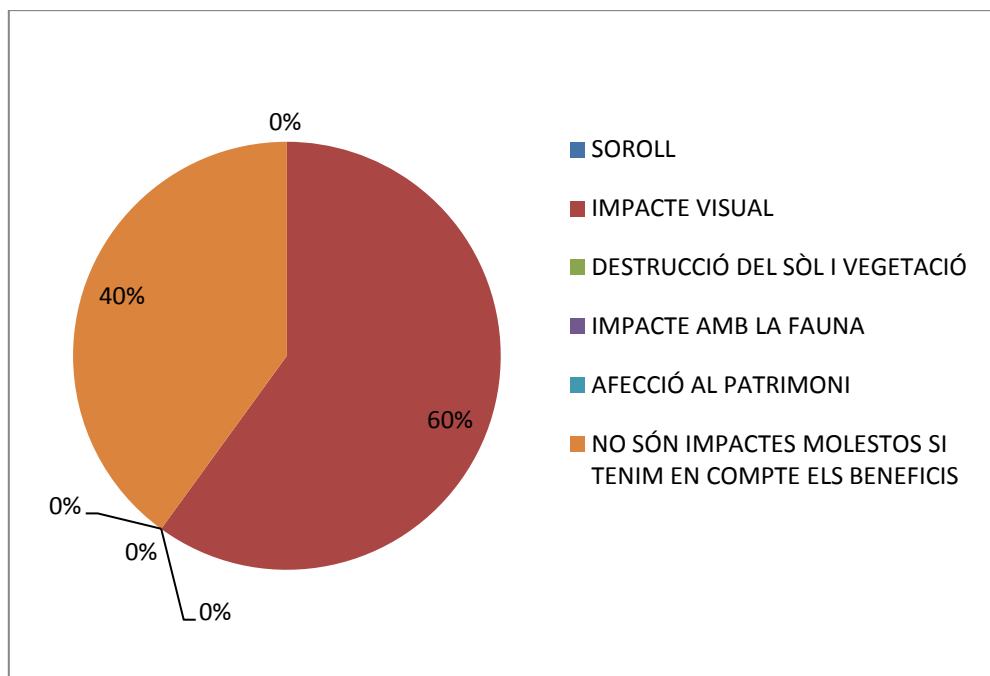


Figura 5.2: Valoració del pes dels impactes per els complexos hotelers/apartaments de Sant Tomàs. Font: Motor de canvi

Tot i que un 60% dels establiments remarquen l'impacte visual de l'ús de plaques fotovoltaïques i aerogeneradors, un 40% en el cas dels aerogeneradors i un 60% en el cas de les plaques fotovoltaïques considera que els beneficis col·lectius superen les molèsties dels impactes.

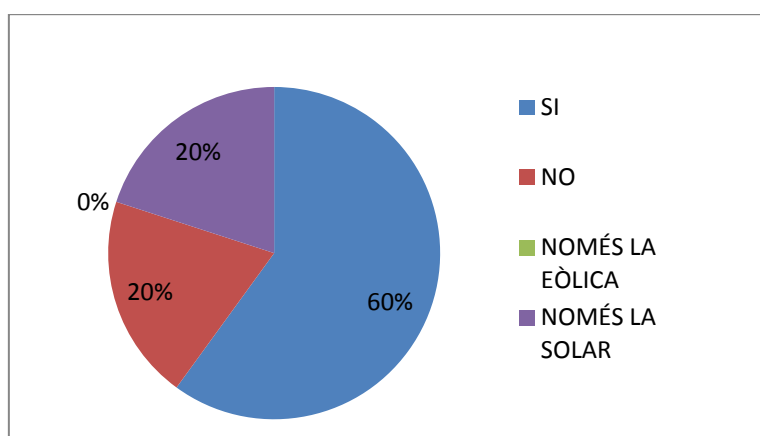


Figura 5.3: Valoració de la capacitat d'amortització de les tecnologies plantejades. Font Motor de canvi

Un 60% dels establiments considera que tant les instal·lacions eòliques com solars són amortitzables econòmicament, mentre que un 20% creu que només ho són les solars i el 20% restant creu que cap de les dues es amortitzable econòmicament.

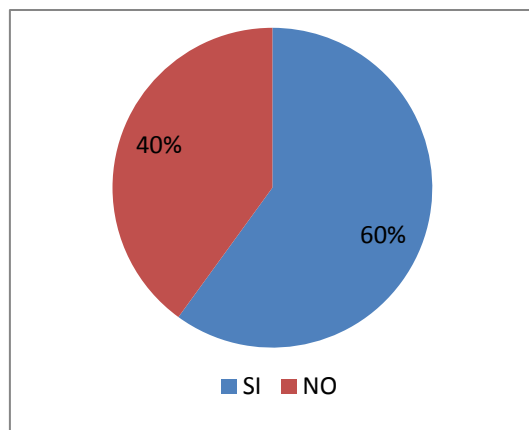


Figura 5.4: Valoració respecte la instal·lació d'aquestes tecnologies al municipi. Font: Motor de canvi

La predisposició a la implantació d'aquests sistemes al municipi amb l'objectiu col·lectiu d'esdevenir energèticament autosuficients però presenta disparitats, ja que el 40% n'estaria en contra.

Tots els establiments excepte Vistamar (80%), degut a la seva condició de ser parcialment propietat privada particular estaria disposat a instal·lar alguna d'aquestes instal·lacions energètiques a la seva propietat per tal d'obtenir el benefici col·lectiu d'un migjorn sostenible energèticament preferint en la seva totalitat l'ús de plaques fotovoltaïques i Sant Tomàs ambdues tecnologies. Se'n extreu també, que la predisposició dels propietaris augmentaria si rebessin ajudes econòmiques per part del govern que reduïssin l'elevat cost d'inversió inicial.

La totalitat dels establiments però, mostra una total desconexió de les noves retribucions (maig 2014) que ofereix el govern espanyol, augmentant fins a com a màxim a 76€/MWh a Menorca i Mallorca.

5.1.2 Resultats de les enquestes al polígon industrial d'Es Migjorn Gran.

El Polígon industrial de Es Migjorn Gran compta amb 20 en 5000m² naus amb diferents empreses que les ocupen. S'ha pogut enquestar a sis de les empreses: Mibo Cosits, Ca s'Arader, Ferreteria Pons i Gomila, Bosis 2007, Autocars Vidal, Acciona (nau en propietat de l'ajuntament).

Entre les empreses en trobem una que es dedica a l'elaboració de calçat (Mibo Cosits), una petita fusteria (ca s'Arader), una companyia d'autocars, Una estació de bombeig d'aigua (Acciona), i ferreteria i una empresa de logística (Bosis 2007), la qual compta amb dues càmeres frigorífiques de 2m².

Són empreses relativament petites, en un 50% hi treballen menys de 5 persones, una entre 10 i 15, i la Mibo Cosits, més gran, que compta amb més de 20 treballadors. La companyia d'Autocars Vidal varia el seu personal a l'hivern i a l'estiu, passant de entre 5 i 10 treballadors a l'hivern a més de 20 a l'estiu.

De Totes les empreses, només els Autocars Vidal (16,67%) compta amb instal·lacions d'energies renovables. Autocars Vidal compta amb una coberta de la nau de 100 plaques fotovoltaïques, amb una potència instal·lada de 18KW, generant al voltant de 30-33 MWh/any, que venen a la xarxa. D'altra banda però, el propietari indica que el cost inicial (120.000€) no ha estat amortitzat encara.

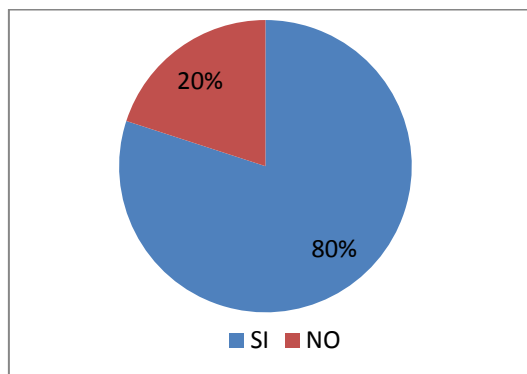


Figura 5.5: Coneixença de les fonts d'energia renovable esmentades. Font: Motor de canvi.

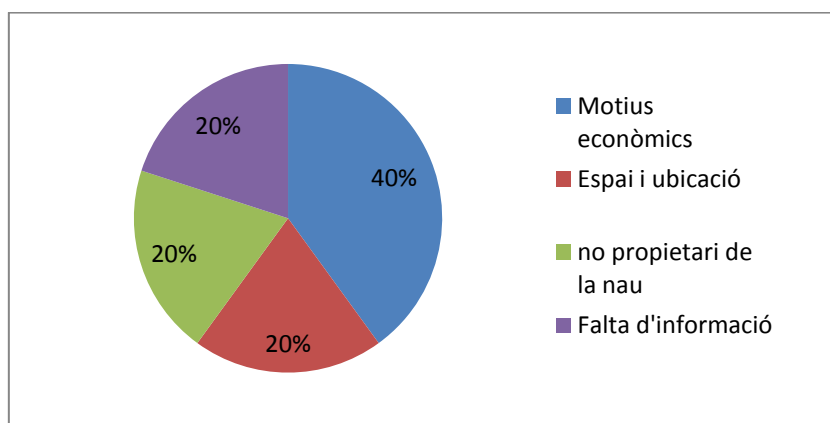


Figura 5.6: Motiu pel qual les empreses interessades no han dut a terme la instal·lació.

De les empreses que no compten amb aquestes tecnologies, un 80% afirma tenir-ne coneixença, mentre que un 20% les desconeix. Pel contrari, només el 20% s'ha plantejat el seu ús. Els motius pel quals no tenen aquestes instal·lacions són dispersos; un 40% al·lega motius econòmics, Acciona només té el manteniment de l'estació de bombeig (és propietat de l'ajuntament de Es Migjorn), un altra 20% afirma tenir falta d'informació i un altre 20% a causa de falta d'espai o ubicació on instal·lar-les.

En quan a la valoració d'energies renovables a l'Illa, un 83,33% les valora positivament l'ús d'energia solar fotovoltaica essent l'impacte visual l'impacte més molest (83,33%), i un 16,67% creu que l'impacte més molest és sobre la fauna.

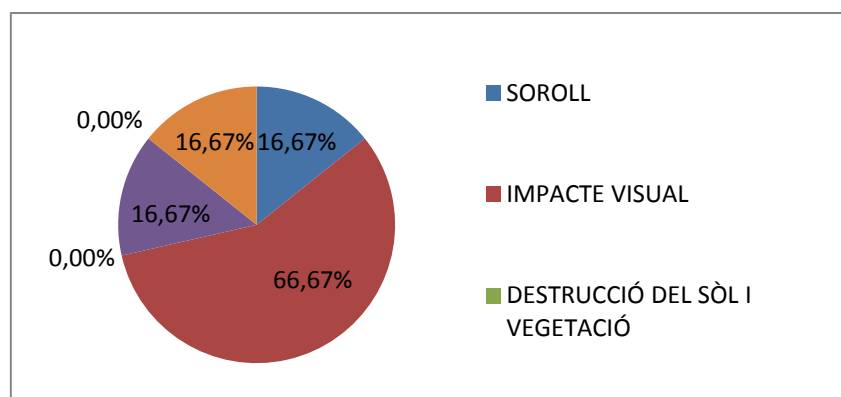


Figura 5.7: Valoració dels impactes més significatius associats a l'energia eòlica. Font: Motor de canvi.

L'energia eòlica té una completa acceptació, amb el 100% de valoracions positives i amb els impactes repartits en un 16,67% que valora el soroll com a impacte més molest, un 66,67% l'impacte visual i un altre 16,67% l'impacte sobre la fauna.

El 83,33% creu que l'ús, tant de la solar fotovoltaica com de la eòlica, són amortitzables econòmicament, mentre que només un 16,33% creu que cap de les dues és amortitzable econòmicament.

Un 83,33% estaria interessat en la instal·lació d'un d'aquests sistemes a la seva empresa amb el fi col·lectiu d'un Migjorn sostenible. D'aquests, tots optarien per l'ús de plaques fotovoltaïques i un 40% instal·laria les també un aerogenerador. Totes les empreses interessades en la seva instal·lació diuen estar disposats a utilitzar algun dels sistemes proposats si rebessin ajudes del govern que reduïssin el gran cost d'inversió inicial.

Tanmateix cap de les empreses enquestades és coneixedora de les noves retribucions de Maig de 2014 que ofereix el govern espanyol per a les noves instal·lacions fora de la península.

5.1.3 Resultats de les enquestes a la població d'Es Migjorn gran

Ha estat possible enquestar 33 persones en una mostra aleatòria del municipi d'Es Migjorn. De les quals un 58% eren dones i un 42% eren homes.

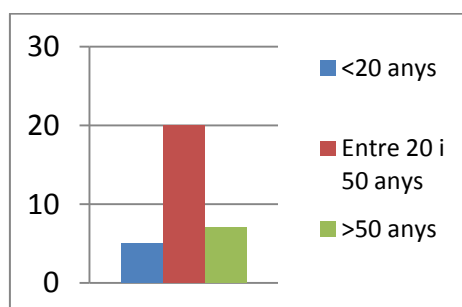


Figura 5.8: distribució de la població enquestada en franges d'edat. Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia)

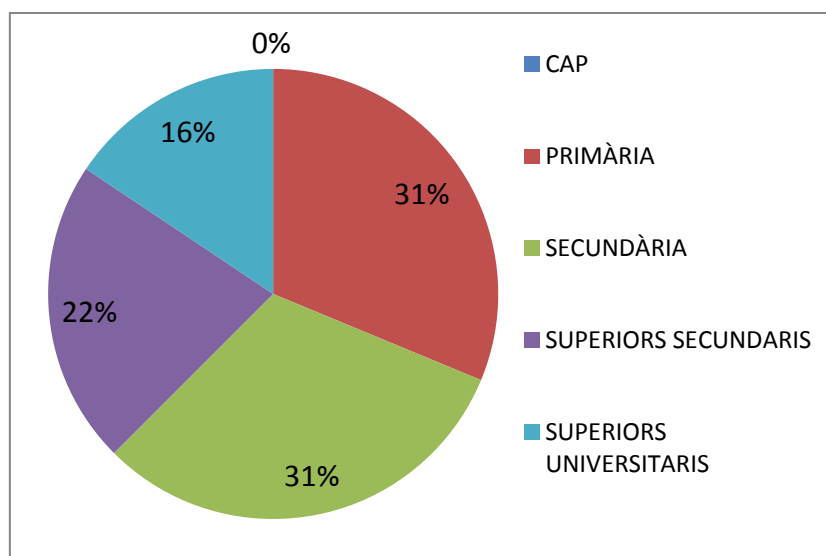


Figura 5.9: nivell d'estudis de la població enquestada. Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia)

Tan sols un 9% de les persones enquestades disposaven d'una instal·lació d'energies renovables i totes tenien una instal·lació de plaques solars tèrmiques. Cap dels enquestats, per tant, té una instal·lació renovable que generi electricitat. Tots manifesten estar satisfets amb el seu rendiment un 33% diu haver amortitzat la instal·lació, un altre 33% diu encara no haver-ho fet i un últim 33% no ho sap. Cap d'ells ha calculat quin estalvi suposa per a l'economia familiar el fet de disposar d'aquesta instal·lació.

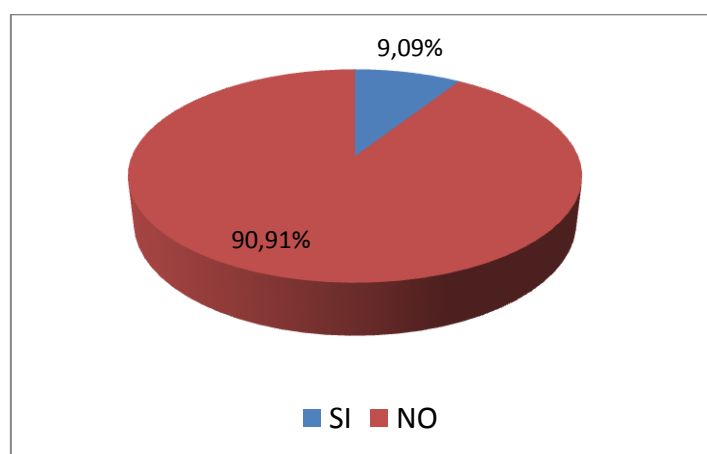


Figura 5.10 percentatge de població que disposa d'algun tipus d'instal·lació d'energies renovables. Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia)

Un 91% dels enquestats no tenen cap instal·lació d'aquest tipus. Tant mateix un 80% d'aquests respon conèixer aquest tipus de fonts d'energia mentre que un 20% diu no conèixer-les. Un 52% dels que manifesten no tenir instal·lacions renovables respon haver-s'ho plantejat però no haver-ho fet finalment per diferents motius. D'aquests la majoria, un 47% ho atribueixen a motius econòmics, un 12% ho atribueix a la falta d'un espai o ubicació adequada per dur a terme la instal·lació, un 17%, al fet que no posseeixen la propietat de la vivenda, i un altre 18% reconeixen no estar prou informat com per plantejar-se una instal·lació d'aquest tipus.

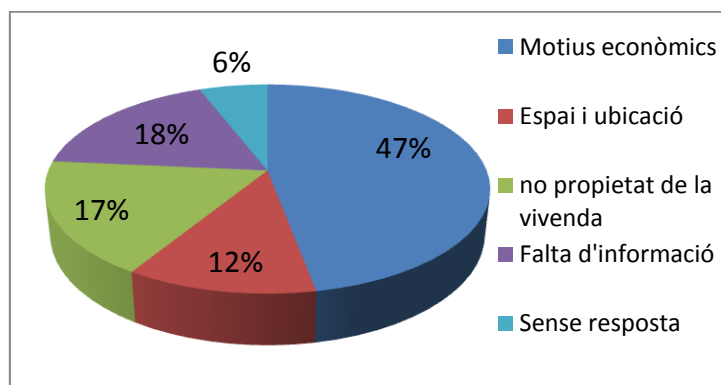


Figura 5.11: motius pels quals, malgrat haver-s'ho plantejat no s'ha acabat realitzant una instal·lació d'energies renovables. Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia)

Del total d'enquestats un 73% valora positivament l'aplicació de l'energia solar fotovoltaica a Menorca i el 27% restant responen "no ho sé". D'aquests un 44% considera que els beneficis pesen més que els impactes, un 29% opina que l'impacte visual és el més significatiu i un 12% considera que és la destrucció del sòl i la vegetació.

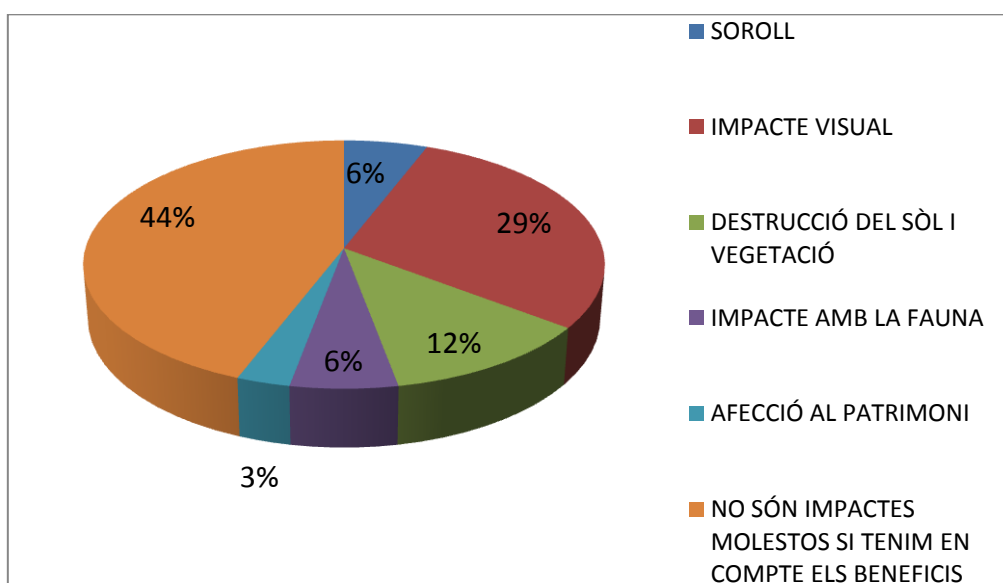


Figura 5.12: Valoració del pes del impactes generats per l'energia solar fotovoltaica per part de la població enquestada. Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia)

Un 76% dels enquestats valora positivament l'aplicació de l'energia eòlica a Menorca i el 26% restant responen "no ho sé". Un 36,36% dels enquestats consideren que els impactes de l'energia eòlica són compensats pels beneficis, un 30,3% considera que l'impacte visual és el més significatiu i un 18% considera que és el soroll.

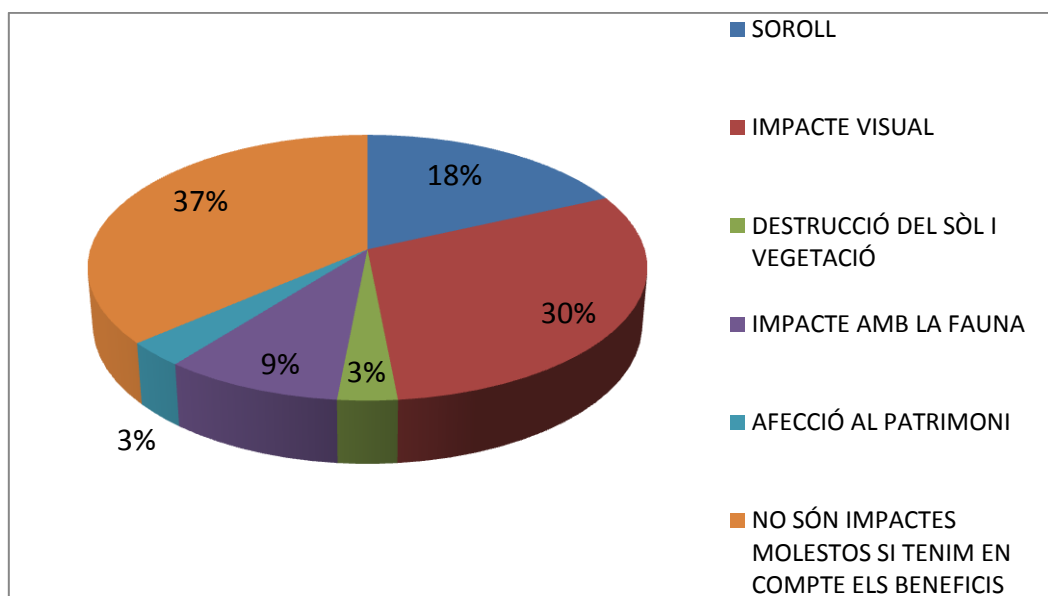


Figura 5.13: Valoració del pes impactes generats per l'energia eòlica per part de la població enquestada. Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia).

Un 86% dels enquestats creu que les energies renovables solar fotovoltaica i eòlica són amortitzables, un 9% creu que no ho són i un 6% no respon a la pregunta.

A la pregunta "Estaria a favor de la implantació d'aquestes instal·lacions a tot el municipi per tal d'aconseguir que es migjorn sigui un municipi energèticament autosuficient?" un 88% respon afirmativament a la pregunta i un 12% respon negativament.

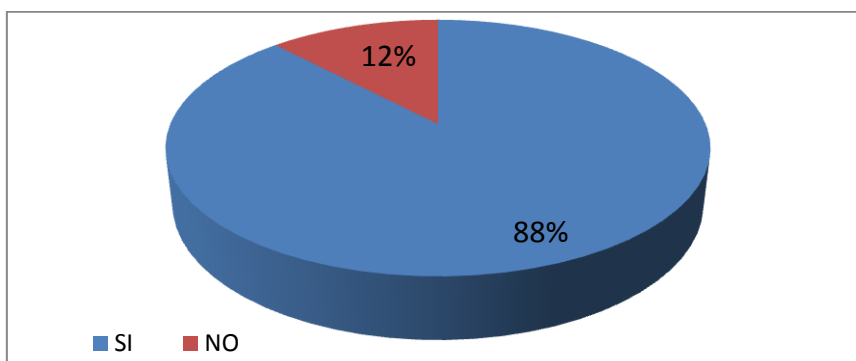


Figura 5.14: Resposta a la pregunta estaria a favor de la instal·lació d'aquest tipus d'instal·lacions a tot el municipi per tal que es migjorn sigui un municipi autosuficient? Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia)

Un 91% de la població manifesta estar disposat instal·lar energies renovables al propi domicili si això suposés que la totalitat del municipi funcionés amb energies renovables. Concretament un 67% estaria disposat a fer una instal·lació de plaques solars i un 27% estaria disposat a instal·lar un aerogenerador de petites dimensions en els seus terrenys. Quan la pregunta és si hi estarien disposats en cas que l'administració donés subvencions per a la instal·lació el percentatge de respostes afirmatives puja fins al 97%.

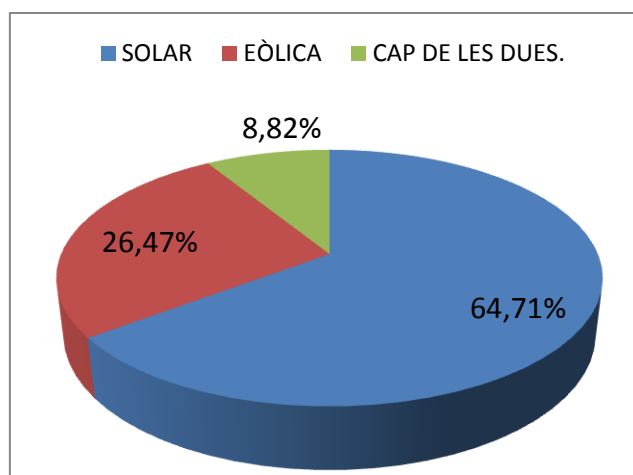


Figura 5.15: resposta de la població a la pregunta: estaria disposat a fer una instal·lació d'aquest tipus al seu domicili si això permet que es migjorn sigui autosuficient? Font: Motor de Canvi (elaboració pròpia)

A la pregunta: <<coneix les noves retribucions que ofereix el govern espanyol per a la nova instal·lació de sistemes de producció energètics renovables?>> la resposta és afirmativa tan sols en un 9,1% de les enquestes, mentre que en un 90,9% no coneixien aquestes noves retribucions.

Consum elèctric mitjà:

En la majoria d'enquestes hem obtingut dades econòmiques. A partir d'aquestes doncs, farem una estimació del que consum mig d'una llar d'Es Migjorn.

- S'hi descomptarà una mitjana de 25 € per potencia contractada.
- També els impostos:
 - 21% IVA
 - 5% impost d'electricitat.

Agafant un preu estàndard de 0,15 €/kWh s'estima el consum en kWh de cada llar. Posteriorment es fa una mitjana dels valors obtinguts en les enquestes per tal d'estimar un consum mig per llar.

L'objectiu és valorar la capacitat d'autosuficiència energètica d'una llar promig instal·lant plaques fotovoltaïques.

Realitzant aquests càlculs obtenim un consum mitjà de 356,58 kWh/mes. És un consum molt elevat cosa que fa pensar que la població no coneix amb exactitud el seu consum mensual real.

5.1.4 Transcripció de les entrevistes:

5.1.4.1 Sra Esperança Pons, Arquitecta municipal de l'ajuntament d'Es Migjorn.

L'objectiu d'aquesta entrevista és aprofundir en la ordenació territorial, identificar possibles zones viables per la generació d'energia amb renovables. També la obtenció de dades recents de consum energètic dels serveis municipals i de l'ús d'energies renovables d'aquests. Un dels

altres punts claus de l'entrevista és percebre la predisposició actual del municipi cap a la instauració d'un model energètic renovable.

1. Quines perspectives de futur té l'ajuntament pel que fa a instal·lació d'energies renovables?

Actualment no s'està duent a terme cap pla d'actuació de cara a incentivar aquest tipus d'energies a nivell global. Però si es va treballant en projectes més concrets. S'està plantejant instal·lar una caldera de Biomassa a l'Escola municipal.

2. És un tema que hagi estat present en l'agenda municipal últimament?

A part del projecte de l'escola no fins al moment.

3. Es fa difusió de les retribucions econòmiques que ofereix el govern espanyol per a la instal·lació de tecnologies renovables?

No se'n fa, principalment per falta de mitjans.

4. L'ajuntament es podria permetre donar ajudes suplementàries o sistemes de finançament als particulars que vulguin instal·lar tecnologies renovables en cas que no tinguin la capacitat econòmica de fer-ho?

En la línia de les subvencions provinents del Govern de les Illes Balears del 2014, està previst bonificar la llicència d'instal·lació al polígon industrial.

ORDENACIÓ TERRITORIAL

5. S'ha realitzat un POUM del municipi? En cas afirmatiu podríem accedir-hi?

El municipi no disposa d'un POUM en sí si no que la ordenació territorial s'ha dut a terme a través d'un pla general que preveu normes adaptades a les DOTS de 1999 . (6/1999, de 3 de abril, Directrices de Ordenación Territorial de las Illes Balears y de Medidas Tributarias)

6. S'ha realitzat algun altre tipus de planificació territorial a nivell municipal?

La informació es desplega més detalladament en les Normes Subsidiàries.

7. Disposeu de bases de dades cartogràfiques digitals sobre usos del sol?

L'entrevistada ens adreça a Ricard Cots responsable de la informació digital cartogràfica del CIME.

8. S'han fet mai estudis sobre la possibilitat de dur a terme aquestes instal·lacions renovables al municipi?

Al 2014 surten ajudes i se'n parla però no s'arriba a aprofundir finalment. No es realitzen estudis de consums ni econòmics a nivell general.

L'any 2011 es va fer un estudi de consum dels espais públics per treure a concurs un hipotètic canvi de distribuïdora d'electricitat municipal. Es crea la convocatòria del concurs públic dues vegades però fracassa en les dues ocasions.

9. En cas afirmatiu quines zones es postulaven com viables?

10. Quines zones creu vostè disponibles i viables des del punt de vista d'ordenació urbanística municipal?

Com que no estan realitzats estudis no sabia dir-vos zones concretes però considero que haurien de ser zones properes a les línies elèctriques per tal de poder fer amb una mínima infraestructura la connexió a la xarxa.

Per fer una instal·lació municipal en sòl rústic caldria que aquesta estigui contemplada en el pla director sectorial, en canvi si la instal·lació està vinculada a una activitat econòmica a o és de propietat privada es podria dur a terme sense necessitat d'estar prevista.

5.1.4.2 Sr. Rafael Muñoz Campos

L'entrevistat és enginyer del Consorci de Residus i Energia de Menorca, adscrit al Consell Insular de Menorca (CIME) i gestiona tots els temes d'energia que són competència del consorci.

- **Ens podries facilitar Dades de consum elèctric actualitzades del municipi. Les que hem trobat son del 2008 algunes i altres de 2012.**

La millor opció per aconseguir aquestes dades és contactar amb la Sònia Estradé de l'Obsam.

Pocs ajuntaments van al dia en el registre de les seves dades de consum i cap d'ells fa un registre de les dades del municipi més enllà de les pròpies (administració).

ENERGIA EÒLICA:

- **Creus que el parc eòlic d'Es Milà un model de parc aplicable al municipi d'Es Migjorn?**

En certa manera. És possible que amb un o dos aerogeneradors de 2,5 MW en una torre de 90 m i en ple rendiment fos possible abastir el municipi sencer.

El problema amb que es xocaria seria l'administració pública ja que ja va passar a Es Milà. La avaluació d'impacte ambiental feta pel govern de les illes balears (cal tenir en compte que no n'havien fet mai cap altra abans!) va obligar a reduir l'alçada dels aerogeneradors que en principi estaven projectats per que les torres arribessin als 70m i al final es van acabar instal·lant torres de 50 m. Es per eficiència i la capacitat de generació del parc va ser disminuïda per l'impacte visual d'aquest.

- **Quines característiques físiques ha de tenir un territori per ser un bon emplaçament per a un aerogenerador?**

Considerem que un emplaçament és apte si permet captar una energia anual equivalent al funcionament del parc a potencia nominal durant un mínim de 2200 hores. Aquesta xifra és la que permetria recuperar la inversió econòmica amb un

rendiment econòmic suficient. En el cas del parc eòlic d'Es Milà: $3,2\text{MW} \times 2.200\text{h} = 7.040\text{ MWh}$ l'any.

Evidentment per aconseguir això cal disponibilitat de recurs eòlic. Segons els model i configuració d'un aerogenerador (alçada de torre, longitud de les pales) i del règim de vents de l'emplaçament (fluixos, mitjans, forts, etc.) es cerca una configuració òptima durant un estudi temporal de recurs eòlic d'aproximadament dos anys i uns 100.000 € de pressupost

Aquests estudis es solen dur a terme per caracteritzar un emplaçament mitjançant una campanya de mesures anemomètriques. En la qual s'instal·len torres d'entre 50 i 80 m amb 2 o 3 punts de presa de dades en diferents alçades.

Cal tenir en compte per l'experiència prèvia que les dades del l'IDAE (instituto para la Diversificación i Ahorro de la Energía) són optimistes i cal descomptar-hi un 5%. Els valors obtinguts per l'IDAE provenen de dades mesurades a 80m d'alçada.

Els vents a partir de 3m/s són aprofitables, però perquè siguin útils cal arribar als 6 m/s. La mitjana ideal és de 6,5 m/s. Els vents amb més de 25 m/s de velocitat produeixen vibració en les pales i cal aturar l'aerogenerador per evitar danys. Això és conegut com efecte "cisalladura".

- **Quins requisits legals ha de complir l'emplaçament d'un parc eòlic?**

A la pràctica el més important és que entrin dins la legislació del Pla Director Sectorial pertinent perquè si no la tramitació s'eternitza. Pot arribar a durar tranquil·lament 14 o 15 anys en aquests casos.

Un emplaçament interessant seria el mar. L'eòlica marina però té el seu handicap en la falta d'estudis de les rutes migratòries de les aus. Tot i que hi ha maneres de pal·liar i evitar l'impacte dels aerogeneradors sobre les aus caldria realitzar aquests estudis.

- **Es podria establir algun tipus de relació entre potencia (kWh) eòlica i superfície ocupada a nivell d'eficiència**

Pel que fa als aerogeneradors es difícil establir un valor d'aquestes característiques ja que dependria de les especificacions de la instal·lació ja que tenen una capacitat de densitat energètica molt elevada comparat amb les plaques solars. Però a la vegada com més separats estiguin més potencia nominal podran tenir.

Un avantatge de les instal·lacions eòliques és que l'impacte a nivell visual i d'ocupació del territori és "temporal" ja que una instal·lació d'aquest tipus és completament desmantellable un cop acabada la seva vida útil.

- **Quin tipus d'instal·lació eòlica s'està instal·lant a nivell particular? (mosquits) Quina potència solen tenir?**

La mini eòlica és un complement per a la generació d'energia ja que funcionen des d'un règim de vents de brises però no superaran les 1.000 hores de funcionament a l'any.

- **Rotondes ciutadella: aerogeneradors verticals:**

- **En quina fase està el projecte (investigació, proves pilot, aplicació final)?**
- **Com funcionen, es a dir com estan dissenyats?**

- **Potència?**
- **Seria aplicable a nivell de parc eòlic i no només com a generadors aïllats?**
- **L'impacte ambiental és major o menor? (mes o menys soroll, mes o menys impacte visual...)**

L'entrevistat ens facilita les dades de contacte de l'enginyer al càrrec del projecte.

ENERGIA SOLAR:

- **Parc de son salomó dades generals, quin es plaques hi ha instal·lades? (model, potència/superfície.)**

A Son Salomó hi ha instal·lades plaques de Silici d'un 14% de rendiment

L'entrevistat ens facilita dades de contacte de l'empresa gestora del parc.

- **Binisafúller, dades generals, quin es plaques hi ha instal·lades? (model, potència/superfície)**

A binisafúller hi tenen dos tipus de plaques unes de Silici com a Son Salomó que tan sols són capaces d'aprofitar la radiació directa i unes altres de Thinfilm que són capaces d'aprofitar la radiació directa i la difusa.

L'entrevistat ens facilita dades de contacte de l'empresa gestora del parc.

- **Quines característiques físiques ha de tenir un territori per ser un bon emplaçament per un parc fotovoltaic?**

Es solen seguir els criteris del GOB (Grup Balear d'ornitologia i defensa de la naturalesa) per a la instal·lació de plaques fotovoltaïques.

- **Quins requisits legals ha de complir l'emplaçament d'un parc fotovoltaic?**

Els especificats en el Pla director sectorial.

Bases cartogràfiques digitals:

- **Saps quines variables es tenen en compte en els mapes de de l'IDE d'aptitud fotovoltaica i eòlica?**

- **Saps com podríem obtenir els mapes d'aptitud solar fotovoltaica, aptitud eòlica, irradiàncies, i de corrents eòlics, que estan penjats a l'IDE, però en format capa aplicable a un ràster. Per aque nosaltres puguem utilitzar-la a l'hora d'elegir les zones on proposaríem la instal·lació de parcs productors d'energia?**

Aquests mapes són propietat del Govern Balear i caldria que contactéssiu amb el CAIB per obtenir-les i perquè us puguin donar aquest informació.

ALTRES:

- **Es fa difusió de les retribucions econòmiques que ofereix el govern espanyol per a la instal·lació de tecnologies renovables? Creus que se n'hauria de fer més?**

S'ha anunciat en mitjans de comunicació i s'ha publicat al Boib però no se n'ha fet una difusió persistent, estaria molt bé que es dediquessin recursos a la difusió de coses importants com aquestes.

- **El govern Balear disposa d'algun tipus de subvenció pròpia per a impulsar les energies renovables?**

No es disposa d'una línia pròpia de subvencions. Es fan acords per distribuir les subvencions de la UE amb la federació d'equilibri territorial que si que estan orientats a impulsar les energies renovables i a l'eficiència energètica. Actualment hi ha disponibles ajudes d'entre el 25% i el 30% del cost d'instal·lació del sistema en instal·lacions d'autoconsum no connectades a la xarxa que provenen d'aquests fons europeus.

- **Hem llegit en un article que s'està Investigant l'aplicació d'una sinergia fotovoltaica + acumulació aigua de mar i producció h2 a l'illa, que en saps de tot això?**

És part de les investigacions d'un grup català que treballa per la sobirania energètica. Una de les propostes és enriquir el gas natural amb hidrogen per tal de millorar l'eficiència de la combustió mentre es continuen investigant formes eficients de produir hidrogen.

5.2 Estudi de la distribució del consum d'energia a Es Migjorn durant l'any

Com ja hem comentat i com es pot observar a la Figura 5.16 el consum elèctric a Es migjorn presenta una gran variació al llarg de l'any.

Per tal de fixar un objectiu de generació d'electricitat mensual s'ha calculat una mitjana per a cada mes dels últims 5 anys. Analitzant les dades però s'ha observat una tendència a l'alça en el consum d'electricitat durant els mesos d'agost i setembre dels últims dos anys.

Tenint en compte (1) que la dinàmica gairebé gaussiana de consum d'energia al llarg de l'any que es produeix al municipi de març a novembre s'adequa a la temporada turística, i (2) el context econòmic global, en el qual ens trobem en un estat que comença a donar senyals de sortir de la crisi econòmica, veí d'estats que ja es troben en una millor situació econòmica; sembla raonable atribuir l'augment de consum d'energia elèctrica que es produeix en els mesos d'agost i setembre respecte els anys anteriors, a l'augment d'afluència de turistes en aquests mesos els últims anys. Aquest raonament, per tant, dona lloc a la suposició que el consum en els mesos de temporada turística pugui continuar augmentant en els propers anys.

Per aquest motiu i pel fet que el consum elèctric dels mesos d'agost i setembre dels anys 2013 i 2014 supera el valor obtingut per a aquests mesos en calcular la mitjana dels últims 5 anys, com es pot observar a la Figura 5.16, es decideix utilitzar un altre sistema per a marcar definitivament un objectiu mínim de generació d'energia elèctrica renovable.

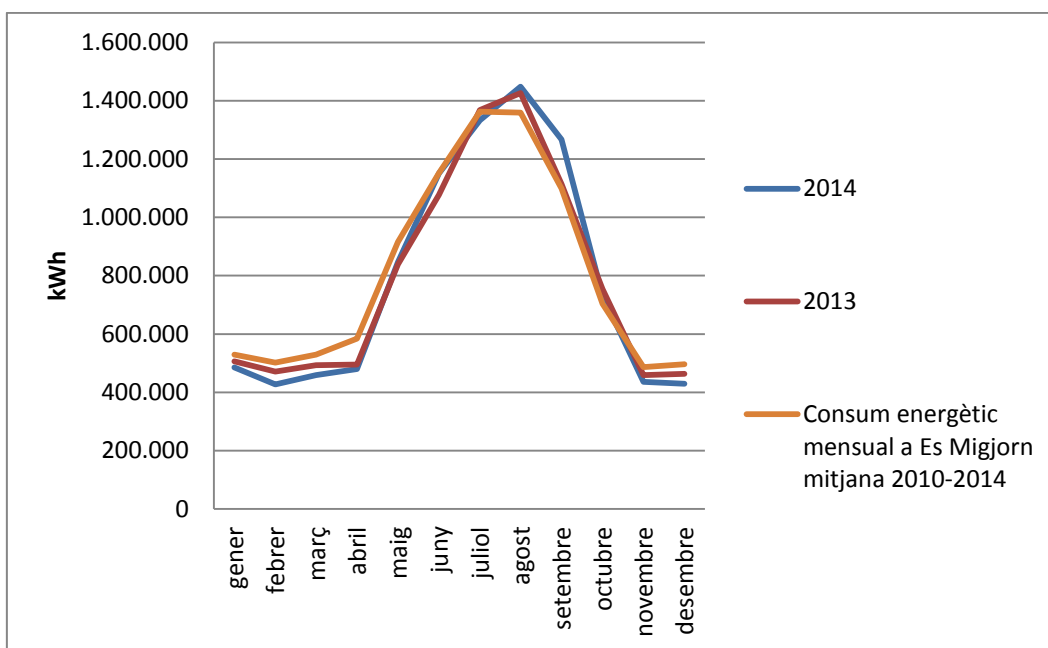


Figura 5.16: consum electric mensual a Es Migjorn. Font: elaboració pròpia.

El procediment que s'ha dut a terme doncs pretén sobreestimar les dades mensuals i així aconseguir consum màxim teòric. Per fer-ho s'ha construït una funció, els valors de la qual, representen el màxim consum elèctric que hi ha hagut per a cada mes en els últims 5 anys com es pot observar a la Figura 5.17.

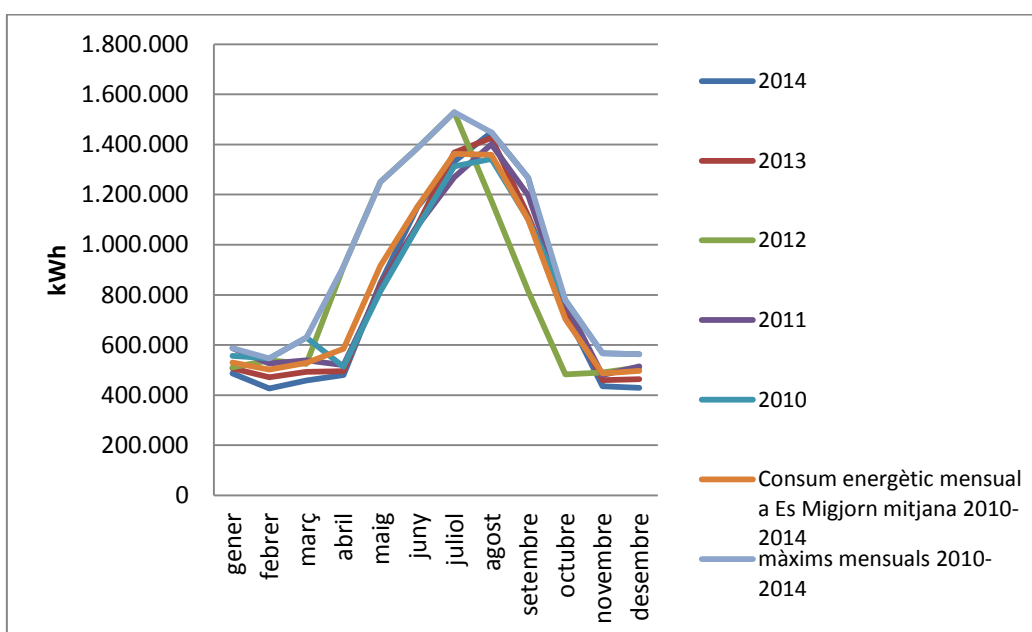


Figura 5.17: Construcció de la funció de màxims a partir de les dades de 2010-2014. Font: elaboració pròpia.

5.3 Càlcul de potència a instal·lar en mòduls solars per compensar el consum mensual.

El següent pas doncs, consisteix a fer una estimació de la potència necessària per abastir tot el municipi tan sols amb plaques solars.

Per fer-ho s'utilitza l'aplicació PVgis. Un cop estudiada la funció de màxims realitzada en l'apartat 0 s'agafa el valor més gran de la funció, el valor corresponent al mes de Juliol, i mitjançant el mètode d'assaig i error es fa una primera estimació del nombre de kWp a instal·lar perquè la producció sigui, el màxim d'ajustada possible però, igual o superior a la d'aquest mes. Aquest valor es 9.200 kWp (Figura 5.18). Un cop comparats els valors consum i producció segons PVgis per al més de juliol i, per a poder confirmar una producció suficient la resta de mesos de l'any, es representa gràficament la funció descrita pels valors de producció donat un sistema de 9200 kWp. Com es pot observar a la Figura 5.18 aconseguir la producció necessària per abastir el mes pic suposa una sobreproducció que suposaria la possibilitat de convertir-se en exportador d'energia i per tant una font d'ingressos.

Per fer aquesta estimació s'ha utilitzat el punt 39.932º Nord, 4.050º Est, (Figura 5.19) Altura sobre el nivell de mar: 108. És un punt geogràfic centrat en el municipi amb una aptitud mitjana per a les instal·lacions fotovoltaïques segons els criteris aptitud del Govern de les Illes Balears (LAVOLA, 2015).

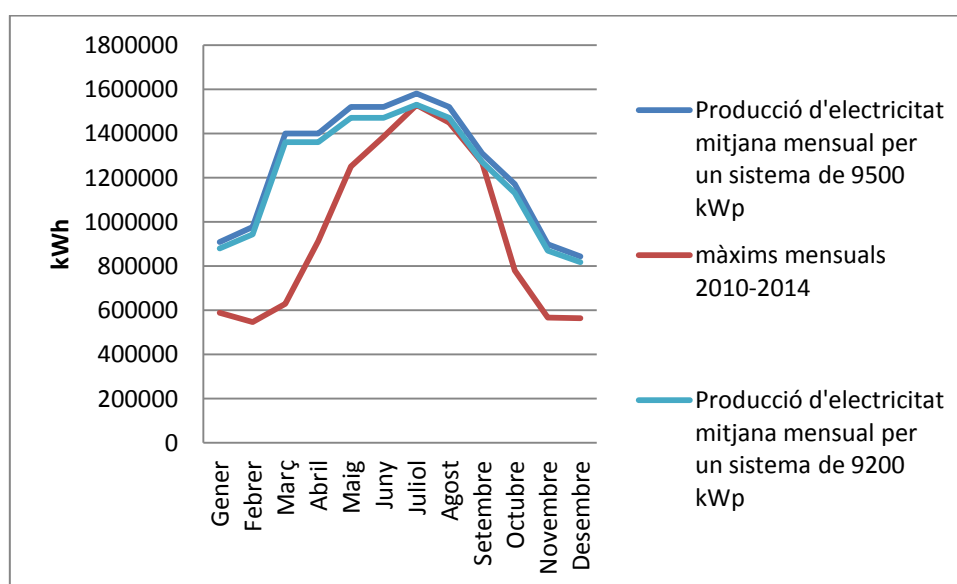


Figura 5.18: Comparació de la funció de màxims de consum energètic amb la producció donada per a diferents sistemes fotovoltaïcs segons PVgis. Font: elaboració pròpia.

L'energia solar fotovoltaica és una energia renovable adequada per a abastir el municipi ja que com es pot observar a la Figura 5.18 la seva dinàmica de producció al llarg de l'any té un comportament semblant a la dinàmica de consum d'energia al municipi.



Figura 5.19: Localització del punt realitzat per fer una primera estimació de la potència necessària per a abastir el municipi tan sols utilitzant plaques solars.

5.3.1 Diferència entre potència pic kWp i potència nominal kWn:

En aquest punt és important explicar la diferència entre potència pic (kWp) i potència nominal (kWn). La potència pic fa referència a la quantitat de kW instal·lada en forma de plaques solars mentre la potència nominal fa referència a la potència de l'inversor, l'equip elèctric encarregat de transformar l'energia generada per les plaques en energia apta per al consum.

La potència de l'inversor, per tant és la que determina el coll d'ampolla, ja que és el que marca la màxima potència que es podrà transformar. Per a poder aprofitar la radiació dispersa de moments com l'alba o la posta de sol es sol instal·lar més potència pic que nominal amb l'objectiu de poder fer funcionar l'inversor a màxima potència el màxim d'hores possible.

En el present estudi la sobredimensió dels camps fotovoltaics per poder produir el màxim de potència de l'inversor no s'ha dut a terme ja que caldria un estudi tècnic i econòmic més detallat per a poder precisar aquestes característiques de la instal·lació. És a dir, els càlculs es realitzaran tractant la potència pic com a potència nominal i suposant la instal·lació de les plaques i inversors necessaris per poder garantir la potència calculada durant totes les hores de funcionament.

5.3.2 Elecció dels mòduls solars:

Per a poder fer aquest càlcul de potència a instal·lar per compensar el consum mensual d'Es Migjorn és precis escollir un model del placa solar concret en base al qual fer els càlculs adients.

5.3.2.1 Càlcul i comparació de les eficiències dels diferents models considerats:

Taula 5.1:Taula d'eficiències dels models de mòduls solars considerats. (Font: Càlculs propis a partir de les dades disponibles al web Teknosolar.com)

Model	Eficiència
ATERSA A-300P (300W)	15,42%
ATERSA A-240P (240W)	14,7%
SCL-190P (Policristal·lí 190Wp)	14,88%
SCL-140P (Policristalina 140Wp)	14,11%
Amur Leopard Recom 250Wp	15,36%
SCL-250P (Policristalina 250Wp)	15,39%
ATERSA A-290P	14,91%
ATERSA A-295P	15,16%

Exemple de càlcul de l'eficiència dels models:

$$300W/placa \cdot (1placa/0,99 \cdot 1,965m^2) = 154,2W/m^2 \rightarrow 0,1542(kW/m^2)/1(kW/m^2) \cdot 100 = 15,42\%$$

S'ha escollit aquest model ja que té una bona eficiència i una gran capacitat de generació. Tenint en compte que l'objectiu de producció d'energia és elevat s'ha decidit optar per els mòduls amb més capacitat de generació.

El model escollit en aquest cas és Atersa A-300P 300W. És un mòdul de 300W de potència, dels més potents que es comercialitzen avui en dia.

En la fabricació de plaques solars una de les grans limitacions és l'eficiència de conversió de l'energia solar en energia elèctrica. L'energia solar arriba a la terra amb una potència mitjana d'1 kW/m² i l'eficiència de les plaques solars comercials sol estar entre un 12% i un 25%, tot i que en laboratori s'ha arribat a construir prototips d'una eficiència propera al 40%. En aquest cas tenim una eficiència de conversió de un 15,42%, com es pot observar a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** la més elevada que s'ha calculat en tots els mòduls que s'han considerat.

5.3.2.2 Característiques del mòdul solar Atersa A-300P 300W:

Mòdul policristal·lí d'alta transmissivitat, encapsulat amb etil-vinilacetat modificat (EVA).

- Potència: 300W
- Número de cel·les en sèrie: 72
- Intensitat en el punt de màxima potència: 8,21A
- Voltatge en el punt de màxima potència: 36,52V
- Intensitat de curtcircuit: 8,89A

- Tensió de circuit obert: 44,97V

Mides:

- Longitud: 1965 mm
- Amplada: 990 mm
- Gruix: 40 mm
- Pes: 24 kg

5.3.2.3 Estimació del nombre mòduls solars ATERSA A-300P necessaris:

Partint de la dada estimada de 9.200kWp calculada amb PVgis el nombre de plaques necessàries serà doncs:

$$9.200\text{kWp} \cdot (1\text{kW}/1\text{kWp}) \cdot (1\text{placa}/0,3\text{kW}) = 30.667 \text{ plaques.}$$

5.4 Càlcul de la superfície necessària per compensar el consum mensual d'Es Migjorn:

Per dur a terme aquest càlcul cal estimar primer diversos paràmetres.

5.4.1 Superfície ocupada pels mòduls:

Tenint en compte les mides dels mòduls solars: Longitud: 1965 mm; Amplada: 990 mm i que volem que aquests estiguin col·locats a una inclinació de 35° per maximitzar la irradiància rebuda l'hivern:

$$A_{\text{mòdul}} = a \cdot b$$

$$a = 0,99\text{m}$$

$$b = 1,965 \cdot |\cos(35)| = 1,775755$$

$$A_{\text{mòdul}} = 0,99 \cdot (1,965 \cdot |\cos(35)|) = 1,757998 \text{ m}^2$$

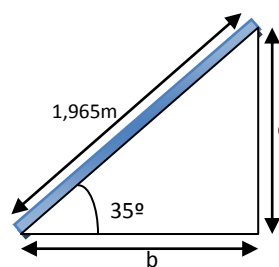


Figura 5.20: Esquema explicatiu de la col·locació i dimensions d'un panell fotovoltaic.

5.4.2 Distància necessària entre mòduls:

Com s'explica en la metodologia aquests càlculs s'han dut a terme en base a un model trigonomètric senzill que parteix dels següents figures: (es repeteixen en aquesta part del document per tal de facilitar la comprensió dels càlculs)

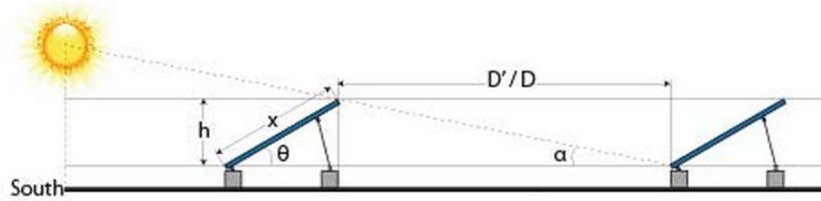


Figura 5.21: vista lateral dels mòduls inclinats mostrant l'angle d'altitud solar

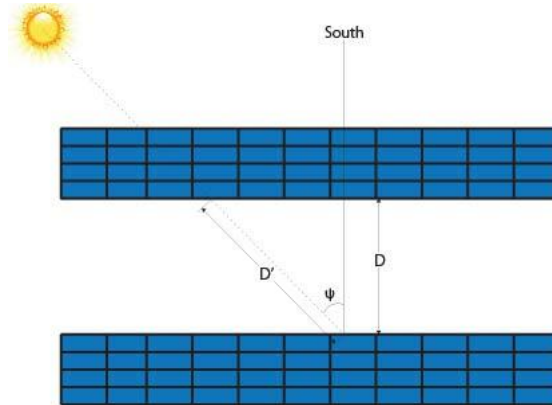


Figura 5.22: Vista superior mostrant la correcció de l'azimut solar.

L'objectiu és calcular la màxima ombra que generarà el panell solar al llarg de l'any. Com s'ha explicat en l'apartat El primer pas és determinar la posició del sol al cel en el solstici d'hivern (21 de desembre). és necessari calcular l'angle d'altitud solar i la correcció de l'azimut solar. Per fer aquests càlculs s'ha utilitzat l'aplicació NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration) Solar Calculator de l'Earth System Research Laboratory avalada pel departament de comerç dels Estats Units.

Per calcular l'angle d'altitud solar (α) i la correcció d'azimut solar (ψ) s'han utilitzat els següents valors:

- Latitud i longitud del punt a avaluar. S'ha utilitzat el mateix punt que per al càlcul d'estimació de potència introduït en l'aplicació PVgis.
- Data: dia, mes i any del qual es vol fer el càlcul: 21 de desembre del 2015.
- La zona horària: GW +1 (horari d'hivern).
- hora local: l'hora adequada per a poder realitzar aquest càlcul és aquella en la qual resta la meitat de les hores de finestra solar de l'hora en la qual s'arriba al migdia solar. No ha estat possible calcular exactament les hores de finestra solar, ja que no s'han trobat dades per poder dur a terme el càlcul. Tot i això en el mateix model s'especifica que en la majoria de zones d'aquesta aquesta finestra en 21 de desembre sol estar entre 5 i 6 hores. Posant-nos en el pitjor dels casos s'ha utilitzat una finestra solar de 5 hores. Per tant, tenint en compte que en el punt escollit el migdia solar es produeix a les 12:41 (segons worldtime.io) l'hora local utilitzada ha estat $12h41' - (1/2) \cdot 5 = 12h41' - 2h30' = 10:11$.

Introduint aquestes dades l'aplicació calcula: $\alpha=16,46^\circ$, $\Psi=141,91^\circ$. Introduint aquestes dades al model trigonomètric mostrat en la Figura 4.6 i la **Figura 4.5**:

$$h=x \cdot \sin\theta; \text{ on } \theta=35^\circ \text{ i } x=1,965\text{m};$$

$$D'=h/\text{tg}(\alpha) \rightarrow D'=(x \cdot \sin\theta)/\text{tg}(\alpha); \text{ on } \alpha=16,46^\circ;$$

$$D=D' \cdot |\cos(180-\Psi)| \rightarrow D=(x \cdot |\sin(\theta)|)/\text{tg}(\alpha) \cdot |\cos(180-\Psi)|; \text{ on } \Psi=141,91^\circ;$$

$$D=1,695 \cdot |\sin(35)|/\text{tg}(16,46) \cdot \cos(180-141,91)$$

$$D=0,832 \text{ m, és a dir } 83,2 \text{ cm}$$

D és doncs la distància que hi ha d'haver entre fila i fila de mòduls solars per tal que no es facin ombra entre ells en cap moment de l'any.

Per estimar la superfície total ocupada per un mòdul solar i la seva màxima ombra en hores d'aprofitament solar caldrà sumar aquesta longitud a la longitud "b" calculada anteriorment i multiplicar-ho per l'amplada del mòdul (anteriorment anomenada "a"), d'aquesta manera:

$$A_{(\text{mòdul+ombra})}=0,99 \cdot (0,832+1,776)=2,58\text{m}^2$$

5.4.3 Estimació de superfície total:

$$A_{\text{total}}=A_{(\text{mòdul+ombra})} \cdot \text{quantitat de mòduls solars necessaris}$$

$$A_{\text{Total}}=2,58 \cdot 30.667=79.120,86 \text{ m}^2$$

Segons els càlculs estimats, es necessitarien $79.120,86\text{m}^2$ per poder compensar tota l'energia que es consumeix a es migjorn generant-la tan sols mitjançant plaques solars. Això representa un 0,25% de la superfície total del municipi que és $31.383.860,38\text{m}^2$ (IDE, 2015).

5.5 Localització de les plaques solars fotovoltaïques.

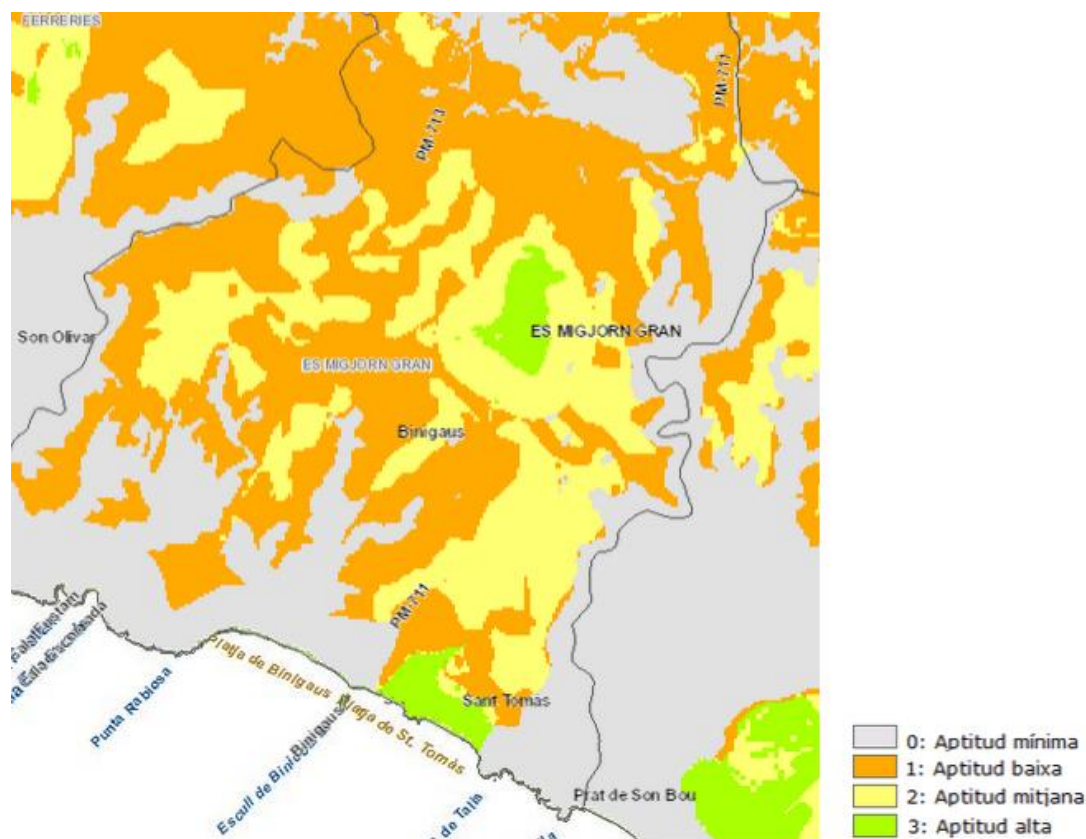


Figura 5.23: Capa d'aptitud fotovoltaica (zona d'Es Migjorn). Font: IDE

En aquesta capa es mostra diferenciat amb colors les 4 categories de la classificació del territori segons l'aptitud fotovoltaica a partir dels criteris anteriorment esmentats. S'ha treballat sobre aquesta capa per localitzar les zones que s'han cregut òptimes per a la instal·lació de plaques fotovoltaïques. Així doncs s'han escollit zones categoritzades amb valors 2 (aptitud mitjana) i 3 (aptitud alta) per digitalitzar mitjançant QGIS les possibles localitzacions per les instal·lacions.

S'han tractat tres blocs: El polígon industrial d'Es Migjorn, els complexos hotelers i possibles zones per a un parc fotovoltaic.

5.5.1 Polígon industrial:

S'ha digitalitzat les cobertes del polígon industrial d'Es Migjorn Gran categoritzat en la capa d'aptitud fotovoltaica amb un 3 (aptitud alta) per tal de saber la superfície aprofitable en aquest espai. S'ha escollit aquest espai a partir del mapa d'aptitud fotovoltaica i observant un impacte ambiental pràcticament nul.



Figura 5.24: Polígon industrial d'Es Migjorn Gran. Font: elaboració pròpia.(QGIS)

Taula 5.2: Polígon industrial: àrea disponible per a la instal·lació de mòduls solars i nombre de mòduls instal·lables

Polígon	Àrea (m ²)	Perímetre (m)	superfície útil (m ²)	Nombre de mòduls fotovoltaics instal·lables
1	638	102	536	208
2	401	80	321	124
3	1147	137	1010	391
4	1162	138	1024	397
5	601	100	501	194
6	847	122	725	281
7	1050	134	916	355
SUMA	5846	813	5033	1951

5.5.2 Complexes hotelers de Sant Tomàs.

S'ha digitalitzat les cobertes dels establiments hotelers de Sant Tomàs per tal de saber la superfície aprofitable en aquest espai. S'ha escollit aquest espai a partir del mapa d'aptitud fotovoltaica categoritzats amb un valor 3 d'aptitud (alta) i observant un impacte ambiental pràcticament nul. D'altra banda és el principal consumidor energètic durant la temporada

d'obertura (maig-octubre per a hotels i abril-octubre per a apartaments), per tant es considera que hauria de ser partícip de la compensació energètica.

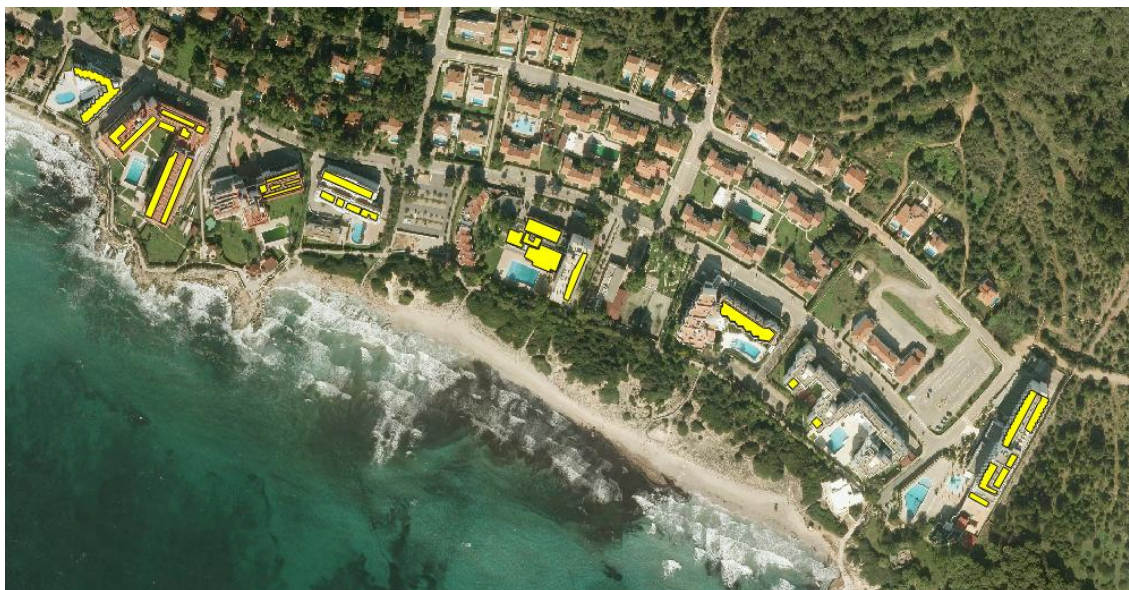


Figura 5.25: Cobertes aprofitables per a la instal·lació de plaques solars fotovoltaïques. Font: elaboració pròpia. (QGIS)

Taula 5.3: Complexes hotelers de Sant Tomàs: disponible per a la instal·lació de mòduls solars i nombre de mòduls instal·lables

Polígon	Area (m ²)	Perímetre (m)	superfície útil (m ²)	Nombre de mòduls fotovoltaïcs instal·lables
1	555	223	332	129
2	59	33	26	10
3	100	46	54	21
4	178	85	93	36
5	78	44	34	13
6	43	26	17	7
7	44	27	17	7
8	469	133	336	130
9	309	80	229	89
10	448	93	355	138
11	94	54	40	16
12	145	55	90	35
13	215	93	122	47
14	276	101	175	68
15	66	35	31	12
16	39	25	14	5
17	64	35	29	11
18	74	45	29	11
19	73	59	14	5

Polígon	Area (m ²)	Perímetre (m)	superfície útil (m ²)	Nombre de mòduls fotovoltaics instal·lables
20	83	72	11	4
21	29	30	-1	0
22	37	24	13	5
23	26	25	1	0
24	298	127	171	66
25	347	129	218	84
26	186	88	98	38
27	50	30	20	8
28	41	26	15	6
29	116	68	48	19
30	73	38	35	14
31	117	54	63	24
32	519	194	325	126
SUMA	5251	2197	3054	1184

5.5.3 Zones aprofitables per a la instal·lació de parcs fotovoltaics (Camps abandonats i pastures).

Per triar les zones on poder aprofitar la superfície per la instal·lació de plaques fotovoltaïques es parteix del mapa d'aptitud solar (IDE) i la capa d'usos del sòl. Selecciónt les zones que s'han cregut òptimes pel seu menor impacte ambiental . En aquest cas s'han creat diversos polígons en zones de camps abandonats.

D'altra banda, tal com es contempla dins el marc legal anteriorment mencionat en l'apartat 1.4.1.4.1 sobre Regulació de la modificació del PDSEIB, en qualsevol zona d'aptitud s'estableix que les instal·lacions de la magnitud que es preveuen se situaran o bé en espais degradats (espais denudats, pedreres abandonades, abocadors a restaurar i els espais no agrícoles ja transformats per activitats antròpiques en desús o en terrenys de baixa productivitat agrícola) o bé integrats de forma efectiva amb l'activitat agrària, d'acord amb el que estableix la legislació agrària vigent. En qualsevol cas, les instal·lacions de la magnitud que es plantegen s'han de tramitar per la via de l'obtenció de la declaració d'interès general d'utilitat pública.

Així mateix, la població constata la seva preocupació per la destrucció del sòl i la vegetació ja és la segona màxima preocupació pel que comporta la instal·lació de plaques solars fotovoltaïques com es pot veure en l'apartat 5.1.3.

Com es pot observar a la Figura 5.26 i a la Figura 5.27 els polígons delimitats com a possibles zones interessants segueixen aquestes premisses ja que s'han localitzat tots en zones especificades en el mapa d'usos del sòl com a camps abandonats i pastures.



Figura 5.26: mapa usos sòl. Font: IDE

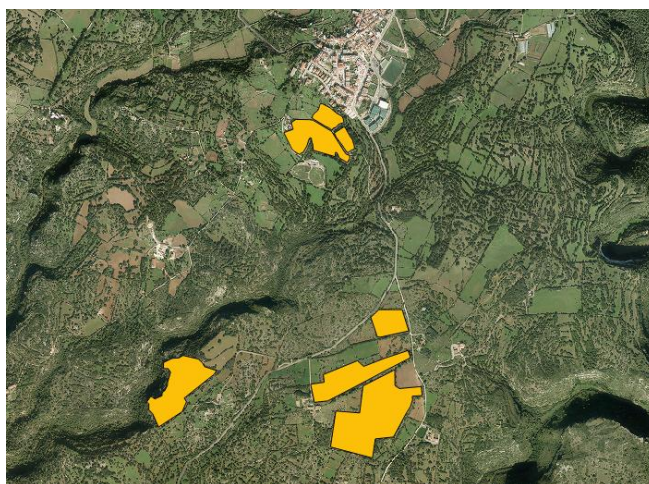


Figura 5.27: Zones aprofitables per a instal·lacions solars fotovoltaïques. Font: Elaboració pròpia (QGIS).

Com es pot veure en la següent figura S'exclouen els polígons marcats en groc degut a la seva proximitat al municipi per tal de reduir l'impacte visual sobre la població del municipi que situa l'impacte visual com l'impacte més rellevant (29% de la població). D'aquesta manera també es minimitzen els efectes de parpelleig que poden provocar molèsties a la població.

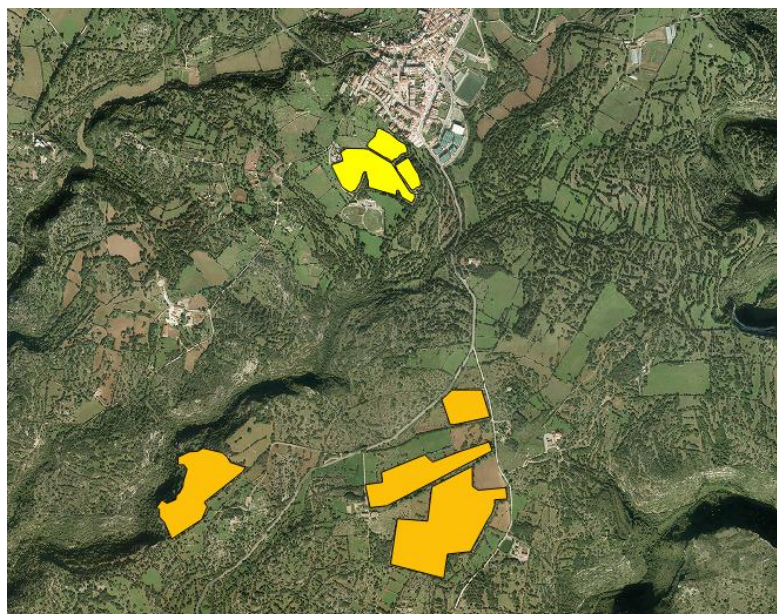


Figura 5.28: Zones aprofitables per a instal·lacions solars fotovoltaïques, primera exclusió. Font: Elaboració pròpia (QGIS).

Comparant-lo amb la capa d'aptitud fotovoltaica, es localitzen els polígons situats a les zones categoritzats com a mínim amb un 2 (aptitud mitjana).

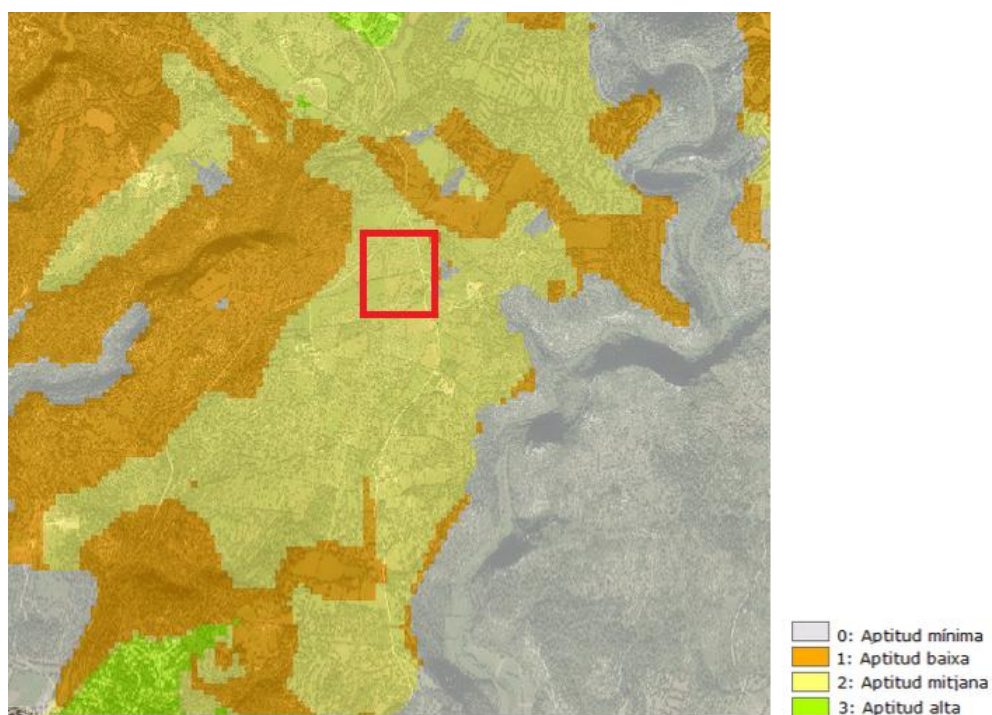


Figura 5.29: Localització de la zona escollida. Font: elaboració pròpia.

En aquest cas s'exclou el polígon senyalat a la següent figura degut a que és troba en una zona d'aptitud 3.

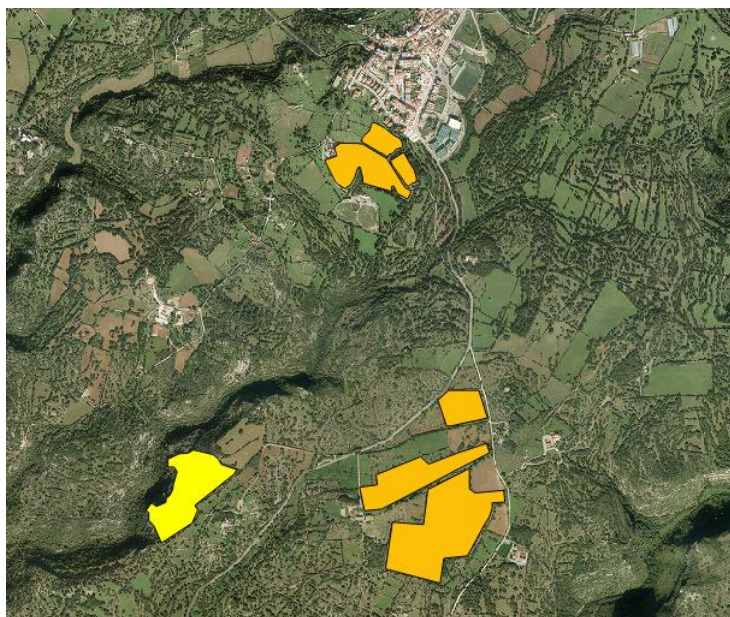


Figura 5.30: Zones aprofitables per a instal·lacions solars fotovoltaïques, primera exclusió. Font: Elaboració pròpia (QGIS).

Per tant els polígons més adequats són els tres que queden més al sud-oest de la Figura 5.31. D'aquests es descartarà el més petit ja que no té una mida suficientment gran com per encabir tot el parc solar necessari.

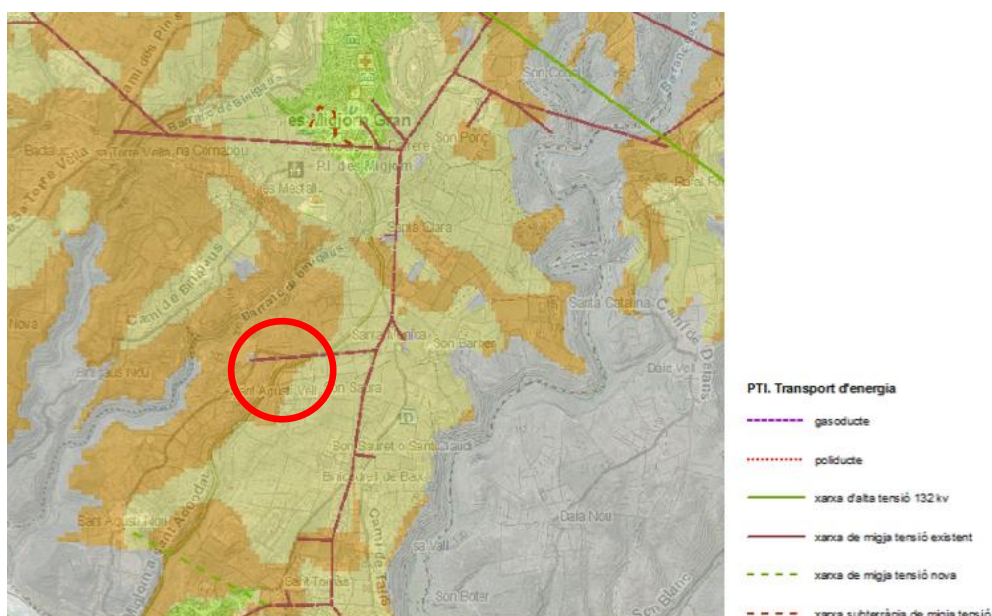


Figura 5.31: Zona òptima. superposició del mapa de xarxes de transport d'energia elèctrica als mapes d'aptitud fotovoltaïca i topogràfic.

Els polígons escollits es troben a una distància inferior a 500m de la infraestructura elèctrica existent. Així es minimitza el consum del sòl i de l'impacte paisatgístic associat que comportaria la construcció d'una línia elèctrica per tal de connectar el parc fotovoltaic a la

xarxa. A més a més, això suposa una reducció dels costos econòmics globals del parc. A més a més queden entre els dos nuclis de població i per tant entre els dos focus de consum, minimitzant així les pèrdues.



Figura 5.32: Capa zones òptimes per a instal·lacions solars fotovoltaïques. Font: elaboració pròpia.

Taula 5.4: Zones òptimes per a instal·lacions fotovoltaïques: àrea disponible per a la instal·lació de mòduls solars i nombre de mòduls instal·lables

Polígon	Àrea (m ²)	Perímetre (m)	superfície útil (m ²)	Nombre de mòduls fotovoltaïcs instal·lables
1	39193	1156	38037	14743
2	86822	1459	85363	33086
SUMA	126015	2615	123400	47829

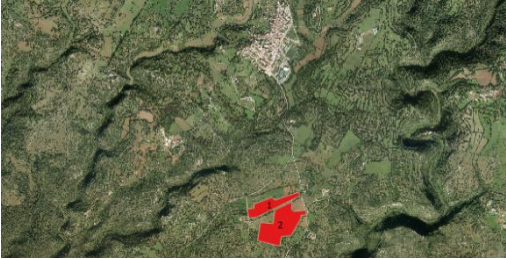
Com a resultat obtenim dos polígons que compleixen els requisits exposats amb una superfície total de 126.015m².

Com s'ha estimat en l'apartat 5.4.3, per generar l'energia necessària per abastir Es Migjorn íntegrament amb energia solar es necessita una superfície de **79.121m²**.

S'ha mesurat el perímetre dels polígons i s'ha descomptat 1 m² dels marges de tot el perímetre ja que les plaques fotovoltaïques escollides mesuren 0.99x(0.832x1.766)m i assumim que no és

possible omplir tot el polígon degut a la seva forma irregular. Per tant descomptem el mínim d' 1m^2 , que és l'amplada de les plaques i que no es pot afirmar que hi càpiguen íntegrament.

S'escull el Polígon nº2, amb una àrea de 86.822m^2 , si es descompta 1m^2 per cada metre de perímetre (1459), el qual representa un 1.68% de la superfície total resten 85.363m^2 . Una superfície suficient per la mida del parc solar necessari per abastir Es Migjorn. Així mateix es el polígon que presenta un major grau d'orientació N/S.

Escenari 1						
100% plaques solars fotovoltaïques						
Tipus de tecnologia	Marca	Model	Potència per unitat	Àrea ocupada per placa + ombra en el solstici d'hivern	unitats	Potència instal·lada
Plaques solars fotovoltaïques	Artesa	A-300P	300W	0.99x(0.832x1.766)m	30.667	9200KW
Distribució	Coberta Polígon industrial d'Es Migjorn Gran. (1)		Coberta Hotels de Sant Tomàs (2)	Camps de conreu abandonats (3)	  	
	1.951 Plaques		1.184 Plaques	47.829-(1.184)-(1951)		
				44.695 Plaques		
Justificació del polígon Escollits	-Utilitzar les cobertes suposa un impacte ambiental pràcticament nul. -Producció a les zones de màxim consum. -Aptitud solar:3		-Utilitzar les cobertes suposa un impacte ambiental pràcticament nul. -Producció a les zones de màxim consum. -Aptitud solar:3	-Revalorització d'un territori econòmicament marginat. -Distanciat del municipi per reduir l'impacte visual i efecte parpelleig. -Un únic terreny prou gran per avarar totes les plaques necessàries minimitza i concentra l'impacte. -Aptitud solar: 2		

5.6 Càlcul del nombre d'aerogeneradors a instal·lar per compensar tot el consum del municipi

En aquest apartat es detallen els càlculs i les estimacions que han estat necessaris per a poder compensar el consum del municipi instal·lant tan sols aerogeneradors.

5.6.1 Estimació de les hores de funcionament anuals dels aerogeneradors

Una de les qüestions més importants, a l'hora de calcular la producció que es pot obtenir de l'aprofitament de l'energia de les corrents eòliques, és el nombre d'hores anuals de vent que permeten als dels aerogeneradors funcionar a potència nominal. Per respondre a aquesta qüestió d'una manera precisa seria necessari un estudi anemomètric de la zona d'estudi el pressupost del qual segons Rafael Muñoz s'acostaria als 100.000€. Evidentment el present projecte no disposa ni dels mitjans econòmics ni del temps necessari per a dur terme un estudi d'aquest tipus.

En la bibliografia consultada, com s'explica en els antecedents, s'estima que a l'illa de Menorca en general hi ha vents superiors a 5m/s durant l'equivalent a 105 dies l'any, és a dir 2520 hores anuals. Tot i això no coneixem l'alçada a la qual es refereix aquesta mesura és per això que s'ha considerat adequat realitzar els càlculs en base a les hores de funcionament a potència nominal del parc eòlic d'Es Milà, que són 2.200 hores anuals.

La suposició que a un parc eòlic situat a Es Migjorn es podrien obtenir les mateixes hores de funcionament que a Es milà sembla prou sòlida si tenim en compte els següents factors:

- Els aerogeneradors que es volen instal·lar són més alts que els instal·lats a Es Milà.
- El règim de corrents eòliques guanya constància i continuïtat amb l'alçada ja que s'allunya de les pertorbacions que poden ocasionar els obstacles en el camí del corrent eòlic.
- A Menorca hi ha un règim de vents marcadament clar de direcció nord-sud, en qualsevol dels dos sentits. En l'entrevista amb Rafael Muñoz, de fet, l'entrevistat comenta que en els últims anys s'està detectant un augment dels vents provinents de Migjorn (Sud), cosa que tenint en compte la ubicació septentrional del municipi estudiat es una qüestió significativa.

5.6.2 Hores de funcionament mensuals

No ha estat possible la obtenció de dades de la dinàmica de les corrents eòliques mensualment. És per això que s'ha considerat oportú basar la distribució mensual d'aquestes hores en la producció mensual del parc eòlic d'Es milà. Per fer-ho per tant es realitza una mitjana per a cada mes de la producció registrada del 2004 al 2013 descrivint la funció següent:

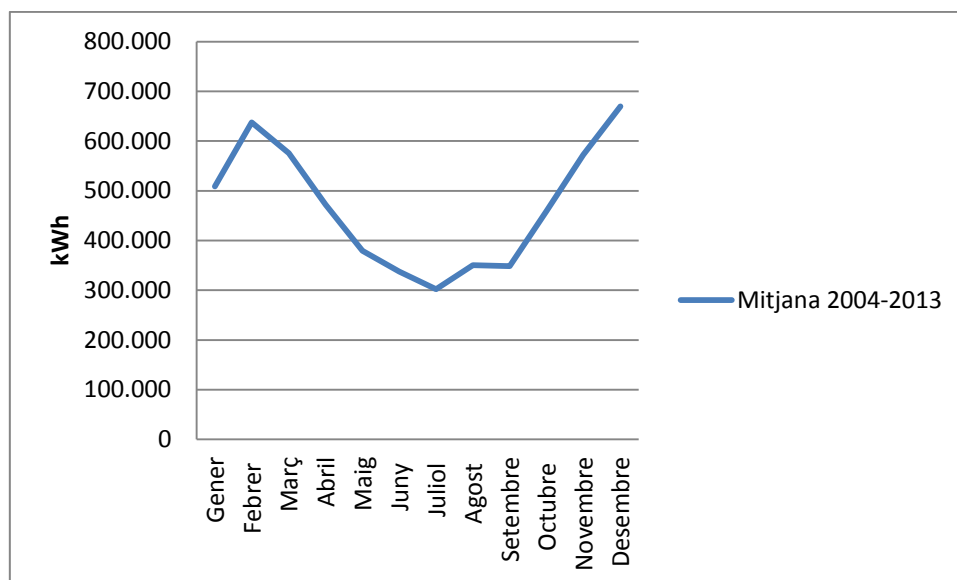


Figura 5.33: Representació gràfica de la mitjana mensual de producció 2004-2014. Font: elaboració pròpia.

Com es pot observar a la Figura 5.33 la producció energètica mitjançant energia eòlica és superior durant els mesos d'hivern arribant a un màxim absolut el desembre i un màxim relatiu al febrer.

Per poder distribuir les 2.200 hores al llarg de l'any s'ha calculat el percentatge de producció de cada mes respecte el total anual sobre les dades de la funció representada en la Figura 5.33.

Taula 5.5: Distribució estimada de les hores de vent aprofitable

	Mitjana de producció a Es Milà 2004-2013 (KWh)	Mitjana percentual respecte el total anual 2010-2013	Hores de vent aprofitable per als aerogeneradors (h)
Gener	508.578	9%	199,35
Febrer	637.261	11%	249,79
Març	575.752	10%	225,68
Abril	472.168	8%	185,08
Maig	379.423	7%	148,72
Juny	337.272	6%	132,20
Juliol	301.812	5%	118,30
Agost	350.546	6%	137,41
Setembre	348.616	6%	136,65
Octubre	459.409	8%	180,08
Novembre	572.383	10%	224,36
Desembre	669.377	12%	262,38
Anual	5.612.598	100%	2200,00

5.6.3 Càlcul de la potència necessària instal·lar:

Com es pot observar en l'apartat a l'apartat 1.2.4 del capítol Antecedents d'aquest projecte el consum energètic total l'any 2014 al municipi d'Es Migjorn va ser 9.495.149 kWh. Tot i això seguint el criteri utilitzat per als mòduls solars, s'agafarà com a objectiu de producció el sumatori dels valors màxims mensuals dels últims 5 anys. D'aquesta manera estarem realitzant una sobreestimació del total d'energia necessària a produir evitant així fer una instal·lació insuficient per a l'objectiu marcat. Aquest valor és doncs 11.466.173kWh.

Llavors tenint en compte 2.200 h de funcionament anuals la potencia a instal·lar serà de:

$$11.466.172\text{kWh}/2.200\text{h}= 5211,9\text{kW} \rightarrow 5,212 \text{ MW}$$

Tenint en compte la distribució mensual de les hores de funcionament a potència nominal realitzada en l'apartat anterior, una instal·lació exacta de la potència calculada produiria els valors mensuals mostrats a la següent figura:

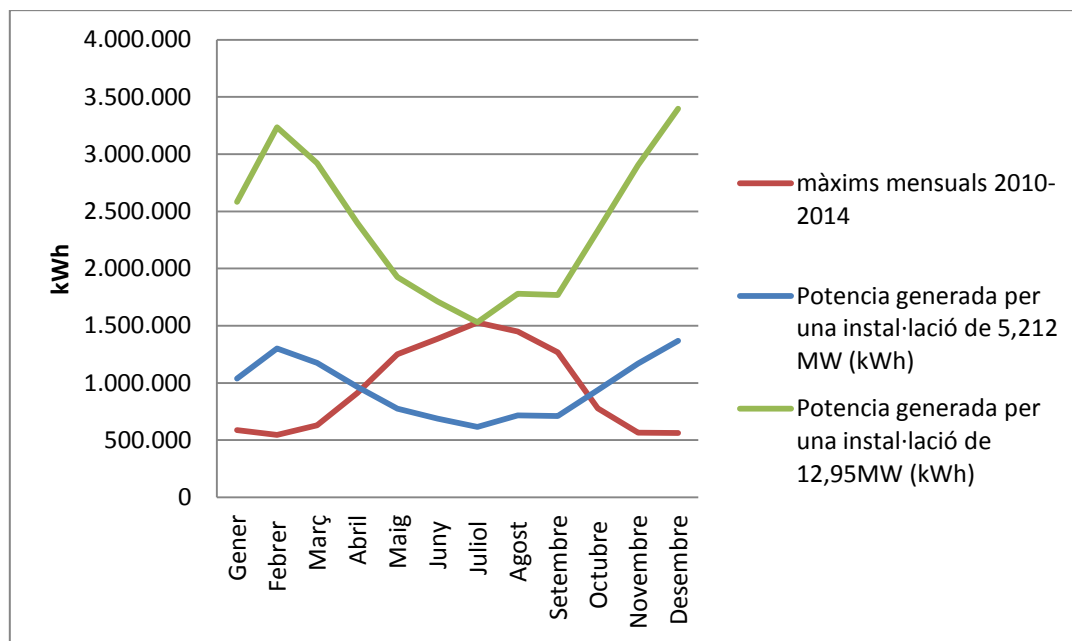


Figura 5.34: Comparació Producció mensual d'un teòric sistema eòlic de 5,212MW

Com es pot observar a la Figura 5.34 (i com ja es podia intuir en la Figura 5.33) la demanda energètica del municipi segueix una dinàmica anual completament oposada a la dinàmica de producció de l'energia eòlica. Per tant és demostra que amb una instal·lació que produís exactament l'energia que es consumeix anualment no es podrien satisfer les necessitats energètiques del municipi ja que la funció de producció i demanda mensuals tenen tendències oposades. És per això que és necessari, igual que en el cas de les plaques solars, prendre com a punt de partida dels càlculs la demanda energètica del mes en el qual el consum és més elevat. Per tant, caldria fixar-se en el consum del juliol que és 1.529,057 MWh. Llavors:

$$1.529,057\text{MWh}/(2.200\text{h}*118,30\text{h})= 12,93 \text{ MW}$$

Així doncs la instal·lació que caldria fer per abastir el pic de juliol només amb aerogeneradors seria de 12,93MW, una instal·lació molt gran tenint en compte que al parc eòlic d'Es Milà tan sols hi ha instal·lats 3,2 MW.

Aquest fet implica que abastir el municipi tan sols amb energia eòlica es tradueixi en una gran sobredimensió de la potència instal·lada en aerogeneradors causant un impacte sobre el medi ambient en desacord amb el consum elèctric del municipi. A més això suposaria un cost inicial molt elevat que tampoc estaria en consonància amb la demanda energètica d'Es Migjorn.

5.6.4 Elecció del model d'aerogenerador:

Rafael Muñoz responia a l'entrevista realitzada durant el treball de camp: << És possible que amb un o dos aerogeneradors de 2,5 MW en una torre de 80 m i en ple rendiment fos possible abastir el municipi sencer>>. Si sumem la intuïció d'un expert com el senyor Muñoz al fet que la instal·lació d'un parc eòlic, a priori, té més impactes sobre l'ecosistema com més aerogeneradors calgui instal·lar, el criteri resultant a l'hora d'escollir un model d'aerogenerador esdevé: aprofitar l'alta densitat de capacitat de generació energètica per unitat de sòl, de la que fan gala els aerogeneradors, utilitzant un model d'aerogeneradors d'alta potència per tal d'haver d'instal·lar-ne el mínim nombre possible. A més a més el fet que a les enquestes realitzades a la població d'Es Migjorn, un 30,3% dels enquestats manifesten que l'impacte que consideraven més sever de la tecnologia eòlica és l'impacte visual, reforça el criteri adoptat per a prendre aquesta decisió.

En el cas dels aerogeneradors les eficiències de transformació d'energia eòlica depenen de la mida de les pales, per tant un cop escollida la potència d'aerogenerador que es desitja un altre dels criteris que s'han seguit, quan es trobaven dos aerogeneradors de la potencia desitjada i amb el mateix diàmetre de pales, és el de mínima velocitat del vent per a assolir la potència nominal.

L'elecció s'ha dut a terme a partir de la llarga enumeració d'aerogeneradors de totes les potències que es pot consultar al web www.thewindpower.net. En aquest web es pot consultar una taula classificatòria d'aerogeneradors segons potències i diàmetres de pales que a més permet consultar les característiques específiques de cada model.

El model que s'ha escollit per a l'autosuficiència tan sols amb energia eòlica és el Harvester 3.3MW de la marca alemanya W2E. S'ha escollit un model de 130m de diàmetre de pales, el més elevat que s'ha trobat per a un aerogenerador d'aquesta potència, i una alçada de torre de 100m.

5.7 Localització dels aerogeneradors.

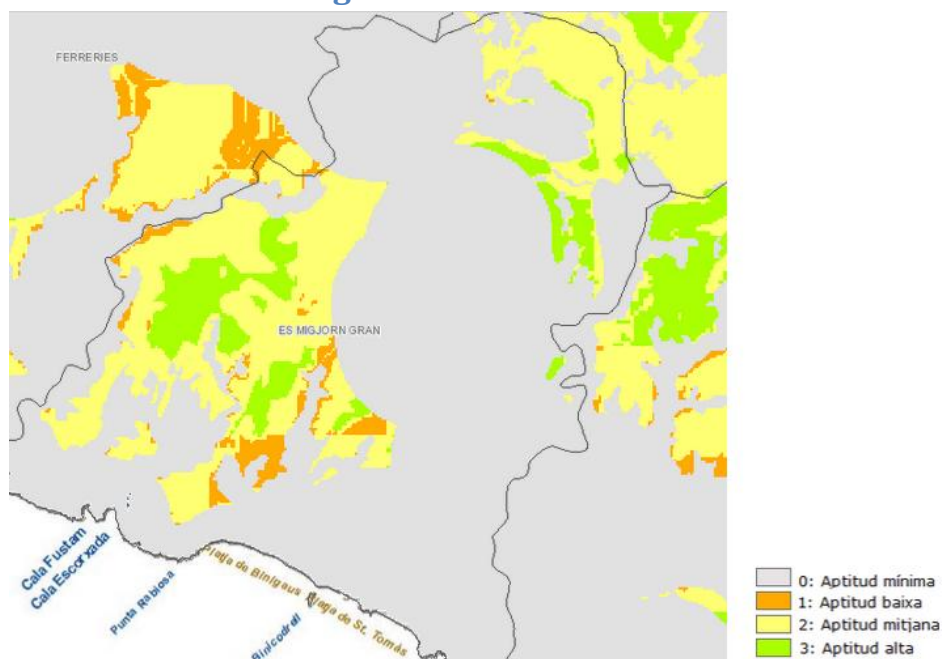


Figura 5.35: Capa d'aptitud eòlica zona d'Es Migjorn Gran. Font IDE.

En aquesta capa es mostra diferenciat amb colors les 4 categories de la classificació del territori segons l'aptitud eòlica a partir dels criteris anteriorment esmentats. S'ha treballat sobre aquesta capa per localitzar les zones que s'han cregut òptimes per a la instal·lació de d'aerogeneradors. Així doncs s'han escollit zones categoritzades amb valors 2 (aptitud mitjana) i 3 (aptitud alta) per digitalitzar mitjançant QGIS les possibles localitzacions per les instal·lacions.



Figura 5.36: Possibles emplaçaments per a aerogeneradors. Font: elaboració pròpia.

Les possibles ubicacions han d'estar situades a més d'un km de distància de nuclis urbans per tal d'evitar l'impacte acústic i l'efecte parpelleig.

D'altra banda es procura la màxima proximitat a les línies elèctriques preexistents, reduint així l'impacte per ús del sòl i paisatgístic que comportaria la construcció d'una ampliació de la xarxa elèctrica per tal de connectar el parc eòlic a la mateixa. A la vegada això suposa una reducció dels costos econòmics globals del parc.

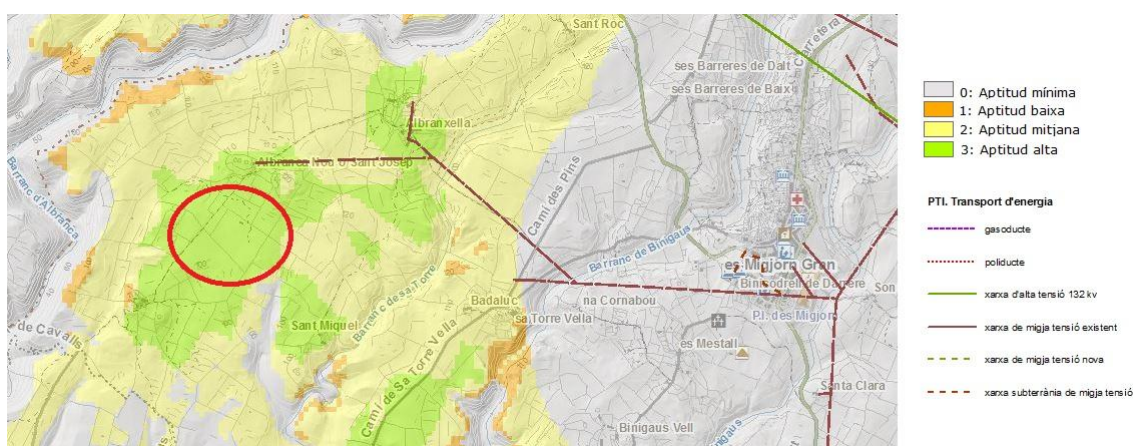


Figura 5.37: Zona òptima. superposició del mapa de xarxes de transport d'energia elèctrica als mapes d'aptitud eòlica i topogràfic.

5.8 Combinació de les dues tecnologies

Per a l'estudi de la producció combinada d'aquestes dues tecnologies s'ha calculat la producció segons el regim mensual de vents extret en l'apartat 5.6.2 d'un aerogenerador de 2,5MW i s'ha calculat, per assaig i error amb l'aplicació PVgis, que el sistema fotovoltaic que complementaria la producció eòlica per assolir el pic de Juliol hauria de ser de 7.450 kWp.

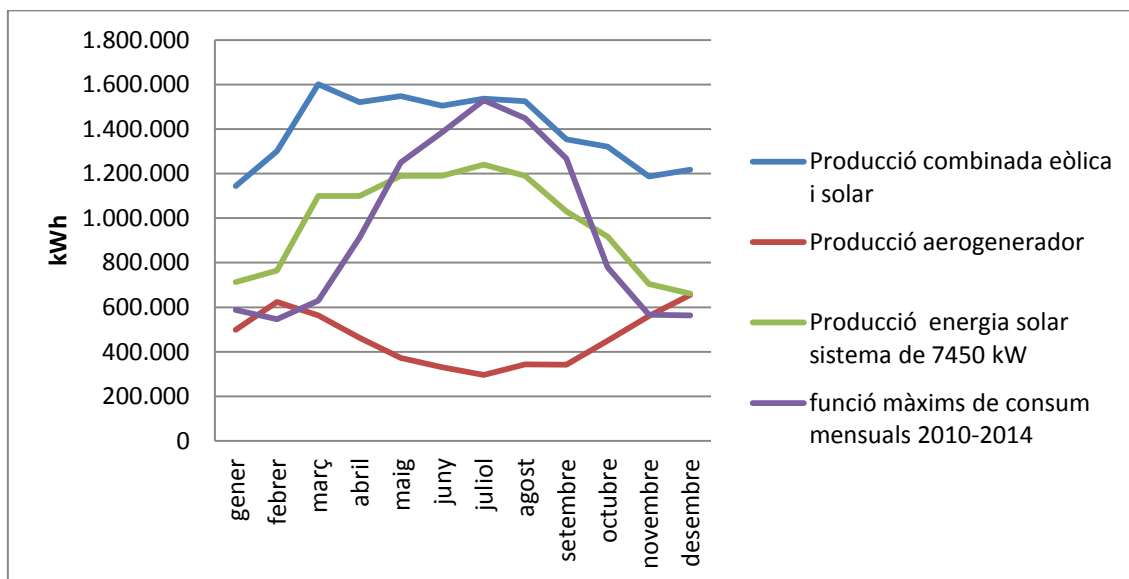
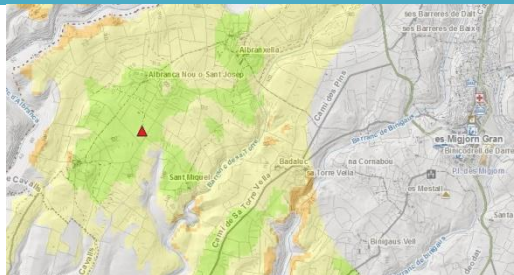


Figura 5.38: funcions descrites per a la producció d'electricitat d'un parc eòlic i un parc fotovoltaic i comparació amb la funció de màxims mensuals de consum d'Es Migjorn.

Com es pot observar a la Figura 5.38 el fet de sumar els valors de generació d'energia elèctrica de les dues tecnologies dona una producció amb superàvit en tots els mesos que no són juliol. el superàvit és major que en el cas de l'abastiment del municipi tan sols amb tecnologia fotovoltaica però menor que en el cas de l'abastiment d'aquest tan sols amb tecnologia eòlica.

Per altra banda el fet que la combinació de tecnologies produeixi una funció de generació mes plana dóna lloc a la hipòtesis que aquesta seria aplicable de forma més eficient si només s'hagués d'autoabastir a la població de dret. És a dir, es produiria un superàvit energètic molt més petit i, per tant, amb una inversió econòmica inicial molt menor i una ocupació del territori inferior es podria aconseguir un municipi autosuficient.

Escenari 3							Ús combinat de plaques solars fotovoltaïques i aerogeneradors	
Tipus de tecnologia	Marca	Model	Potència per unitat	Mida	unitats	Potència instal·lada		
Aerogeneradors	Aerodyn	aM 2.5/118	2500 kW	Ø=118m	1	2500 kW		
Plaques solars fotovoltaïques	Artesa	A-300P	300W		24.834	7450 kW		
Distribució	Aerogeneradors		Plaques solars fotovoltaïques					
	Un únic aerogenerador, situat a uns 500m entre Son Carabassa i Albranca Nou.		Coberta polígon: 1.951plaques Coberta Hotels: 1.184 plaques Camps de conreu abandonats: 21.699 plaques					
Justificació del polígon	-Es situa a una zona amb un cert distanciament del nuclis urbans, reduint l'impacte sobre els habitants.		Ídem Proposta 1.					
	.-Aptitud eòlica: 3							
Observacions	-Situació del sistema Es Migjorn connectat a la xarxa. -El model permet complir el pic màxim de demanda. D'altra banda, durant els mesos d'hivern (fora de temporada) l'aerogenerador produirà en excés. Es Recomana vendre a la xarxa.							

5.9 Discussió dels diferents escenaris renovables

En els tres escenaris plantejats s'ha generat tota l'energia elèctrica que es consumeix a es migjorn mitjançant energies renovables.

El consum turístic que es concentra principalment a Sant Tomàs, té diverses conseqüències sobre la capacitat de ser autosuficient del municipi. No és que impossibiliti l'autosuficiència, ja que com s'ha explicat a l'apartat 5.4.3 la superfície necessària per autoabastir el municipi tan sols ocupa el 0,25% del territori d'aquest, però d'entrada, implica una instal·lació de potencia nominal molt més elevada del que seria necessària per abastir tan sols a la població de dret. Això suposa que els costos econòmics i ambientals de les instal·lacions siguin desproporcionats tenint en compte que al municipi tan sols hi resideixen 1.470 habitants.

En aquest estudi s'ha pogut comprovar que la font d'energia renovable més adequada per a un sistema amb una dinàmica de consum tan influenciada pel turisme, com és Es Migjorn, és la solar fotovoltaica. Això és degut a que la dinàmica de producció d'energia solar està fortament estacionalitzada seguint la tendència de la demanda energètica d'un sistema d'aquetes característiques.

En el cas de l'energia eòlica també hi trobem una dinàmica de generació estacional però seguint una tendència oposada a la demanda energètica del sistema. Això descarta l'ús exclusiu d'energia eòlica per abastir el municipi ja que la sobredimensió necessària en aquest cas seria molt més exagerada que en el cas de les plaques solars.

No obstant, l'ús exclusiu de plaques solars té un gran desavantatge, la intermitència: un període llarg d'elevada nuvolositat produeix una disminució molt important en la capacitat del sistema de generar electricitat. Aquest fet impossibilita l'autoabastiment del municipi sense un sistema de generació alternatiu que permeti garantir el subministrament durant aquests períodes.

Utilitzant la combinació de les dues tecnologies renovables estudiades s'elimina l'estacionalitat de la producció energètica del municipi i es reduïen els problemes d'intermitència (to i que no s'eliminarien perquè la tecnologia eòlica també està subjecte a aquest handicap). Això ho convertiria en una opció adient si el consum del sistema estudiat no patís els efectes del turisme.

La necessitat d'instal·lar un sistema complementari ens portaria a una situació semblant a la del mercat d'energia elèctrica espanyol en el qual es mantenen instal·lacions generadores apunt per funcionar si hi ha un pic de consum però que es passen la major part de l'any parades, però aquest cop, en versió renovable.

En aquest punt és plantegen dues opcions: tractar Es Migjorn com un sistema connectat a la xarxa elèctrica menorquina o bé com a un sistema aïllat.

En el primer cas es solucionaria el problema de la intermitència de la producció energètica extraient l'electricitat de la xarxa quan la instal·lació renovable no doni una producció suficient. En aquest cas però no es podria considerar el municipi com a autosuficient ja que dependria de generació externa en les intermitències del sistema renovable.

En el segon cas, per a poder garantir el subministrament, caldria disposar d'una font de generació complementària amb la capacitat d'un ús puntual en funció de la intermitència de la instal·lació renovable realitzada. Amb l'objectiu d'utilitzar integrament energies renovables es presenta com a millor opció una planta de generació elèctrica a partir de biomassa. Aprofitant com a combustible productes de rebuig de l'agricultura, estelles i altres productes de rebuig provinents de la indústria fustera del polígon industrial d'Es Migjorn (Ca s'Arder) i fins i tot es podria incentivar la producció de palla en els camps abandonats per tal de garantir el combustible a la central i dinamitzar el sector agrícola menorquí. A més a més, com es duu terme a l'illa de Bronholm, es podrien utilitzar l'únic residu que generaria aquesta planta, la cendra, com a fertilitzant. De totes maneres caldria fer un estudi detallat de la viabilitat d'aquesta planta de biomassa. En cas de no ser viable es plantejaria la instal·lació d'una central tèrmica com a complement a la instal·lació renovable. Aquest segon cas és el més interessant perquè seria la manera d'aconseguir un sistema realment autosuficient.

5.10 Emissions de CO². De generació a compensació.

Menorca produeix 368.740 Tones de CO² a causa de la generació d'energia elèctrica. Amb un consum de 440.600 MW, només el 4,6% de l'energia consumida prové de fonts d'energia renovable, és a dir 20.27MW.

Aleshores ens trobem que 420,330 MW provenen de fonts no renovables, i amb unes emissions de CO² associades de 368.740 Tones de CO².

A Es Migjorn Gran es consumeixen 9.469MW any, dels quals es resta un 4,6 % que prové de fonts d'energia renovable, i per tant sense emissions de carboni associades. Se n'extreu: 9.033,43 MW es consumeixen a Es Migjorn Gran. Si es fa una comparativa amb el mix energètic de Menorca es comptabilitza que Es Migjorn Gran emet :

$$\frac{9.033,43 \text{ MW} * 368740 \text{ T CO}_2}{420330 \text{ MW}} = 7.924,693 \text{ T CO}_2$$

Aquestes 7.924,693 T de CO² seran evitades si es canvia cap a un model energètic sostenible i autosuficient, basat en energies renovables.

6 Conclusions

Viabilitat d'autosuficiència en energia elèctrica:

- En aquest estudi s'ha demostrat que **és possible satisfer la demanda energètica elèctrica d'Es Migjorn mitjançant energies renovables** tant en el cas d'instal·lacions solars fotovoltaïques com en el cas d'instal·lacions eòliques.
- El consum està fortament estacionalitzat degut a la elevada demanda d'energia elèctrica associada al Turisme durant el període abril-octubre. Això provoca que **els impactes associats a la infraestructura necessària per satisfer aquesta demanda siguin desproporcionats** respecte la població resident, **posant en dubte la viabilitat de la instal·lació**. Per això caldrà fer **proposes d'ecoeficiència per tal de reduir el consum** durant aquest període. Aquestes estaran focalitzades a Sant Tomás.
- **L'energia solar fotovoltaica és la tecnologia més adequada** per a abastir el municipi ja que la seva **dinàmica de producció** al llarg de l'any té un comportament **semblant a la dinàmica de consum d'energia al municipi**. Tot i això té el problema de la intermitència.
- **Cal compensar els efectes de la intermitència** de producció de les energies solar i eòlica, mitjançant una **font complementària**. Es proposa un estudi detallat de la viabilitat que aquesta sigui **una planta de biomassa**.
- **Totes les empreses** del sector turístic i del sector industrial manifesten conèixer aquest tipus de tecnologies i les **valoren positivament**. En canvi en el cas de la **població resident** un 80% dels enquestats manifesta conèixer les dues tecnologies però només **un 76% valora positivament la eòlica i un 73% valora positivament la solar**. D'altra banda **no hi ha cap valoració negativa** d'aquestes tecnologies (les respostes complementaries marcaven l'opció "no ho sé").
- En l'estudi de fluxos energètics s'ha constatat que per a realitzar un estudi de capacitat d'autosuficiència energètica no és suficient tractar tan sols dades anuals, degut a les grans fluctuacions intermensuals. **És necessari fer un estudi mensual del consum energètic** comparant la demanda energètica de la zona d'estudi amb les dinàmiques de producció de les energies que es volen utilitzar per tal de tenir una perspectiva adequada de punts fort i febles de cada tecnologia.
- En un escenari d'Es Migjorn autosuficient en energia elèctrica les emissions estalviades equivalen a 7.924,69 Tones de CO₂

Instal·lacions solars fotovoltaïques:

- L'àrea total ocupada per el model de mòdul solar escollit (Artesa A-300p de 300W) més la màxima ombra que efectuarà durant tot l'any és de 2,58m². Això permet calcular la superfície real que cal considerar per generar l'energia elèctrica necessària.
- La superfície total necessària per abastir Es Migjorn mitjançant únicament energia solar fotovoltaica és de 79.121m², un 0,25% de la superfície total del municipi.

- En la valoració del emplaçaments òptims s'han delimitat les següents àrees per a la instal·lació de plaques solars:



Instal·lacions eòliques:

- La potència necessària per cobrir la demanda d'energia elèctrica d'Es migjorn mitjançant l'aprofitament dels recursos eòlics del territori es de **12,93MW**.
- Es **descarta l'ús exclusiu de la tecnologia eòlica** degut a que la dinàmica de producció d'aquesta és completament contrària a la dinàmica de la demanda del municipi d'Es Migjorn.

Instal·lacions combinades:

- **L'ús combinat de les dues tecnologies, eòlica i solar fotovoltaica seria idònia si la demanda energètica no fos condicionada pel turisme.** Les instal·lacions combinades també produeixen un gran excedent d'energia en tots els mesos de l'any que no són el juliol, però la funció que surt de sumar les produccions elèctriques de les dues tecnologies és més plana, cosa que fa pensar que seria molt eficient fer una instal·lació d'aquestes característiques si no es produís el consum desmesurat que es detecta en temporada turística.

Enquestes

- No s'ha pogut enquestar al 5% de la població per tal tenir una mostra representativa, però és útil per tenir una idea orientativa de la situació actual.
- Només un 9% dels enquestats disposa d'instal·lacions d'energia renovable.
- Més de la meitat dels enquestats es plantegen instal·lar-ne , però l'elevat cost econòmic i també la desinformació del funcionament, rendiment i amortització d'aquestes tecnologies provoquen la baixa implantació d'aquests sistemes a particulars.
- La població presenta bona predisposició i acceptació tant cap a l'energia solar fotovoltaica com cap a l'energia eòlica; d'altra banda valoren l'impacte visual com el més significatiu de la implantació d'aquestes instal·lacions.
- Hi ha una forta sensibilitat i voluntat per part de la població enquestada (88%) per dur a terme una transició energètica col·lectiva cap a fonts renovables. En el cas que hi haguessin ajudes econòmiques per part de l'administració un 66% s'animaria a iniciar aquests projectes.
- Els complexes hotelers destaquen l'impacte visual com el més preocupant que modificaria el paisatge i podria perjudicar el turisme a la zona.
- Tant complexes hotelers com empreses del polígon estan interessats en la instal·lació d'aquestes tecnologies (la majoria es decanta per la solar fotovoltaica) però també reclamen millors ajudes econòmiques.

7 Propostes de millora

7.1 Premisses en que es basen els càlculs associats les propostes

Tenint en compte que el que provoca un consum desmesurat al municipi és el turisme s'ha considerat oportú fer una estimació del consum que suposa aquest de cara a fer propostes per reduir-lo.

Es considera que en el global d'una població resident el consum més elevat es produeix durant l'hivern degut al consum associat al confort i a que els dies són més curts, cosa que implica un consum en il·luminació més elevat.

Podria ser que el consum de la població durant els mesos d'estiu fos més elevat de l'esperat a causa de l'ús de sistemes d'aire condicionat. Tot i això només un 35,5% de la població espanyola disposa d'aquestes instal·lacions (INE, 2015). Seria lògic entendre que la distribució d'aquestes no és homogènia si no que està subjugada a les temperatures mitjanes i màximes en els mesos d'estiu en cada zona. Menorca al ser una illa rep l'efecte termoregulator del Mar Mediterrani i, per tant, a l'estiu les temperatures són menors que en la major part de la península. Per tant es podria deduir que el percentatge de sistemes d'aire condicionat per habitatge a Menorca, i per tant al sistema d'estudi, és menor que al global de la península.

Així, s'ha estimat un consum de la població a l'estiu similar al de l'hivern, considerant equiparable el consum en il·luminació i calefacció de l'hivern al dels sistemes d'aire condicionat a l'estiu.

A partir del consum del període novembre-març, en el qual el turisme no suposa un consum significatiu, s'ha calculat la mitjana per representar el consum de la població resident durant tot l'any. D'aquesta manera restant aquest valor mitjà del consum de cada mes del període turístic (abril-octubre) es pot estimar el consum mensual associat al turisme.

És obvi que el consum de la població al llarg de l'any no és constant. Tot i això s'ha decidit estimar-lo així com a base de càlcul per poder fer una estimació del consum associat al turisme. Això permetrà visualitzar una funció de consum modificada per les propostes d'eficiència energètica que es plantejaren. Aquestes propostes estaran focalitzades a reduir el consum de Sant Tomàs ja que és on es concentra la majoria d'activitat turística del municipi. Gràcies a això serà possible fer una estimació de la instal·lació renovable necessària.

A la Figura 7.1 es poden observar la funcions de consum estimades per a població i turisme i la funció de consum global que equival a la suma de les dues anteriors.

Aquesta diferenciació s'ha dut a terme amb l'objectiu de focalitzar les propostes de millora al sector turístic i poder dibuixar així la funció de consum total que descriurien diferents percentatges de reducció del consum tan sols en aquest sector.

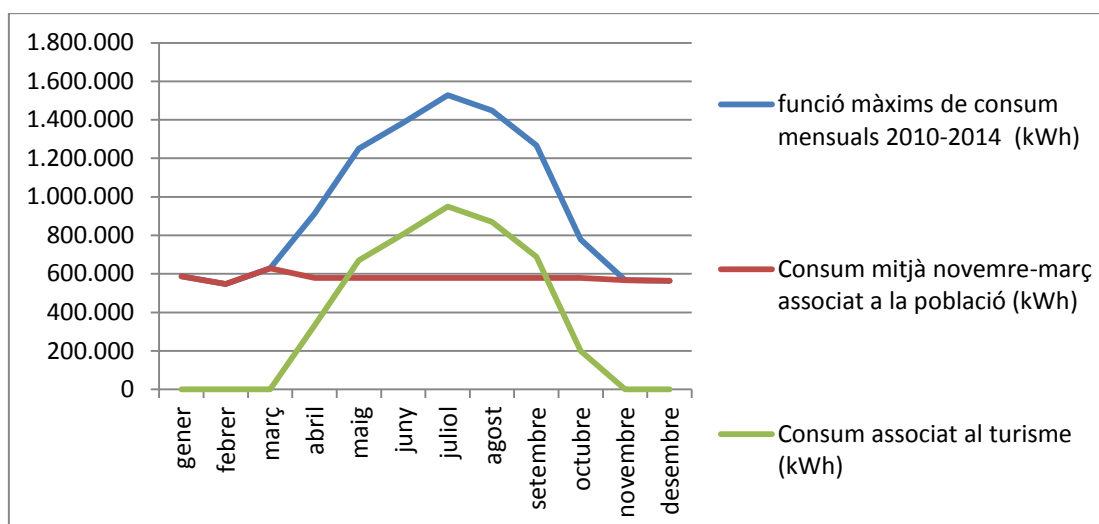
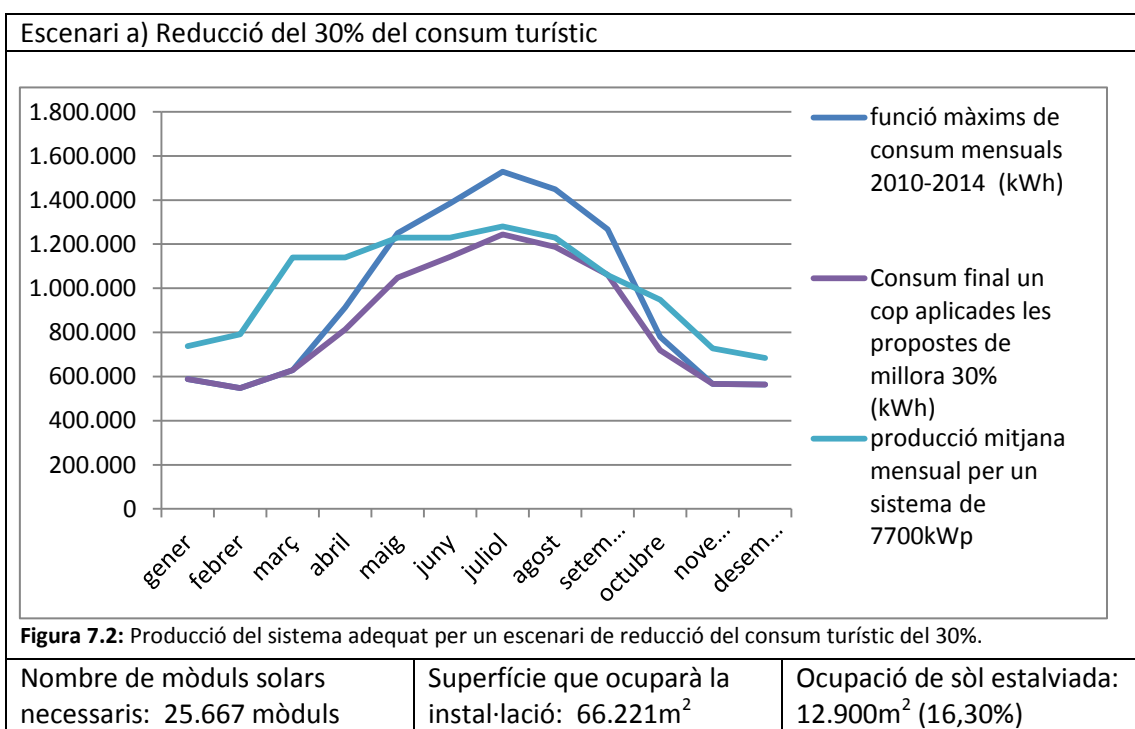


Figura 7.1: Comparació funció de màxims de consum mensuals(2010-2014), Consum estimat pel turisme i consum estimat per la població.

L'objectiu d'aquests càlculs és estimar el nombre de mòduls fotovoltaics que caldria instal·lar en tres supòsits diferents:

- que les propostes d'ecoeficiència tinguessin incidència suficient per reduir el consum del sector turístic un 30%
- que les propostes d'ecoeficiència tinguessin incidència suficient per reduir el consum del sector turístic un 20%.
- que les propostes d'ecoeficiència tinguessin incidència suficient per reduir el consum del sector turístic un 10% .



Escenari b) Reducció del 20% del consum turístic

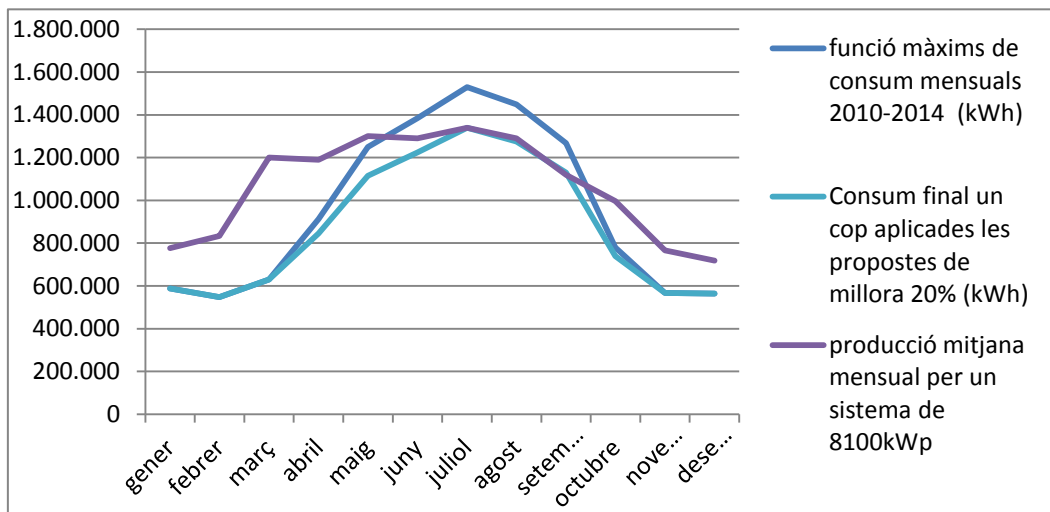


Figura 7.3: Producció del sistema adequat per un escenari de reducció del consum turístic del 20%.

Nombre de mòduls solars necessaris: 27.000 mòduls

Superfície que ocuparà la instal·lació: 69.660m²

Ocupació de sòl estalviada: 9.461m² (11,96%)

Escenari c) Reducció del 10% del consum turístic

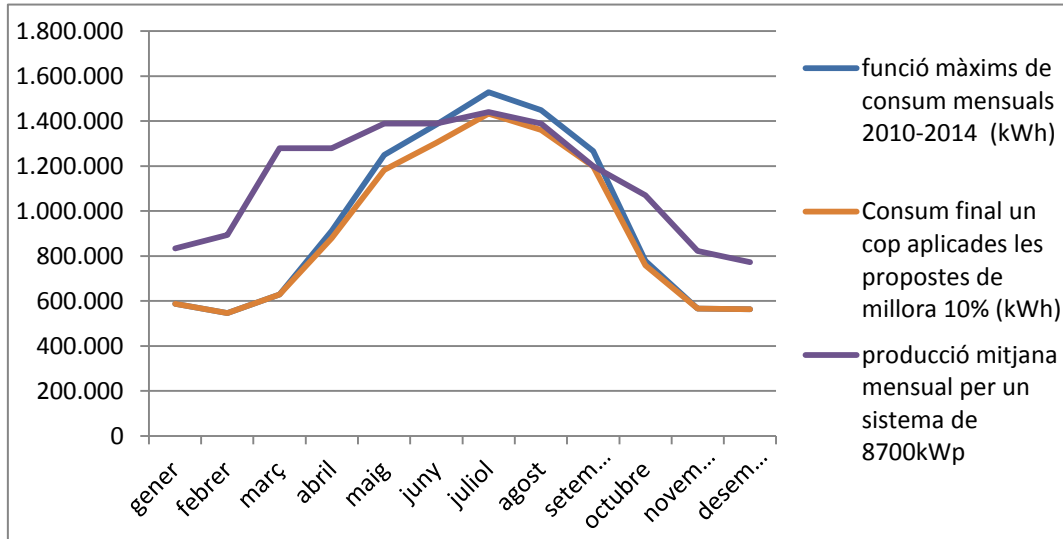


Figura 7.4: Producció del sistema adequat per un escenari de reducció del consum turístic del 10%.

Nombre de mòduls solars necessaris: 29.000 mòduls

Superfície que ocuparà la instal·lació: 74.820m²

Ocupació de sòl estalviada: 4.301m² (5,44%)

7.2 Proposta de millora: Aplicació del Programa d'ECOeficiència de Motor de Canvi

Objectiu: Reduir tant com sigui possible el consum elèctric dels complexes hotelers/apartaments.

Zona d'aplicació: Sant Tomàs.

Descripció: La urbanització de Sant Tomàs concentra la major part d'activitat turística d'Es Migjorn i es el causant de l'augment desmesurat que s'observa a la demanda d'energia elèctrica d'Es Migjorn. Per tant es centren les accions en aquesta zona per tal de reduir el consum general del municipi durant el període de abril-octubre (període d'afluència de turistes al municipi).

Agents implicats: Aquest programa ha d'estar executat pel gerent de l'establiment amb el suport de l'Administració.

Beneficis esperats: Reducció de del cost econòmic emprat en energia elèctrica. Reducció de les emissions de CO².

7.2.1 Programa d'ECOeficiència de Motor de Canvi per a Hotels i Apartaments

Taula 7.1: Programa ECOeficiència. Accions per al sistema il·luminació

ACCIONS	COSTOS	PRIORITAT
Il·luminació:		
Canvi de tots els sistemes d'il·luminació tant internes com externes del establiment per opcions més eficients. Requereix poca inversió i el retorn és molt ràpid.	BAIX	MITJANA
Utilitzar un sistema d'obertura de les habitacions/apartaments que no permeti abandonar-la deixant els llums o TV encesos.	MITJÀ	ALTA
Utilitzar sensors de presència en totes les zones de pas i WC, i sensors d'intensitat lumínica en tots els sistemes d'il·luminació.	MITJÀ	BAIXA
Fomentar les bones pràctiques energètiques entre els treballadors, perquè siguin l'exemple del "apagui al sortir".	ZERO	ALTA
Mantenir les làmpades i fonts d'il·luminació netes.	BAIX	ALTA

Taula 7.2: Programa ECOeficiència. Accions per al sistema climatització

ACCIONS	COSTOS	PRIORITAT
Climatització: Sense reduir el confort, procurar que sigui un procés eficient.		
Sobreposar a la capa exterior de l'edifici diferents capes de materials aïllants milloraria enormement el comportament tèrmic de l'edifici (panells de fusta, plaques de pedra o argila)	ALT	BAIXA
Incorporar sistemes de vidres i marcs més eficients, com les finestres de doble capa i marcs amb trencament de pont tèrmic.	ALT	BAIXA
Dispositius que projectin ombra sobre les finestres, impedit l'entrada directa de radiació. Sempre resulta més efectiu si es situa a l'exterior de la finestra.	MITJÀ	MITJANA
Millorar i/o revisar la qualitat d'aïllament dels conductes de transport fins als punts terminals i mantenir-los nets i en bones condicions.	MITJÀ	MITJANA
Mitjançant un Variador de velocitat, recircular per la impulsio del fluid que transporta al llarg del hotel, adaptant el caudal de la demanda tèrmica i estalviant energia d'impulsió.	ALT	BAIXA
Centralitzar la climatització de l'establiment i que permeti aturar-lo en les habitacions/apartaments desocupats.	ALT	MITJANA
Fixar un rang de temperatures de confort. S'aconsella 25-26°C.	ZERO	ALTA
Influir un mòdul de <i>free cooling</i> (refredament gratuït), que pot resultar molt útil i rentable ja que permet aprofitar l'aire de l'exterior, quan la temperatura és òptima, per regular les condicions de l'interior del edifici.	ALT	BAIXA

Taula 7.3: Programa ECOeficiència. Accions per al sistema cuina

ACCIONS	COSTOS	PRIORITAT
Cuina: Una part important del consum dels hotels es produeix a les cuines, i en aquestes els electrodomèstics i refrigeradors són els màxims consumidors.		
Plaques d'inducció, el rendiment i eficiència de les quals és el doble que les convencionals.	MITJÀ	BAIXA
Forns de convecció forçada.	MITJÀ	BAIXA

Taula 7.4: Programa ECOeficiència. Accions de bonificació al client

ACCIONS	COSTOS	PRIORITAT
Bonificacions al client : Incentivar els clients i fer-los partícips de la iniciativa ajudarà a complir els objectius d'estalvi energètic.		
Informació als clients sobre el programa i objectius d'estalvi energètic.	ZERO	ALTA
<u>Primera part:</u> Instal·lació de sistemes de monitoratge del consum a cada habitació/apartament. Que permeti al propietari i al client fer un seguiment del consum elèctric durant la seva estada.	ALT	BAIXA
<u>Segona part:</u> Incentivar la reducció del consum dels clients oferint bonificacions com la gratuïtat d'un àpat a l'establiment en cas que la mitjana diària de consum de la seva estada sigui menor a un valor fixat per l'establiment.	BAIX	BAIXA

8 Bibliografia:

- BioERS (2014); “Un nou present, un millor futur. Demanda real i potencialitat de les energies renovables a Menorca”; Treball de fi de grau; UAB;
- CAD (2015); “Anàlisi de l’energia solar tèrmica i fotovoltaica a Menorca. Indústria i turisme.”; Treball de fi de grau; UAB
- OBSAM (2015); “Introducció general a l’energia”(Indicadors bàsics, Sectors econòmics i energia).
- OBSAM (2012); “Temperatura 1950-2011”(Indicadors bàsics, Medi físic);
- OBSAM, IME (2003-2007): Cartografia digital de l'ocupació del territori de Menorca. Memòria final de projecte
- OBSAM (2012) “Pla territorial insular”;
- OBSAM (2012); “Temperatura 1950-2011”(Indicadors bàsics, Medi físic);
- OBSAM (2012); “Precipitació 1950-2011”(Indicadors bàsics, Medi físic).
- MARTA, P.(2012). “Anàlisi demogràfic als nuclis turístics de Menorca”. ASNAT, OBSAM, IME.
- LAVOLA (2015); “Modificació del pla director sectorial de les illes balears relativa a l’ordenació territorial de les energies renovables”; Govern de les Illes Balears.
- OBSAM (2015); Consum d’electricitat per municipis. Facturació.
- OBSAM (2015); Balanç energètic global a menorca.
- OBSAM (2015); Consum d’electricitat segons lloc i font de generació.
- SÒNIA, E.; JOANA, F.; MARTA, P (2009); “Context socioeconòmic de Menorca”; OBSAM, IME
- Remund (2013) “Linke turbidity factors for several sites in africa”
- SELFENERGY ESPAÑA; “Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Provincia de Alicante”. Agencia provincial de la energía de Alicante.
- ENERCON. “El aerogenerador para cada emplazamiento”
- CIME. (30 de juliol de 2012); “El Govern prepara un pla per definir les possibilitats de les energies renovables a Menorca”.

Llocs Web.

Afordable solar:

- <http://www.affordable-solar.com/Learning-Center/Building-a-System/Calculating-Tilted-Array-Spacing>

Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division. (National Oceanic & Atmospheric Administration, U.S. Departament of Commerce)

- <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/>.

Gamesa:

- <http://www.gamesacorp.com/recursos/doc/productos-servicios/aerogeneradores/catalogo>

Amsc. Windtec:

- <http://www.amsc.com/windtec/index.html>

The wind power:

- http://www.thewindpower.net/turbine_es_424_windtec_wt5500fc-140.php
- http://www.thewindpower.net/manuturb_turbines_es.php?tri=2

PVGis:

- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- Aplicació:
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Portal energètic de les Illes Balears.

- http://dgener.caib.es/www/user/portalenergia/actuacions_atles.ct.htm

Teknosolar:

- <http://www.teknosolar.com/>
- <http://www.teknosolar.com/placas-solares.html>

Institut Català d'energia.

- <http://www20.gencat.cat/portal/site/icaen/menuitem.897a4be85d3b580ec644968bb0c0e1a0/?vgnextoid=cc9edcff53e3d110VgnVCM1000008d0c1e0aRCD&vgnnextchannel=cc9edcff53e3d110VgnVCM1000008d0c1e0aRCD&vgnnextfmt=default>

Govern de les Illes Balears: Direcció General d'Indústria i Energia

- <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST253ZI141515&id=141515>

energies costos i dimensionament:

- http://www.coac.net/mediambient/renovables/energia_solar_fotovoltaiica/costos_dimensionio.htm

World Time.io

- http://worldtime.io/sunmoon/cf_3_30_07749_es_migjorn_gran_spain/72702?month=12&year=2015

Bright Green Business

- <http://brightgreenbusiness.com/en-GB/Energy-infrastructure/The-coastal-near-wind-turbine-Park-2.aspx>

State of Green

- <http://stateofgreen.com/>
- <https://stateofgreen.com/en/profiles/projectzero>

Green seminars

- <http://www.greenseminars.org/>

Bornholms Forsyning

- <http://www.bornholmsforsyning.dk/>

BOFA (residus Bornholm)

- <http://www.bofa.dk/>

PTI: CIME

- <http://www.cime.es/Contingut.aspx?IDIOMA=2&IdPub=260>

Portal energètic de les Illes Balears.

- <http://www.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?mkey=M0807081137367224693&lang=CA&cont=6288#>

Ajuntament d'Es Migjorn Gran.

- <http://www.ajmigjorngran.org/comercios/guiacomercios.aspx?Seccio=76>

Portal de Cartografia de Menorca.

- <http://cartografia.cime.es/portal.aspx>
Visualitzador.
- <http://ide.cime.es/visoride/>

9 Pressupost.

Costos Variables	Tipologia	Concepte	Preu Unitari	Unitats	Personal	Preu
Recursos Humans	Honoraris	Treball d'oficina	12€/hora	280 h	2	6.720,00€
		Treball de camp	15/hora	48 h	2	1.440,00€
	Transport	Bitllet d'avió	95€	1 bitllet	2	190,00€
		Lloguer de vehicle	100€	1	-	100,00€
		Carburant (gasolina)	85€	-	-	85,00€
	Estada	Allotjament (Mongofra)	-€	1setmana	-	-€
		Dietes (Mongogra)	- €	1setmana	-	-€
Materials	Activitats	Material d'oficina	-	-	-	50,00€
		Impressió Enquestes	0.05 €/pàgina (blanc i negre)	50	-	2,50€
		Impressió del Projecte	0.05 €/pàgina (blanc i negre)	260	-	13,00€
			0.35 €/pàgina (color)	130	-	45,50€
		Enquadernació	4€	2	-	8,00€
		CD's	1€/CD	6	-	6,00€
Costos fixos: 15% dels costos variables						1.298,93€
TOTAL (costos fixos + costos variables)						9.958,43€
IVA (21%)						2.091,27€
TOTAL + IVA						12.049,70€

ANNEX I

ANNEX I: Explicació de criteris, factors i restriccions dels mapes d'aptitud

1. Criteris d'aptitud considerats per a la implantació d'instal·lacions d'energia solar fotovoltaica.

1.1. Factors:

Taula 5: *factors considerats en el model d'aptitud per a l'energia solar fotovoltaica. Font: LAVOLA*

FACTOR	VALOR	VALOR D'APTITUD
Distància a infraestructures elèctriques existents (minimització del consum de sòl i de l'impacte paisatgístic)	>2 km	1
	2-0,5 km	2
	< 0,5 km	3
Àrees de protecció de risc (inundacions, erosió, esllavissada o incendi)	dins	1
	fora	3
Classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural (ANEI, ANIT) i paisatgístic (ARIP –no boscos-, AIP de Menorca)	dins	1
	fora	3
Nuclis urbans i àrees de transició (sòl rústic reservat per al futur creixement urbà)	dins	3
	fora	2
Àrees d'interès agrari (PTI)	dins	1
	fora	3

FACTOR	VALOR	VALOR D'APTITUD
Hàbitats d'interès comunitari prioritari	dins	1
	fora	3
Hàbitats d'interès comunitari no prioritari	dins	2
	fora	3
Fauna	Criteri que es considera integrat en les restriccions establertes per a espais naturals protegits i en d'altres criteris tals com els hàbitats d'interès comunitari i les zones d'interès per a la connectivitat.	
Zones d'interès per a la connectivitat ecològica	dins	2
	fora	3
Paisatge	Grau de valor i fragilitat del paisatge màxim	1
	Grau de valor i fragilitat del paisatge alt	2
	Grau de valor i fragilitat del paisatge moderat	3
Usos del sòl	Cobertes naturals	2
	Usos agrícoles	2
	Usos artificials i terrenys sense vegetació	3

1.2. Restriccions:

Les restriccions aplicades als quals tenen assignats un valor d'aptitud zero són els següents:

Taula 6: *Restriccions considerades en el model d'aptitud per a l'energia solar fotovoltaica. Font: LAVOLA*

RESTRICCIONS	APTITUD
Espais naturals protegits: Parc Nacional, Parc Naturals, Reserves, Monuments Naturals i Zona d'exclusió i d'ús limitat del Paratge Natural de la Serra de Tramuntana)	0
Àrees d'Alt nivell de protecció establertes pels PTI (excepte Zona d'ús compatible i ús general del Paratge Natural de la Serra de Tramuntana)	

RESTRICCIONS	APTITUD
Àrees Naturals d'Especial Interès (ANEI) i les Àrees Rurals d'Interès Paisatgístic (ARIP) definides per la Llei 1/1991, de 30 de gener, d'espai naturals i de règim urbanístic de les àrees d'especial protecció de les Illes Balears i recollides en el planejament territorial i urbanístic vigent.	
Nuclis de la Reserva de la Biosfera (Menorca)	
XARXA NATURA 2000 LIC	
XARXA NATURA 2000 ZEPA	
Zones humides i zones Ramsar	
Alzinars protegits	

1.3. Regla de decisió.

La regla de decisió és el procediment aritmètic que permet creuar els diferents criteris i obtenir el mapa d'aptitud. En la present anàlisi s'utilitza la **suma lineal ponderada** com a regla de decisió, la qual consisteix en la suma del valor d'aptitud que pren cada criteri, considerant el pes d'aquest en relació amb la resta de criteris.

$$\text{APTITUD} = \sum (F_i * p_i)$$

On:

F i es el valor d'aptitud que pren cadascun dels factors considerats (1, 2 o 3), essent 1 el valor d'aptitud més baix i 3 el valor d'aptitud més alt.

p i és el pes assignat a cadascun del factors.

1.3.1. Ponderació dels pesos dels diferents factors.

De la mateixa manera que el valor que pren un determinat factor correspon a un grau d'aptitud diferent, els diferents factors que intervenen en l'anàlisi poden tenir més o menys importància a l'hora de determinar l'aptitud del territori per un determinat ús. Alguns factors tenen una importància ambiental o social tal que poden requerir un tractament prioritari i, per tant, han de tenir més pes en la regla de decisió.

1.3.2. Assignació de pesos.

Taula 7: Matriu de comparació per parells. Font: LAVOLA.

VALOR A _{ij}	QUAN EL CRITERI i COMPARAT AMB EL CRITERI j ÉS:
1/9	Absolutament menys important
1/7	Fortament menys important
1/5	Notablement menys important
1/3	Lleugerament menys important
1	Igual d'important
3	Lleugerament més important
5	Notablement més important
7	Fortament més important
9	Absolutament més important

1.3.3. Pesos per als factors d'aptitud per a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica.

Per a l'energia solar fotovoltaica s'ha establert la següent matriu:

Taula 8: Importància relativa dels factors per parells dels factors per a l'energia solar fotovoltaica. Font: LAVOLA.

	Distància a infraestructures elèctriques existents	Àrees de protecció de risc	Classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural i paisatgístic	Nuclis urbans i Àrees de transició (sòl rústic reservat per al futur creixement urbà)	Àrees d'interès agrari	Hàbitats d'interès comunitari prioritari	Hàbitats d'interès comunitari no prioritari	Zones d'interès per a la connectivitat ecològica	Paisatge	Usos del sòl
Distància a infraestructures elèctriques existents	1,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	0,33	1,00	0,20
Àrees de protecció de risc	5,00	1,00	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural i paisatgístic	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	3,00	1,00	1,00
Nuclis urbans i Àrees de transició (sòl rústic reservat per al futur creixement urbà)	5,00	3,00	1,00	1,00	1,00	3,00	7,00	1,00	5,00	1,00
Àrees d'interès agrari	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	7,00	1,00
Hàbitats d'interès comunitari prioritari	5,00	1,00	0,33	0,33	0,33	1,00	3,00	1,00	1,00	0,33
Hàbitats d'interès comunitari no prioritari	3,00	1,00	0,20	0,14	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	0,14
Zones d'interès per a la connectivitat ecològica	3,00	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33
Paisatge	1,00	1,00	1,00	0,20	0,14	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33
Usos del sòl	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	7,00	3,00	3,00	1,00
Sumatori	38,00	11,20	7,07	6,21	6,88	16,53	31,33	13,33	22,00	6,34

Taula 9: Pesos dels factors per a l'energia solar fotovoltaica. Font: LAVOLA

	Distància a infraestructures elèctriques existents	Àrees de protecció de risc	Classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural i paisatgístic	transició (sòl rústic reservat per al futur creixement	Àrees d'interès agrari	Hàbitats d'interès comunitari prioritari	Hàbitats d'interès comunitari no prioritari	Zones d'interès per a la connectivitat ecològica	Paisatge	Usos del sòl	mitjana (pesos)
Distància a infraestructures elèctriques existents	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	0,05	0,03	0,03
Àrees protecció de risc	0,13	0,09	0,14	0,05	0,15	0,06	0,03	0,08	0,05	0,16	0,09
Classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural i paisatgístic	0,13	0,09	0,14	0,16	0,15	0,18	0,16	0,23	0,05	0,16	0,14
Nuclis urbans i Àrees de transició (sòl rústic reservat per al futur creixement urbà)	0,13	0,27	0,14	0,16	0,15	0,18	0,22	0,08	0,23	0,16	0,17
Àrees d'interès agrari	0,13	0,09	0,14	0,16	0,15	0,18	0,16	0,08	0,32	0,16	0,16
Hàbitats d'interès comunitari prioritari	0,13	0,09	0,05	0,05	0,05	0,06	0,10	0,08	0,05	0,05	0,07
Hàbitats d'interès comunitari no prioritari	0,08	0,09	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,08	0,05	0,02	0,04
Zones d'interès per a la connectivitat ecològica	0,08	0,09	0,05	0,16	0,15	0,06	0,03	0,08	0,05	0,05	0,08
Paisatge	0,03	0,09	0,14	0,03	0,02	0,06	0,03	0,08	0,05	0,05	0,06
Usos del sòl	0,13	0,09	0,14	0,16	0,15	0,18	0,22	0,23	0,14	0,16	0,16

Taula 10: Pesos finals dels criteris per a l'energia solar fotovoltaica ordenats de major a menor. Font LAVOLA.

FACTORS	PESOS
Nuclis urbans i Àrees de transició (sòl rústic reservat per al futur creixement urbà)	0,17
Usos del sòl	0,16
Àrees d'interès agrari	0,16
Classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural i paisatgístic	0,14
Àrees de protecció de risc	0,09
Zones d'interès per a la connectivitat ecològica	0,08
Hàbitats d'interès comunitari prioritari	0,07
Paisatge	0,06
Hàbitats d'interès comunitari no prioritari	0,04
Distància a infraestructures elèctriques existents	0,03

1.4. Sistema d'Informació geogràfica (SIG)

La implementació de l'anàlisi multicriteri mitjançant sistemes d'informació geogràfica és particularment idònia, ja que cada criteri (factor o restricció) coincideix de forma natural amb una capa d'informació cartogràfica i la integració dels diversos factors i restriccions s'aconsegueix per mitjà de la superposició o intersecció de capes, amb l'aplicació posterior de les corresponents valoracions, pesos i regles de decisió que permeten obtenir una capa final amb el resultat de la valoració (IDE).

Cadascun dels factors d'aptitud considerats en l'anàlisi és un atribut de les entitats geogràfiques o bé de la relació entre aquestes entitats i, per tant, la seva representació espacial pren la forma de capa cartogràfica. Cada criteri, doncs, constitueix una capa cartogràfica la qual ha estat reclassificada assignant els **valors 1, 2, o 3** a cada punt del territori en funció del factor del que es tracta i d'acord amb l'assignació d'atributs (aptituds) exposada anteriorment.

Així mateix i també a través de l'anàlisi en SIG, **les restriccions** prenen la forma de capa cartogràfica a les quals se'ls ha assignat com a atribut el **valor zero** i, per tant, s'utilitzen com a màscara per excloure l'àmbit geogràfic que ocupen, en el qual, l'aptitud final passa a ser zero i la resta de criteris ja no hi intervenen.

Finalment, una vegada obtingudes les capes corresponents als factors i les restriccions, també a través dels SIG, es realitza la superposició ponderada (tenint en compte el pes de cada factor) per tal d'obtenir una capa final amb el valor d'aptitud.

1.4.1. Mapa d'aptitud per a instal·lacions de producció d'energia solar fotovoltaica.

Es tracta del mapa dels valors resultants de l'aplicació de l'avaluació multicriteri que mostra mitjançant una escala gradual de colors l'aptitud del territori per a aquestes instal·lacions.

El mateix mapa mostra una categorització en 4 categories: **Aptitud alta, baixa, mitjana i mínima (valor zero)**.

A l'hora d'establir els criteris per a l'elaboració dels plànols d'ordenació, es prioritza la màxima objectivitat de plasmació dels resultats de l'avaluació multicriteri i del manteniment de les delimitacions derivades de la planificació preexistent (PTI, espais naturals protegits, etc.) per davant de l'ajust de les delimitacions de les zones a elements reconeixibles sobre el terreny o de règim de la propietat o urbanístics.

Els criteris adoptats han estat els següents:

- S'han adoptat totes les delimitacions de zona resultants del model d'avaluació multicriteri quan aquestes provenien de **límits administratius o normatius o de cartografia preexistent** (espais naturals protegits, zones dels PTI, bio atlas, àrees de protecció contra la col·lisió i electrocució d'avifauna amb línies elèctriques, règim del sòl, usos del sòl SIOSE, etc.).

- En la resta de casos, s'han adoptat directament els resultats del model en el cas de *buffers* (zones delimitades en base a una distància a determinats elements lineals o puntuals) encara que aquests no coincideixin amb elements reconeixibles sobre el terreny, per tal d'evitar introduir la subjectivitat d'una digitalització pròpia.
- En el cas del pendent, obtingut com a *raster* (cel·les de mida determinada que tenen un valor de pendent) a partir del model digital d'elevacions, s'ha procedit a una vectorialització i suavització de les arestes dels píxels dels límits resultants del model. El mateix criteri de vectorialització i suavització s'ha utilitzat en els límits de zona derivats de l'anàlisi de paisatge que no responien a límits administratius o preexistents ja considerats en el primer criteri.
- Per tal d'obtenir una cartografia de major qualitat i coherència territorial, en aquells casos en els quals per motius de diferència d'escala en la cartografia de partida utilitzada en el model o per divergències en delimitacions en les diferents capes temàtiques (per exemple diferència en la línia de costa de les diferents capes utilitzades) etc., s'identificava un elevat nivell de "soroll", és a dir, de micropolígons d'un nivell d'aptitud envoltats completament per una gran àrea d'una altra aptitud, s'ha procedit a un procés de dissolució dels mateixos. Així, els micropolígons de 4 píxels (2.500m²) o menors s'han assimilat a la categoria majoritària que els envoltava.

El pas dels mapes d'aptitud derivats del model d'avaluació multicriteri als plànols d'ordenació ha comportat la definició com a zones d'aptitud baixa d'una franja de 500 m a l'entorn de:

- Els espais naturals protegits: Parc Nacional, Parcs Naturals, Reserves, Monuments Naturals i Zona d'exclusió i d'ús limitat del Paratge Natural de la Serra de Tramuntana).
- Les Àrees d'Alt nivell de protecció establertes pels PTI (excepte la Zona d'ús compatible i ús general del Paratge Natural de la Serra de Tramuntana).
- El nucli de la Reserva de la Biosfera de Menorca.
- Els llocs de la Xarxa Natura 2000 (LIC/ZEC i ZEPAs).
- Les Zones humides i les zones Ramsar.
- Els Alzinars protegits.

Aquesta franja de transició amb aptitud baixa s'ha establert sempre que l'espai natural limitava amb una zona d'aptitud mitjana o alta per tal de preservar la potencial afectació a l'espai protegit.

1.5. Articulació amb el plantejament territorial

L'avaluació multicriteri utilitzada ha incorporat com a restricció les Àrees d'Alt Nivell de Protecció (AANP) establertes pels Plans Territorials Insulars i per les Normes Subsidiàries de planejament de Formentera.

En aquestes àrees en les que el planejament territorial prohibeix les instal·lacions d'energies renovables eòliques, fotovoltaïques i fototèrmiques sobre sòl, l'aptitud assignada ha estat zero i tal com s'ha exposat en l'apartat anterior, el desenvolupament d'instal·lacions en aquestes zones queda restringit exclusivament a la possible implantació en espais degradats o de baixa productivitat agrícola sempre i quan no ho impedeixin els instruments d'ordenació sectorials vigents en aquests espais i d'acord amb la normativa sectorial d'aplicació en el cas de les instal·lacions fotovoltaïques, i al que estableixin els instruments i normativa d'ordenació territorial, sectorial i urbanística vigents.

L'única excepció han estat les zones d'ús compatible i d'ús general del Paratge Natural de la Serra de Tramuntana en les quals l'article 94 del PORN vigent estableix que, si bé es considera un ús prohibit dins l'àmbit territorial del Pla la implantació de aerogeneradors i de parcs eòlics, transcorreguts dos anys des de l'entrada en vigor del PORN i sempre que sigui necessari per assolir la producció d'energies renovables exigida per la UE, mitjançant el PRUG o una modificació del mateix, d'aquestes zones es podrà preveure la implantació d'un màxim de dos centres de producció d'energies renovables sota determinats condicionants.

En la resta de zones del sòl rústic, l'assignació d'una major o menor aptitud territorial i ambiental realitzada no entra en contradicció amb la zonificació i regulació del planejament territorial. En aquest sentit, els factors considerats en l'avaluació multicriteri ja han tingut en compte aquesta zonificació del planejament territorial amb ànim d'aconseguir una ordenació de les energies renovables en el territori coherent amb la planificació territorial.

Pel que fa a les restriccions adoptades en l'anàlisi multicriteri, aquestes han suposat assignar una aptitud zero a parts del territori en les que, d'acord amb el planejament territorial, s'hi podrien emplaçar instal·lacions d'energia eòlica terrestre i solar fotovoltaica. El cas més significatiu és la consideració de totes les ANEIs i ARIPs com a zona d'exclusió per a l'energia fotovoltaica. En aquest sentit, la zonificació resultant de l'anàlisi d'aptitud és més restrictiva pel que fa a implantació d'aquestes instal·lacions que la que derivaria directament del planejament territorial.

2. Criteris d'aptitud considerats per a la implantació d'instal·lacions d'energia eòlica terrestre.

2.1. Factors

Per als diferents factors considerats s'ha assignat una aptitud 1, 2 o 3 d'acord amb el que mostren les taules següents, essent 1 el valor d'aptitud més baix i 3 el valor d'aptitud més alt.

Figura 5: Factors considerats en el model d'aptitud per a l'energia eòlica terrestre. Font: LAVOLA

FACTOR	VALOR	VALOR D'APTITUD
Pendent	>35 %	1
	20-35%	2
	< 20 %	3
Distància a infraestructures elèctriques existents (minimització del consum de sòl i de l'impacte paisatgístic)	>5 km	1
	1-5 km	2
	< 1 km	3
Àrees de protecció de risc (inundacions, erosió, esllavissada o incendi)	dins	1
	fora	3
Classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural (ANEI, ANIT) i paisatgístic (ARIP, AIP de Menorca)	dins	1
	fora	3
Àrees d'interès agrari (PTI)	dins	2
	fora	3
Hàbitats d'interès comunitari prioritari	dins	1
	fora	3
Hàbitats d'interès comunitari no prioritari	dins	2
	fora	3
Avifauna	Àrees de distribució (presència de nius) d'aus vulnerables o en perill d'extinció nidificants a Balears d'acord amb el Catàleg Español i Balear d'Espècies amenaçades i àrees de protecció per avifauna contra col·lisió i electrocució de línies elèctriques d'alta tensió.	1
	Àrees de distribució (presència de nius) d'aus amenaçades nidificants a Balears d'acord amb el Llibre Vermell dels vertebrats de les Illes Balears.	2
	Resta del territori	3
Quiròpters	< 1 km de coves amb interès de conservació per quiròpters	1
	Resta del territori	3
Paisatge	Grau de valor i fragilitat del paisatge màxim	1
	Grau de valor i fragilitat del paisatge alt	2
	Grau de valor i fragilitat del paisatge moderat	3

2.2. Restriccions

Les restriccions aplicades als quals s'ha assignat un valor d'aptitud zero són les següents:

Figura 6: *Restriccions considerades en el model d'aptitud per a l'energia eòlica terrestre. Font: LAVOLA*

RESTRICCIONS	APTITUD
Espais naturals protegits: Parc Nacional, Parc Naturals, Reserves, Monuments Naturals i Zona d'exclusió i d'ús limitat del Paratge Natural de la Serra de Tramuntana)	0
Àrees d'Alt nivell de protecció establertes pels PTI (excepte la Zona d'ús compatible i ús general del Paratge Natural de la Serra de Tramuntana) ³	
Nuclis de la Reserva de la Biosfera (Menorca)	
XARXA NATURA 2000 LIC	
XARXA NATURA 2000 ZEPA	
Zones humides i zones Ramsar i una franja d'1 km a l'entorn d'aquestes	
Alzinars protegits	
La zona de la península de cap Roig (Portinatx) a Eivissa, enclavament de gran interès per a la protecció de l'avifauna i la unitat paisatgística del pla de Sant Mateu, pla de Gelabert i pla de Corona, també a Eivissa, pel seu interès patrimonial i paisatgístic.	
La zona nord de Ferreries, a Menorca, pels seus especials valors naturals i paisatgístics.	
Àrees de transició (sòl rústic reservats per al futur creixement urbà)	
Impacte acústic: < 1 km a nuclis urbans	
Impacte per efecte parpelleig: < 1 km a nuclis urbans	
Sòls urbans i urbanitzables	

No es considera el recurs eòlic com a restricció integrada en el model multicriteri de l'aptitud territorial i ambiental, si bé s'ha incorporat posteriorment, exclusivament per tal d'identificar quines són les zones de màxima aptitud en les quals, d'acord amb la millor informació disponible pel que fa a la modelització eòlica de les Illes Balears i a la tecnologia actual, hi ha suficient recurs eòlic per a la implantació d'instal·lacions. Això no exclou que, amb mesures in-situ, es puguin identificar moltes d'altres ubicacions en les quals el règim de vents i les característiques locals dels indrets, així com l'avanç de la tecnologia, puguin garantir suficient recurs eòlic i viabilitat de les instal·lacions (els models tenen significatives limitacions en aquest sentit).

2.3. Criteris considerats en la normativa

Per ser elements puntuals no adequats per a l'ordenació a escala territorial els següents elements no s'han incorporat en l'anàlisi multicriteri i són tinguts en compte mitjançant la seva incorporació a la normativa de la Modificació del PDSEIB.

Figura 7: *Criteris considerats en normativa per a l'energia eòlica terrestre. Font: LAVOLA*

CRITERIS
Hidrologia superficial
Béns d'interès cultural i Béns catalogats
Arbres singulars
Usos dels plans sectorials vigents (pedreres, instal·lacions de tractament de residus i de sanejament)
Distàncies de seguretat a carreteres
Distàncies a xarxa ferroviària
Distàncies de seguretat a línies aèries
Zones declarades d'interès per a la defensa nacional
Servituds aeronàutiques
Altres distàncies legals
Distància a altres instal·lacions eòliques en sòl rústic existents o en tramitació

2.4. Pesos per als factors d'aptitud per a les instal·lacions d'energia eòlica terrestre

Per a l'aplicació d'aquest mètode, es construeix primerament una matriu de doble entrada de factors per factors. A cada una de les interaccions d'aquesta matriu es valora posteriorment el factor de la fila respecte al factor de la columna segons el seu grau d'importància per a determinar l'aptitud del territori. Per a l'energia eòlica s'ha establert la següent matriu de ponderació dels factors:

Figura 8: *Importància relativa dels factors per parells dels factors per a l'energia eòlica. Font: LAVOLA*

	Pendent	Distància a infraestructures elèctriques existents	Àrees de protecció de risc	Classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural i paisatgístic	Àrees d'interès agrari	Hàbitats d'interès comunitari prioritari	Hàbitats d'interès comunitari no prioritari	Avifauna	Quiròpters	Paisatge
Pendent	1,00	0,33	0,33	0,20	1,00	0,20	0,33	0,14	0,14	0,11
Distància a infraestructures elèctriques existents	3,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20
Àrees de protecció de risc	3,00	1,00	1,00	1,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural i paisatgístic	5,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00
Àrees d'interès agrari	1,00	0,33	0,20	0,33	1,00	0,33	1,00	0,11	0,11	0,11
Hàbitats d'interès comunitari prioritari	5,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	5,00	0,20	0,20	0,20
Hàbitats d'interès comunitari no prioritari	3,00	1,00	1,00	0,33	1,00	0,20	1,00	0,14	0,14	0,14
Avifauna	7,00	1,00	1,00	1,00	9,00	5,00	7,00	1,00	1,00	1,00
Quiròpters	7,00	1,00	1,00	1,00	9,00	5,00	7,00	1,00	1,00	1,00
Paisatge	9,00	5,00	1,00	1,00	9,00	5,00	7,00	1,00	1,00	1,00
Sumatori	44,00	12,67	8,53	7,87	44,00	19,73	33,33	6,60	6,60	5,77

Seguidament se sumen els valors de cada columna d'aquesta primera matriu. S'elabora una segona matriu, també de doble entrada de factors per factors, en la qual en cadascuna de les interaccions s'introdueix la xifra resultant de dividir el valor assignat en aquella mateixa casella de la primera matriu per la suma dels valors de la columna. La mitjana de cada una de les files passa a ser el pes assignat a cada factor:

Figura 9: Pesos dels factors per a l'energia eòlica terrestre. Font: LAVOLA

	Pendent	Distància a infraestructures elèctriques existents	Àrees de protecció de risc	Classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural i paisatgístic	Àrees d'interès agrari	Hàbitats d'interès comunitari prioritari	Hàbitats d'interès comunitari no prioritari	Avifauna	Quiròpters	Paisatge	Mitjana (pesos)
Pendent	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Distància a infraestructures elèctriques existents	0,07	0,08	0,12	0,13	0,07	0,05	0,03	0,15	0,15	0,03	0,09
Àrees de protecció de risc	0,07	0,08	0,12	0,13	0,11	0,05	0,03	0,15	0,15	0,17	0,11
Classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural i paisatgístic	0,11	0,08	0,12	0,13	0,07	0,05	0,09	0,15	0,15	0,17	0,11
Àrees d'interès agrari	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Hàbitats d'interès comunitari prioritari	0,11	0,08	0,12	0,13	0,07	0,05	0,15	0,03	0,03	0,03	0,08
Hàbitats d'interès comunitari no prioritari	0,07	0,08	0,12	0,04	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04
Avifauna	0,16	0,08	0,12	0,13	0,20	0,25	0,21	0,15	0,15	0,17	0,16
Quiròpters	0,16	0,08	0,12	0,13	0,20	0,25	0,21	0,15	0,15	0,17	0,16
Paisatge	0,20	0,39	0,12	0,13	0,20	0,25	0,21	0,15	0,15	0,17	0,20

Figura 10: Pesos finals dels criteris per a l'energia eòlica terrestre ordenats de major a menor. Font: LAVOLA

FACTORS	PESOS
Paisatge	0,20
Avifauna	0,16
Quiròpters	0,16
Classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural i paisatgístic	0,11
Àrees de protecció de risc	0,11
Distància a infraestructures elèctriques existents	0,09
Hàbitats d'interès comunitari prioritari	0,08
Hàbitats d'interès comunitari no prioritari	0,04
Àrees d'interès agrari	0,02
Pendent	0,02

2.5. Valoració justificativa dels pesos obtinguts

Tal com s'ha exposat més amunt, l'assignació dels pesos s'ha realitzat mitjançant una tècnica estàndard que pretén garantir la màxima coherència d'un procés necessàriament subjectiu.

La realització d'una ponderació individual de cadascun dels membres de l'equip redactor i la sessió de treball específica per a la discussió de la interpretació de cadascun dels factors, dels valors assignats i, especialment, de la importància relativa dels diferents factors, és un element addicional i molt significatiu per a l'obtenció d'unes valoracions consensuades per part de tècnics de diferents disciplines i àmbits d'expertesa.

Seguidament es presenta una argumentació dels resultats obtinguts:

- El **factor paisatge és el que té un major pes**. És conegut –i així es reflecteix en la bibliografia i en els processos d'implantació de parcs eòlics en diferents territoris- que l'impacte paisatgístic és –juntament amb l'impacte sobre l'avifauna- el considerat més significatiu atès que la magnitud dels parcs eòlics els fa visibles en grans conques visuals i modifiquen irreversiblement el paisatge. Aquest impacte és, sens dubte, el que té una afectació social més significativa atès que tota la població el percep de forma immediata i directa.
- El **factor avifauna**, tal com s'acaba d'esmentar, s'identifica també en la bibliografia i en les nombroses avaluacions ambientals de parcs eòlics realitzades com un dels impactes principals. Els ocells rapinyaires són les espècies d'avifauna que poden veure's potencialment més afectats per la implantació de parcs eòlics per mort per col·lisió o electrocució, abandonament dels sectors de cria, pèrdua d'hàbitat per l'alimentació i desplaçament a altres indrets. Atesa la situació d'insularitat de Balears, aquest impacte és encara més rellevant, perquè pràcticament no hi ha reclutament i la mort per col·lisió d'alguns exemplars és una amenaça més gran per a les poblacions més amenaçades.
- Tot i ser menys conegut, l'impacte dels parcs eòlics sobre les ratapinyades o quiròpters, pot arribar a ser important, sobretot en època de migració, segons alerta el comitè assessor de l'Acord sobre la Conservació de les Poblacions de Ratpenats d'Europa (UNEP/EUROBATS; Rodrigues et al 2008). A Balears existeixen diverses espècies incloses al Catàleg Balear d'Espècies Amenaçades i d'Especial Protecció i és per aquest motiu que l'impacte potencial es considera rellevant i consegüentment s'assigna al factor un per equivalent al de l'avifauna.
- Tant les classes de sòl rústic dels PTI amb interès natural i paisatgístic com les zones de risc són espais a preservar de la potencial afectació d'instal·lacions eòliques, especialment per l'impacte paisatgístic i sobre determinats grups faunístics ja esmentats, així com per l'exposició de béns materials en zones vulnerables per riscos naturals. Es considera que aquestes zones no presenten uns condicionants crítics que impedeixin la implantació d'instal·lacions eòliques, si bé se'ls atorga un pes en la banda alta (se situen com a tercers factors amb més pes) perquè sí que es considera que

presenten certes limitacions derivades dels seus valors i riscos ambientals. No obstant això, el factor risc es considera que cal abordar-lo específicament a una escala de major detall i que no pren tanta rellevància a escala territorial, també per les característiques de la cartografia disponible d'aquestes zones de risc definides pels PTI.

- El següent factor per ordre d'importància assignada és la **distància a infraestructures elèctriques existents**. Aquest és un factor que s'ha introduït en clau de minimitzar l'extensió de xarxes elèctriques (i dels seus impactes associats, bàsicament paisatgístics, d'ocupació del sòl i d'impacte sobre l'avifauna). Se li atorga un pes inferior als anteriors perquè es considera que la pròpia eficiència del sistema elèctric i la valoració de costos d'una possible instal·lació ja comportarà en certa manera la maximització d'aquesta variable. Així mateix, la previsió de línies soterrades i l'establiment de determinats elements poden minimitzar l'impacte potencial. Cal tenir en compte que les zones més vulnerables per a la fauna i de major qualitat i fragilitat paisatgística ja han quedat recollides en els tres criteris amb majors pesos assignats.
- Als hàbitats d'interès comunitari prioritari i no prioritari se'ls han assignat pesos més baixos que als factors anteriors per una qüestió d'escala. Cal tenir en compte que l'ordenació resultant del model que es planteja és a escala territorial i es considera que la identificació i preservació d'aquests hàbitats –que evidentment han de ser considerats també en el model territorial per tal de penalitzar l'aptitud dels espais on hi siguin presents - ha de realitzar-se, per ser adequada, a una escala de major detall. D'altra banda, cal tenir en compte que la Xarxa Natura 2000 (ZECs/LICs) ha estat delimitada per a la preservació d'aquests hàbitats, i tots els espais compresos en aquesta xarxa s'han considerat com a zona d'aptitud mínima o d'exclusió. La Modificació del PDSEIB ja preveu mesures per a la identificació i preservació d'aquests hàbitats quan s'identifiquin en emplaçaments concrets.
- A les àrees d'interès agrari se'ls dona un pes relativament baix en el model atès que es considera que la implantació d'una instal·lació eòlica és compatible amb el manteniment de l'activitat agrària preexistent o futura.
- Finalment, el **pendent** és el factor al qual s'ha atorgat un **menor pes**. La justificació d'aquesta opció rau en el fet que es considera que el pendent, en sí mateix, és un factor que ja serà limitant per a la viabilitat dels possibles projectes (els requeriments d'accés per a la construcció de les instal·lacions, les superfícies necessàries per a l'assentament d'un aerogenerador etc. ja actuen com a limitants de la implantació en zones d'elevat pendent). Generalment, a més pendent més exposició visual i més vulnerabilitat a determinats riscos tals com els desprendiments o l'erosió. Cal tenir en compte que aquests factors s'han considerat més amunt i que el factor pendent s'avalua i es valora exclusivament en sí mateix.

2.6. Mapa d'aptitud del territori per a les instal·lacions de producció d'energia eòlica terrestre en zones amb major recurs eòlic: classificació

Aquest mapa, merament informatiu, resulta de l'encreuament entre el mapa d'aptitud del territori i el recurs eòlic disponible. Així, mostra el mateix mapa anterior, però representant només com a zones amb aptitud alta, mitja o baixa aquelles en les que, d'acord amb el Mapa eòlic de les Illes Balears (Govern de les Illes Balears i Universitat de les Illes Balears 2010) elaborat en el marc d'un conveni de col·laboració entre el Grup de Meteorologia del Departament de Física de la Universitat de les Illes Balears i la Conselleria de Medi Ambient del Govern indica una velocitat del vent superior a 5 m/s a 50 m d'alçada. A mesura que augmenta l'alçada, la velocitat del vent també augmenta. La tecnologia ha avançat i segueix avançant: aerogeneradors més potents i més alts poden ser rendibles a menors velocitats del vent. Generalment es considera que a partir de 5 m/s els aerogeneradors tenen un bon rendiment. Es considera aquesta velocitat del vent a 50m donat que és l'alçada per la que el Mapa eòlic proporciona dades resultants de la modelització més properes a l'alçada dels aerogeneradors (generalment a 80 m/s).

ANNEX II

Annex II: PVGIS

what data are stored in the PVGIS database

The GIS databases encompass the following regions:

1. European Subcontinent
2. Mediterranean Basin, Àfrica and South-West Asia

European Subcontinent

The database contains three groups of grid (raster) layers with resolution of 1 km x 1 km:

1. Geographical data: digital elevation model, administrative boundaries, CORINE land cover and Global land cover, cities, etc.

2. Spatially continuous climatic data series representing monthly and annual means of:

- daily sum of global irradiation for horizontal plane [Wh/m²]
- Linke atmospheric turbidity [dimensionless]
- ratio of diffuse to global irradiation [dimensionless]
- optimum inclination angle of PV modules to maximize energy yield [degrees]

3. Regional averages for built-up areas:

- yearly total of global irradiation (horizontal, vertical and optimally- inclined planes) [kWh]
- yearly total of estimated solar electricity generation (for horizontal, vertical, optimally-inclined planes) [kWh]
- optimum inclination angle of the PV modules to maximize energy yield over a year (degrees)

Read more on data sources and methodology.

Mediterranean Basin, Africa and South-West Asia

The database contains three groups of grid (raster) layers with resolution of **2 km x 2 km**:

1. **geographical** data: digital elevation model, administrative boundaries, Global land cover, cities, etc.

2. spatially continuous **climatic data** series representing monthly and annual means of:

- daily sum of global irradiation for horizontal plane [Wh/m²]
- Linke atmospheric turbidity [dimensionless]
- ratio of diffuse to global irradiation [dimensionless]
- optimum inclination angle of PV modules to maximize energy yield [degrees]

Read more on data sources and methodology.

1. Map projection and geographical extent of the GIS database

▪ European Subcontinent

projection: Lambert azimuthal equal area
units: meters
spheroid: WGS 84
longitude of centre of projection: 18° 00' 00"
latitude of centre of projection: 48° 00' 00"
false easting: 0.0
false northing: 0.0
units: meters
grid database extent: 4500 rows x 5000 columns
grid resolution: 1000 meters

▪ Mediterranean Basin, Africa and South-West Asia

projection: Lambert azimuthal equal area
units: meters
spheroid: WGS 84
longitude of centre of projection: 0° 00' 00"
latitude of centre of projection: 48° 00' 00"
false easting: 0.0
false northing: 0.0
units: meters
grid database extent: XXX rows x XXX columns
grid resolution: 2000 meters

2. Primary data sources used to develop the database

▪ European Subcontinent

- 1- monthly averages of daily sums of global and diffuse irradiation, measured or calculated for 566 ground meteorological stations distributed over the region. The averages represent the period 1981-1990; the data were collected within the ESRA project.
- 2- Linke turbidity derived from the global database (Remund et al. 2003), available also at the Soda
- 3- Digital elevation model with a grid resolution 1x1 km; derived from the USGS SRTM data
- 4- CORINE land cover with grid resolution 100x100 metres
- 5- Global Land Cover 2000 with grid resolution 1x1 km
- 6- GISCO database (© EuroGeographics Association for the administrative boundaries)
- 7- VMAP0 and ESRI data

▪ Mediterranean Basin, Africa and South-West Asia

1. HelioClim-1 database (© Ecole des Mines de Paris/Armines), consisting of daily sums of global horizontal irradiation calculated from Meteosat Prime images over the whole disc. The values represent the period 1985-2004, the original spatial resolution is 15 x 15 arcminute, i.e. ca. 30 km x 30 km on the equator); the data were processed by the Heliosat-2 method
- 2- Linke turbidity derived from the global database (Remund et al. 2003), available also at the SoDa
- 3- Digital elevation model with original grid resolution 1x1 km; derived from the USGS SRTM data
- 4- Global Land Cover 2000 with original grid resolution 1x1 km

3. GIS tools and methods

The solar radiation database was developed using tools integrated within the GIS GRASS, mainly solar radiation model *r.sun* and spatial interpolation techniques *s.surf.rst* and *s.vol.rst*. The database was computed in three steps:

- (a) computation of clear-sky global irradiation on a horizontal surface;
- (b) calculation and spatial interpolation of the clear-sky index and computation of maps of global irradiation on a horizontal surface;
- (c) deriving the diffuse and beam components of the clear-sky index and computation of maps of global irradiation on inclined surfaces.

4. GIS maps

Maps demonstrate spatial heterogeneity and temporal variability of climatic phenomena within the region. The maps of irradiation, Linke turbidity and diffuse/global coefficient represent yearly averages. The map of optimal angle represents the optimal inclination of solar modules to harvest maximum solar irradiation over a year considering shadowed horizon (assuming the spatial resolution of the used digital elevation model). The PV maps show the yearly electricity generation of a 1 kWp PV configuration, assuming performance ratio of 0.75 (typical value for a roof mounted system with modules from mono- or polycrystalline silicon). The displayed name of the city closest to the clicked point is based on a Thiessen polygon data layer generated in GIS.

5. accuracy of PVGIS databases

▪ European Subcontinent

Relative root square error (RMSE) comparing the primary measured irradiation (from meteorological stations) with the modelled values is presented **here**. The comparison with the ESRA interpolated maps is also presented. The average RMSE of the PVGIS data is almost the same as for ESRA, the PVGIS approach shows better performance in period October to April. Its advantage is linking the terrain features with changes in radiation fields and considering the shadowing effects.

6. Solar radiation model

We have developed a GIS-based methodology for computation of solar irradiance/irradiation at a given surface inclination for any geographical region and for any time moment or interval. This approach has been implemented in the GIS software GRASS and it is based on use of the solar radiation model *r.sun*, and the spatial interpolation techniques *s.surf.rst* and *s.vol.rst*.

The algorithm of the model *r.sun* is conceptually based on the equations published in the ESRA (and later). It estimates beam, diffuse and reflected components of the clear-sky and real-sky global irradiance/irradiation on horizontal or inclined surfaces. The total daily irradiation [Wh.m⁻²] is computed by the integration of the irradiance values [W.m⁻²] calculated at regular time intervals over the day from sunrise to sunset. For each time step during the day the computation accounts for sky obstruction (shadowing) by local terrain features (hills or mountains), calculated from the digital elevation model.

7. Solar radiation model *r.sun* and its implementation in GRASS GIS

The *r.sun* model is implemented in the GRASS GIS open source environment using the C programming language and is freely available since release 5.0.0. The model works in two modes. In *mode 1* for the instant time [second], it calculates raster maps of selected components (beam, diffuse and reflected) of solar irradiance [W.m⁻²] and solar incident angle

[degrees]. In *mode 2*, the raster maps of daily sum of solar irradiation [Wh.m^{-2}] and duration of the beam irradiation [minutes] are computed as integration of irradiance values that are calculated in a selected time step from sunrise to sunset. Using a command script, these two modes can be used separately or in a combination to provide estimates for any desired time steps or intervals. Besides **clear-sky irradiances/irradiations**, the model can calculate **overcast values** on condition that the clear-sky index is defined. The model accounts for a sky obstruction by local terrain features using an optional shadowing parameter. Considering **shadowing effects** in mountainous areas can result in a dramatic decrease of radiation values especially at low sun altitudes.

The model requires only a few mandatory input parameters – elevation above sea level, slope and aspect of the terrain or surface, day number (for mode 2), and a local solar time (for mode 1). The other input parameters are either internally computed (solar declination) or the values can be overridden by explicitly defined settings to fit the specific user needs: Linke atmospheric turbidity, ground albedo, beam and diffuse components of clear-sky index, time step used for calculation of all-day irradiation from sunrise to sunset and sampling density at which the visibility of a raster cell is evaluated. Spatially distributed parameters can be set as raster maps. Geographical latitude for each cell can be computed internally, using PROJ4 library. According to the setting of parameters the model automatically recognizes between modes 1 and 2. Details of the command (synopsis, description, notes) can be found also in the program manual pages.

Available information

- Computing clear-sky radiation (beam, diffuse and reflected components), position of the Sun
- Computing real-sky radiation
- Implementation in GRASS GIS - model inputs and outputs

8. 1 Computing clear-sky radiation

▪ Beam radiation

Outside the atmosphere, at the mean solar distance, the beam irradiance, also known as the solar constant (I_0), is 1367 W.m^{-2} (Page 1986). The Earth's orbit is lightly eccentric and the Sun-Earth distance varies slightly across the year. Therefore, a correction factor ε , to allow for the varying solar distance, is applied in calculation of the extraterrestrial irradiance G_0 normal to the solar beam [W.m^{-2}]:

$$G_0 = I_0 \varepsilon \quad (1)$$

where:

$$\varepsilon = 1 + 0.03344 \cos(j' - 0.048869) \quad (2)$$

the day angle j' is in radians:

$$j' = 2 \pi j/365.25 \quad (3)$$

and j is the day number which varies from 1 on January 1st to 365 (366) on December 31st.

The beam irradiance normal to the solar beam B_{0c} [W.m^{-2}], is attenuated by the cloudless atmosphere, and calculated as follows:

$$B_{0c} = G_0 \exp \{-0.8662 T_{LK} m \delta_R(m)\} \quad (4)$$

The term $-0.8662 T_{LK}$ is the air mass 2 Linke atmospheric turbidity factor [dimensionless] corrected by Kasten (1996). The parameter m in equation (4) is the relative optical air mass [-] calculated using the formula (Kasten and Young 1989):

$$m = (p/p_0)/(\sin h_0^{\text{ref}} + 0.50572 (h_0^{\text{ref}} + 6.07995)^{-1.6364}) \quad (5)$$

where h_0^{ref} is the corrected solar altitude h_0 (an angle between the sun and horizon) in degrees by the atmospheric refraction component Δh_0^{ref} :

$$\Delta h_0^{\text{ref}} = 0.061359 (0.1594 + 1.123 h_0 + 0.065656 h_0^2) / (1 + 28.9344 h_0 + 277.3971 h_0^2)$$

$$h_0^{\text{ref}} = h_0 + \Delta h_0^{\text{ref}} \quad (6)$$

The p/p_0 component in equation (5) is correction for given elevation z [m]:

$$p/p_0 = \exp (-z/8434.5) \quad (7)$$

The parameter $\delta_R(m)$ in equation (4) is the Rayleigh optical thickness at air mass m and is calculated according to the improved formula by Kasten (1996) as follows:

for $m \leq 20$:

$$\delta_R(m) = 1/(6.6296 + 1.7513 m - 0.1202 m^2 + 0.0065 m^3 - 0.00013 m^4) \quad (8)$$

for $m > 20$

$$\delta_R(m) = 1/(10.4 + 0.718 m) \quad (9)$$

The beam irradiance on a horizontal surface B_{hc} [$W \cdot m^{-2}$] is then calculated as:

$$B_{hc} = B_{0c} \sin h_0 \quad (10)$$

where h_0 is the solar altitude angle given by equation (13).

The beam irradiance on an inclined surface B_{ic} [$W \cdot m^{-2}$] is calculated as:

$$B_{ic} = B_{0c} \sin \delta_{\text{exp}} \quad (11)$$

or

$$B_{ic} = B_{hc} \sin \delta_{\text{exp}} / \sin h_0 \quad (12)$$

where δ_{exp} is the solar incidence angle measured between the Sun and an inclined surface (equation 17).

▪ Diffuse radiation

As the cloudless sky becomes more turbid, the diffuse irradiance increases while the beam irradiance decreases. The estimation of the diffuse component on a horizontal surface D_{hc} [$W \cdot m^{-2}$] is made as a product of the normal extraterrestrial irradiance G_0 , a diffuse transmission function T_n dependent only on the Linke turbidity factor T_{LK} , and a diffuse solar altitude function F_d dependent only on the solar altitude h_0 (Scharmer and Greif 2000):

$$D_{hc} = G_0 T_n(T_{LK}) F_d(h_0) \quad (22)$$

The estimate of the transmission function $T_n(T_{LK})$ gives a theoretical diffuse irradiance on a horizontal surface with the Sun vertically overhead for the air mass 2 Linke turbidity factor. The following second order polynomial expression is used:

$$T_n(T_{LK}) = -0.015843 + 0.030543 T_{LK} + 0.0003797 T_{LK}^2 \quad (23)$$

The solar altitude function is evaluated using the expression:

$$F_d(h_0) = A_1 + A_2 \sin h_0 + A_3 \sin^2 h_0 \quad (24)$$

where the values of the coefficients A_1 , A_2 and A_3 are only depended on the Linke turbidity T_{LK} defined in the following expressions:

$$A_1' = 0.26463 - 0.061581 T_{LK} + 0.0031408 T_{LK}^2 \quad (25)$$

$$A_1 = 0.0022/T_n(T_{LK}) \quad \text{if } A_1' T_n(T_{LK}) < 0.0022$$

$$A_1 = A_1' \text{ if } A_1' T_n(T_{LK}) \geq 0.0022$$

$$A_2 = 2.04020 + 0.018945 T_{LK} - 0.011161 T_{LK}^2$$

$$A_3 = -1.3025 + 0.039231 T_{LK} + 0.0085079 T_{LK}^2$$

The model for estimating the clear-sky diffuse irradiance on an inclined surface D_{ic} [$W.m^{-2}$] distinguishes between sunlit, potentially sunlit and shadowed surfaces. The equations are as follows (Muneer 1990):

a) for sunlit surfaces and non-overcast sky (h_0 in radians):

if $h_0 \geq 0.1$ (i.e. 5.7°)

$$D_{ic} = D_{hc} \{F(\gamma_N) (1 - K_b) + K_b \sin \delta_{exp} / \sin h_0\} \quad (26)$$

if $h_0 < 0.1$

$$D_{ic} = D_{hc} \{F(\gamma_N) (1 - K_b) + K_b \sin \gamma_N \cos A_{LN} / (0.1 - 0.008 h_0)\} \quad (27)$$

where

$$A_{LN}^* = A_0 - A_N \quad (28)$$

$$A_{LN} = A_{LN}^* \quad \text{if } -\pi \leq A_{LN}^* \leq \pi$$

$$A_{LN} = A_{LN}^* - 2\pi \quad \text{if } A_{LN}^* > \pi$$

$$A_{LN} = A_{LN}^* + 2\pi \quad \text{if } A_{LN}^* < -\pi$$

b) for surfaces in shadow ($\delta_{exp} < 0$ and $h_0 \geq 0$):

$$D_{ic} = D_{hc} F(\gamma_N) \quad (29)$$

where $F(\gamma_N)$ is a function accounting for the diffuse sky irradiance that may be calculated by the following equation (γ_N in radians):

$$F(\gamma_N) = r_i(\gamma_N) + (\sin \gamma_N - \gamma_N \cos \gamma_N - \pi \sin^2(\gamma_N/2)) N \quad (30)$$

where $r_i(\gamma_N)$ is a fraction of the sky dome viewed by an inclined surface [dimensionless]:

$$r_i(\gamma_N) = (1 + \cos \gamma_N) / 2 \quad (31)$$

and value of N for surfaces in shadow is 0.25227. For sunlit surfaces under clear sky the term N is calculated as:

$$N = 0.00263 - 0.712 K_b - 0.6883 K_b^2 \quad (32)$$

The K_b is a measure of the amount of beam irradiance available (proportion between beam irradiance and extraterrestrial solar irradiance on a horizontal surface):

$$K_b = B_{hc} / G_{0h} \quad (33)$$

where G_{0h} [$W.m^{-2}$] is calculated as:

$$G_{0h} = G_0 \sin h_0 \quad (34)$$

1.3 Ground reflected radiation

The estimation of the clear-sky ground reflected irradiance for inclined surfaces (R_i) relies on an isotropic assumption. The ground reflected clear-sky irradiance received on an inclined surface [$W.m^{-2}$] is proportional to the global horizontal irradiance G_{hc} , to the mean ground albedo ρ_g and a fraction of the ground viewed by an inclined surface $r_g(\gamma_N)$ (Muneer 1997):

$$R_i = \rho_g G_{hc} r_g(\gamma_N) \quad (35)$$

where:

$$r_g(\gamma_N) = (1 - \cos \gamma_N) / 2 \quad (36)$$

and global irradiance on a horizontal surface G_{hc} [$W.m^{-2}$] is given as a sum of its beam and diffuse component:

$$G_{hc} = B_{hc} + D_{hc} \quad (37)$$

In Scharmer and Greif (2000, page 141) typical albedo values for a variety of ground surfaces are listed. In general the values of 0.2 or 0.15 are mostly used.

1.4 Position of the Sun

The position of the Sun with respect to a horizontal surface is given by the two co-ordinates – solar altitude h_0 (an angle between the Sun path and a horizontal surface), and solar azimuth A_0 (horizontal angle between the Sun and meridian - measured from East), and is calculated as follows (Krcho 1990, Jenčo 1992):

$$\sin h_0 = C_{31} \cos T + C_{33} \quad (13)$$

$$\cos A_0 = (C_{11} \cos T + C_{13}) / ((C_{22} \sin T)^2 + (C_{11} \cos T + C_{13})^2)^{1/2}$$

where:

$$C_{11} = \sin \varphi \cos \delta \quad (14)$$

$$C_{13} = -\cos \varphi \sin \delta$$

$$C_{22} = \cos \delta$$

$$C_{31} = \cos \varphi \cos \delta$$

$$C_{33} = \sin \varphi \sin \delta$$

The Sun declination δ [rad] is computed according to Gruter (1984):

$$\delta = \arcsin (0.3978 \sin (j' - 1.4 + 0.0355 \sin (j' - 0.0489))) \quad (15)$$

where the calculation of the day angle j' [radians] is explained in equation (3). The hour angle T [rad] is calculated from the local solar time t expressed in decimal hours on the 24 hour clock as:

$$T = 0.261799 (t - 12) \quad (16)$$

The position of the Sun with respect to an inclined surface (the solar incidence angle) is defined by the angle δ_{exp} (Krcho 1990, Jenčo 1992). If an inclined surface is defined by the inclination angle γ_N and the azimuth (aspect) A_N (an angle between the projection of the normal on the horizontal surface and East) then:

$$\sin \delta_{\text{exp}} = C'_{31} \cos (T - \lambda') + C'_{33} \quad (17)$$

where:

$$C'_{31} = \cos \varphi' \cos \delta \quad (18)$$

$$C'_{33} = \sin \varphi' \sin \delta$$

and:

$$\sin \varphi' = -\cos \varphi \sin \gamma_N \cos A_N + \sin \varphi \cos \gamma_N \quad (19)$$

$$\tan \lambda' = -(\sin \gamma_N \sin A_N) / (\sin \varphi \sin \gamma_N \cos A_N + \cos \varphi \cos \gamma_N).$$

The hour angle of the time of sunrise/sunset over a horizontal surface $T_h^{r,s}$ can be calculated then as:

$$\cos T_h^{r,s} = -C_{33}/C_{31} \quad (20)$$

The hour angle of the time of sunrise/sunset over an inclined surface $T_i^{r,s}$ can be calculated by analogy:

$$\cos (T_i^{r,s} - \lambda') = -C'_{33}/C'_{31}. \quad (21)$$

▪ Computing real sky-radiation

The real-sky irradiance/irradiation are calculated from clear-sky raster maps by the application of a factor parameterizing the attenuation of cloud cover. Examples of explicit calculations of

this parameter can be found in Becker (2001), Kitler and Mikler (1986). However, the cloudiness observation by a meteorological service routine is usually prone to subjective errors and does not describe sufficiently the physical nature and dynamic spatial-temporal pattern of different types of cloud cover. Therefore, a simpler parameter has to be used. The solutions for horizontal and inclined surfaces are slightly different.

For the assessment of global irradiance/irradiation on a *horizontal surface* under overcast conditions G_h the clear-sky values G_{hc} are multiplied by clear-sky index k_c (Beyer et al 1996, Hammer et al 1998, Rigollier et al. 2001):

$$G_h = G_{hc} k_c \quad (38)$$

The index k_c represents the atmospheric transmission expressed as a ratio between horizontal global radiation under overcast and clear-sky conditions. For a set of ground meteorological stations the clear-sky index can be calculated from measured global radiation G_{hs} and computed values of clear-sky global radiation G_{hc} :

$$k_c = G_{hs}/G_{hc} \quad (39)$$

As an alternative the k_c can be derived also from other climatologic data (e.g. cloudiness, cf. Kasten and Czeplak 1980). The raster maps of k_c must be then derived by spatial interpolation. The k_c can be calculated directly as a raster map from short-wave surface irradiance measured by satellites. This method is based on the complementarity between the planetary albedo recorded by the radiometer and the surface radiant flux (Cano et al 1986, Beyer et al 1996, Hammer et al 1998).

To compute the overcast global irradiance/irradiation for *inclined surfaces*, G_i the diffuse D_h and beam B_h components of overcast global radiation and of the clear-sky index k_c have to be treated separately as follows from the equations (26), (27), (29) and (37):

$$D_h = D_{hc} k_c^d \quad (40)$$

$$B_h = B_{hc} k_c^b$$

The ratio of diffuse to the global radiation D_h/G_h for clear and overcast skies changes according to the cloudiness. In Europe the D_h/G_h values are typically in interval 0.3-1.0 (Kasten and Czeplak 1980). The underlying physical processes are quite complicated and computationally represented only by empirical equations (cf. Scharmer and Greif, 2000, Kasten and Czeplak 1980, Hrvol' 1991). However, for many meteorological stations, besides the global horizontal radiation G_{hs} , the diffuse component D_{hs} is either measured or calculated from cloudiness, sunshine or other climatologic data. The raster map of D_{hs}/G_{hs} can be derived from the point values by spatial interpolation. Consecutively, the raster maps of diffuse and beam components of the clear sky index can be computed:

$$D_h = G_h D_{hs}/G_{hs} \quad (41)$$

$$B_h = G_h - D_h$$

$$k_c^d = D_h/D_{hc} \quad (42)$$

$$k_c^b = B_h/B_{hc}$$

where subscript s is meant to distinguish data measured on meteorological stations B_{hs} and D_{hs} from the estimated values B_h , and D_h .

9. Implementation in GRASS Gis

The presented solar radiation model is a substantial improvement of the older version (Hofierka 1997), which application was limited only to small areas and clear-sky beam radiation. The new model provides a solution for all three components of global solar radiation under clear-sky or overcast conditions. Large areas can be modelled accurately using spatially variable parameters, and shadowing effects of terrain can be modelled by new effective shadowing algorithm.

The *r.sun* works in two modes. In the **mode 1** - for the instant time - it calculates a solar incident angle [degrees] and solar irradiance values [W.m^{-2}]. In the **mode 2** the daily sum of solar irradiation [$\text{Wh.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$] and duration of the beam irradiation are computed within a given day. By scripting the two modes can be used separately or in a combination to provide estimates for any desired time steps or intervals. The model accounts for a sky obstruction by local relief features using an optional shadowing parameter. Details of the command (synopsis, description, notes) can be found on *r.sun* manual page.

▪ Model inputs

The model requires only a few mandatory input parameters – digital terrain model (elevation, slope, aspect – *elevin*, *slopein*, *aspin*), day number *day* (for mode 2), and additionally a local solar time *time* (for mode 1). However, several other parameters can be set to fit the specific user needs. These parameters have default values that are used unless they are overridden by user settings as a single value or a name of the raster. The table 1 presents a list of all input parameters.

Parameter name	Type of input	Description	Mode	Units	Interval of values
<i>elevin</i>	raster	elevation	1, 2	meters	0 – 8900
<i>aspin</i>	raster	aspect (solar panel azimuth)	1, 2	decimal degrees	0 – 360
<i>slopein</i>	raster	slope (solar panel inclination)	1, 2	decimal degrees	0 – 90
<i>linkein</i>	raster	Linke atmospheric turbidity	1, 2	dimensionless	0 - ≈ 7
<i>lin</i>	single value	Linke atmospheric turbidity	1, 2	dimensionless	0 - ≈ 7
<i>albedo</i>	raster	ground albedo	1, 2	dimensionless	0 – 1
<i>alb</i>	single value	ground albedo	1, 2	dimensionless	0 – 1
<i>latin</i>	raster	latitude	1, 2	decimal degrees	-90 – 90
<i>lat</i>	single value	latitude	1, 2	decimal degrees	-90 – 90
<i>coefbh</i>	raster	clear-sky index for beam component	1, 2	dimensionless	0 – 1
<i>coefd</i>	raster	clear-sky index for diffuse component	1, 2	dimensionless	0 – 1
<i>day</i>	single value	day number	1, 2	dimensionless	0 – 366
<i>declin</i>	single value	solar declination	1, 2	radians	-0.40928 – 0.40928
<i>time</i>	single value	local (solar) time	1	decimal hours	0 – 24
<i>step</i>	single value	time step	2	decimal hours	0.01 – 1.0
<i>dist</i>	single value	sampling distance coefficient for shadowing	1, 2	dimensionless	0.1 – 2.0

Table 1: *r.sun* input parameters

Solar declination is computed internally using equation (15) and day number unless an explicit value of *declin* is used. In the case that user's data are localised in GRASS location with defined projection, *r.sun* uses internal GRASS function to get geographical latitude for every raster cell. Otherwise the user can set the latitude as a constant *lat* for the whole computed region or, as a raster *latin* representing spatially distributed values over larger region. Similarly, the Linke turbidity factor and ground albedo can be set as a spatially averaged (single) values *lin*, *alb* or spatially distributed parameters *linkein*, *albedo*. The *step* parameter defines time step used for all-day irradiation calculation from sunrise to sunset. The default value is 0.5 hour. The shadowing effect of terrain can be taken into account using the *-s* flag. The *dist* parameter defines the sampling density at which the visibility of a raster cell is computed in the direction of solar beam. The values above 1.0 are suitable for fast, but less accurate estimates, while values less 1.0 for slower and more precise calculations. It is recommended to use values in the range 0.5 – 1.5.

▪ Model outputs

According to the setting of output parameters the model automatically recognises between modes 1 and 2. When calculating in **mode 1** the solar incident angle *incidunt*, and solar irradiance raster maps *beam_rad*, *diff_rad* and *refl_rad* are computed. Calculation in **mode 2** gives the sums of solar irradiation within a specified day for selected components of global irradiation *beam_rad*, *diff_rad* and *refl_rad*. A raster map showing duration of beam irradiation *insol_time* can be computed as well.

Besides clear-sky irradiances/irradiations, the model can calculate overcast radiation on conditions that *coefbh* and *coefdh* input raster maps are defined, expressing the beam and diffuse components of clear-sky index (equations 42).

The incidence angle and irradiance/irradiation maps can be computed without considering the terrain shadowing by default or with shadowing effects by setting the flag *-s*. In mountainous areas this can lead to very different results especially at low sun altitudes. The value of a shadowed area is written to the output maps as zero. The table 2 presents a list of all output raster maps.

Besides output raster maps, the model stores basic solar radiation parameters used in the computation in *r.sun_out.txt* local text file. Currently it contains day number, solar constant, extraterrestrial irradiance, solar declination, interval of latitude, times of sunrise and sunset, time step, interval of used Linke turbidity and ground albedo.

Solar radiation modeling for periods longer or shorter than one day can be done using UNIX shell scripting within GRASS GIS environment. The example can be found in the book by Neteler and Mitasova (p. 326).

Parameter name	Description	Mode	Units
<i>incidunt</i>	solar incidence angle	1	decimal degrees
<i>beam_rad</i>	beam irradiance	1	W.m ⁻²
<i>diff_rad</i>	diffuse irradiance	1	W.m ⁻²
<i>refl_rad</i>	ground reflected irradiance	1	W.m ⁻²
<i>insol_time</i>	duration of the beam irradiation	2	min.
<i>beam_rad</i>	beam irradiation	2	Wh.m ⁻² .day ⁻¹
<i>diff_rad</i>	diffuse irradiation	2	Wh.m ⁻² .day ⁻¹
<i>refl_rad</i>	ground reflected irradiation	2	Wh.m ⁻² .day ⁻¹

Table 2: *r.sun* output raster maps

10. solar radiation animations

A set of animations has been done using the solar radiation model *r.sun*, PVGIS solar radiation database and shell-scripting in GRASS GIS.

11. web applications

The web interface consists of four parts.

1- the solar irradiation data utility allows browsing the climatic GIS database and querying the actual values for a point clicked on the map or explicitly defined by the user (choosing country/city or by entering latitude and longitude). The monthly and yearly values are displayed in a separate window as a table and graphs.

2- using the solar irradiance data utility for a selected module inclination and orientation a user can get a daily profile of clear-sky and real-sky irradiances for a chosen month. The average daily variance is estimated from monthly means by a standalone calculator (extracted from the *r.sun*), running on a server. The calculator uses the input data from the PVGIS database and takes into account also the shadowing by local terrain features.

3- with the solar electricity calculator it is possible to browse the solar radiation database and to calculate the power output from a PV installation, defined by nominal installed power, angle of PV modules and performance ratio of the system (a typical value for a roof mounted system with modules from mono- or polycrystalline silicon is 0.75). The calculator enables also to calculate for a given location the optimal inclination of PV modules as well as their optimal east-west orientation. It uses the PVGIS climatic database that includes also terrain shadowing effects. Terrain shadow effects are the reason why the optimal orientation may not be due south.

4- with the PV by regions utility you can see data on annual solar irradiation and potential power production by photovoltaic (PV) installations for any administrative region of Europe. The data have been calculated for the built-up areas within each country/region. The total area and built-up area for the chosen region is also shown. For both solar irradiation and PV power estimation, minimum, average and maximum values are shown for the built-up areas of the region. The values are calculated for a horizontal plane and for south-facing planes at vertical inclination and optimal inclination (the angle of inclination that will receive the maximum amount of sunlight during a whole year). The lowest, average and highest values for the optimum inclination angle (again calculated only over the built-up areas) in the corresponding region are shown.

The web applications have been written almost exclusively using server-side scripting using PHP, with a few supporting programs written in C/C++. While this does increase the load on the server it demands very little of the client-side computer. Thus the site is accessible also for users with less powerful hardware. The application has been written so that the actual source code is separate from the data for a given region, using a few configuration files to inform the application about the location of the data. Therefore it should be very easy to adapt the web application for use on a different region.

The calculation of the solar radiation and/or the PV power potential is made with a stand-alone program called from the web application. This program is derived from the GRASS GIS module *r.sun*, modified to calculate the solar radiation only for a single geographic location, but with the added possibility of calculating optimal inclination and orientation angles.

ANNEX III

ANNEX III: Taules de Resultats de les enquestes

1. POBLACIÓ

SEXE	DONA	19
	HOME	14
EDAT	<20 anys	5
	Entre 20 i 50 anys	20
	>50 anys	7
DE QUINS ESTUDIS DISPOSA	CAP	0
	PRIMÀRIA	10
	SECUNDÀRIA	10
	SUPERIORS SECUNDARIS	7
	SUPERIORS UNIVERSITARIS	5
QUIN CONSUM ELÈCTRIC TENEN A CASA SEVA. (kW O €)	economic (€) cada dos mesos	80 €
	kWh	357
DISPOSA D'INSTAL·LACIONS D'ENERGIES RENOVABLES?	SI	3
	NO	30
EN CAS DE RESPOSTA AFIRMATIVA A LA PREGUNTA 3 CONTINUAR PER LA 5 EN CAS DE RESPOSTA NEGATIVA CONTINUAR PER LA PREGUNTA 10		
QUINA O QUINES TECNOLOGIES UTILITZA?	EÒLICA	0
	FOTOVOLTÀICA	0
	BIOMASSA	0
	ALTRES	3
AMB QUINA POTENCIA INSTAL·LADA?		0
ESTÀ SATISFET AMB EL SEU RENDIMENT?	SI	3
	NO	0
LA INSTAL·LACIÓ HA ESTAT AMORTITZADA?	SI	1
	NO	1
TÉ UNA IDEA DE QUANT ESTALVIA MENSUALMENT EN ELECTRICITAT PER SER PRODUCTOR D'ENERGIA?	SI, QUANT?	0
	NO	3
CONTINUI PER LA PREGUNTA 13		
CONEIX AQUESTES FONTS D'ENERGIA?	SI	24
	NO	6
S'HA PLANTEJAT MAI INSTAL·LAR ALGUN TIPUS D'ENERGIA RENOVABLE?	SI	17
	NO	16
EN CAS DE RESPOSTA AFIRMATIVA A LA PREGUNTA ANTERIOR PERQUÈ NO HO HA FET?	Motius econòmics	8
	Espai i ubicació	2
	no propietat de la vivenda	3
	Falta d'informació	3
COM VALORA L' APLICACIÓ DE L'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA A L'ILLA I PERQUÈ?	POSITIVAMENT	24
	NEGATIVAMENT	0
	NO HO SE	9
QUINS IMPACTES CREU MÉS MOLESTOS? (SOLAR)	SOROLL	2
	IMPACTE VISUAL	10

	DESTRUCCIÓ DEL SÒL I VEGETACIÓ	4
	IMPACTE AMB LA FAUNA	2
	AFECCIÓ AL PATRIMONI	1
	NO SÓN IMPACTES MOLESTOS SI TENIM EN COMPTE ELS BENEFICIS	15
COM VALORA L'APLICACIÓ DE L'ENERGIA EÒLICA A L'ILLA I PERQUÈ?	POSITIVAMENT	25
	NEGATIVAMENT	0
	NO HO SE	8
QUINS IMPACTES CREU MÉS MOLESTOS? (EÒLICA)	SOROLL	6
	IMPACTE VISUAL	10
	DESTRUCCIÓ DEL SÒL I VEGETACIÓ	1
	IMPACTE AMB LA FAUNA	3
	AFECCIÓ AL PATRIMONI	1
	NO SÓN IMPACTES MOLESTOS SI TENIM EN COMPTE ELS BENEFICIS	12
CREU QUE AQUEST TIPUS D'INSTAL·LACIONS SÓN AMORTITZABLES ECONÒMICAMENT?	SI	28
	NO	2
	NOMÉS LA EÒLICA	0
	NOMÉS LA SOLAR	0
	CAP DE LES DUES	1
ESTARIA A FAVOR DE LA IMPLANTACIÓ D'AQUESTES INSTAL·LACIONS A TOT EL MUNICIPI PER TAL D'ACONSEGUIR QUE SIGUI UN MUNICIPI ENERGÈTICAMENT AUTOSUFICIENT?	SI	29
	NO	4
ESTARIA INTERESSAT/DA EN LA INSTAL·LACIÓ D'ALGUN DELS SISTEMES PROPOSATS AL SEU DOMICILI, SI AIXÒ IMPLICA QUE ES MIGJORN SIGUI UN MUNICIPI ENERGÈTICAMENT AUTOSUFICIENT?	SOLAR	22
	EÒLICA	9
	CAP DE LES DUES.	3
ESTARIA DISPOSAT/DA A FERHO SI EL GOVERN DONÉS MÉS AJUDES PER A LA INSTAL·LACIÓ D'AQUESTS SISTEMES DE PRODUCCIÓ ENERGÈTICA?	SI	32
	NO	1
CONEIX LES NOVES RETRIBUCIONS (MAIG 2014) QUE OFEREIX EL GOVERN ESPANYOL PER A LES NOVES INSTAL·LACIONS EÒLIQUES I SOLARS?	SI	3
	NO	30

2. COMPLEXES HOTELERS DE SANT TOMÀS

		MESTRAL I LLEVEIG	VICTORIA PLAYA	VISTAMAR	HAMILTON COURT	SANT TOMÀS
Nº DE PERSONAL	<5					
	5<X<10				1	
	10<X<15					
	15<X<20			1		
	>20	1	1			1
Nº DE CLIENTS APROX. ANUAL	...	10000	7000		1000	
Nº DE CLIENTS APROX. MENSUAL TEMPORADA TURÍSTICA (MAIG-SETEMBRE)	...	10000	1500		1000	
Nº DE CLIENTS APROX. MENSUAL FORA DE TEMPORADA (OCTUBRE-MAIG)	...	TANCAT	1000	TANCAT	TANCAT	
QUIN CONSUM ENERGÈTIC TÉ L'EMPRESA (K _{wh} /ANY O €)	...					
DISPOSA D'INSTAL·LACIONS D'ENERGIES RENOVABLES?	SI		1			1
	NO	1		1	1	
EN CAS DE RESPOSTA AFIRMATIVA A LA PREGUNTA 6 CONTINUAR PER LA 7 EN CAS DE RESPOSTA NEGATIVA CONTINUAR PER LA PREGUNTA 12						
QUINA O QUINES TECNOLOGIES UTILITZA?	EÒLICA					
	FOTOVOLTAÏCA					
	BIOMASSA					
	ALTRES		1			1
AMB QUINA POTÈNCIA INSTAL·LADA?	...					
ESTÀ SATISFET AMB EL SEU RENDIMENT?	SI					1
	NO					
LA INSTAL·LACIÓ HA ESTAT AMORTITZADA?	SI					1
	NO					

TÉ UNA IDEA DE QUANT ESTALVIA MENSUALMENT EN ELECTRICITAT PER SER PRODUCTOR D'ENERGIA?	SI, QUANT?	CONTINUI PER LA PREGUNTA 15									
NO	NO										
CONEX AQUESTES FONTS D'ENERGIA?	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	NO										
S'HA PLANTEJAT MAI INSTAL·LAR ALGUN TIPUS D'ENERGIA RENOVABLE?	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	NO										
EN CAS DE RESPOSTA AFIRMATIVA A LA PREGUNTA ANTERIOR PERQUÈ NO HO HA FET?	Motius econòmics	1									
	Espai i ubicació										
	no propietat de la vivenda										
	Falta d'informació										
COM VALORA L' APLICACIÓ DE L'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA A L'ILLA I PERQUÈ?	POSITIVAMENT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	NEGATIVAMENT										
	NO HO SE										
	SOROLL										
	IMPACTE VISUAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	DESTRUCCIÓ DEL SÒL I VEGETACIÓ										
	IMPACTE AMB LA FAUNA										
	AFECCIÓ AL PATRIMONI										
	NO SÓN IMPACTES MOLESTOS SI TENIM EN COMPTA ELS BENEFICIS										
COM VALORA L'APLICACIÓ DE L'ENERGIA EÒLICA A L'ILLA I PERQUÈ?	POSITIVAMENT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	NEGATIVAMENT										
	NO HO SE										
	SOROLL										
	IMPACTE VISUAL										
	DESTRUCCIÓ DEL SÒL I VEGETACIÓ										

	IMPACTE AMB LA FAUNA								
	AFECCIÓ AL PATRIMONI								
	NO SÓN IMPACTES MOLESTOS SI TENIM EN COMPTE ELS BENEFICIS	1						1	
	SI	1						1	1
	NO						1		
	NOMÉS LA EÒLICA								
	NOMÉS LA SOLAR			1					
	CAP DE LES DUES								
	SI	1					1		1
	NO						1		
	SOLAR	1					1		1
	EÒLICA								1
	CAP DE LES DUES.								
	SI	1					1		1
	NO								
	SI								
	NO	1					1		1

3. POLÍGON INDUSTRIAL DE ES MIGJORN GRAN

EN QUIN SECTOR S'ENGLOVA L'EMPRESA	ELÈCTRIC/ELECTRÒNIC						
	FUSTA		1				
	METALL			1			
	TÈXTEL/CALÇAT	1					
	CONSTRUCCIÓ						
	AUTOMOVILÍSTIC I TALLER						1
	LOGÍSTICA			1	1		
	MANUTENIMENT					1	
	OFICINES						
		<5		1	1		
Nº DE PERSONAL	5<X<10					1	
	10<X<15					1	
	15<X<20						
	>20	1				1	
	QUIN CONSUM ENERGÈTIC TÉ L'EMPRESA (KwH/ANY O €)	Cada 2 mesos	300 €	6500KwH/any			
DISPOSA D'INSTAL·LACIONS D'ENERGIES RENOVABLES?	SI					1	
	NO	1	1	1	1	1	
EN CAS DE RESPOSTA AFIRMATIVA A LA PREGUNTA 4 CONTINUAR PER LA 5 EN CAS DE RESPOSTA NEGATIVA CONTINUAR PER LA PREGUNTA 10							
QUINA O QUINES TECNOLOGIES UTILITZA?	EÒLICA						
	FOTOVOLTAICA					1	
	BIOMASSA						
	ALTRES						

AMB QUINA POTENCIA INSTAL·LADA?	...						18KW
ESTÀ SATISFET AMB EL SEU RENDIMENT?	SI						1
	NO						
LA INSTAL·LACIÓ HA ESTAT AMORTITZADA?	SI						
	NO						1
TÉ UNA IDEA DE QUANT ESTALVIA MENSUALMENT EN ELECTRICITAT PER SER PRODUCTOR D'ENERGIA?	SI, QUANT?						1
	NO						
CONTINUI PER LA PREGUNTA 15							
CONEIX AQUESTES FONTS D'ENERGIA?	SI			1	1	1	1
	NO		1				
S'HA PLANTEJAT MAI INSTAL·LAR ALGUN TIPUS D'ENERGIA RENOVABLE?	SI					1	
	NO		1	1	1		1
EN CAS DE RESPOSTA AFIRMATIVA A LA PREGUNTA ANTERIOR PERQUÈ NO HO HA FET?	Motius econòmics			1	1		
	Espai i ubicació			1			
	no propietat de la vivenda					1	
	Falta d'informació		1				
	POSITIVAMENT		1	1		1	1
	NEGATIVAMENT						
COM VALORA L' APLICACIÓ DEL'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA A L'ILLA I PERQUÈ?	NO HO SE				1		
	SOROLL						
	IMPACTE VISUAL		1	1	1	1	1
	DESTRUCCIÓ DEL SÒL I VEGETACIÓ						
	IMPACTE AMB LA FAUNA						
	AFECCIÓ AL PATRIMONI						
	NO SÓN IMPACTES MOLESTOS SI TENIM EN COMPT ELS BENEFICIS				1		1

COM VALORA L'APLICACIÓ DE L'ENERGIA EÒLICA A L'ILLA I PERQUÈ?	POSITIVAMENT	1	1	1	1	1	1	1
	NEGATIVAMENT							
QUINS IMPACTES CREU MÉS MOLESTOS? (EÒLICA)	NO HO SE							
	SOROLL	1						
	IMPACTE VISUAL		1	1	1	1	1	1
	DESTRUCCIÓ DEL SÒL I							
	VEGETACIÓ							
	IMPACTE AMB LA FAUNA							1
	AFECCIÓ AL PATRIMONI							
CREU QUE AQUEST TIPUS D'INSTAL·LACIONS SÓN AMORTITZABLES ECONÒMICAMENT?	NO SÓN IMPACTES MOLESTOS SI TENIM EN COMPTA ELS BENEFICIS	1						
	SI		1	1	1	1	1	1
	NO	1						
	NOMÉS LA EÒLICA							
	NOMÉS LA SOLAR							
ESTARIA A FAVOR DE LA IMPLANTACIÓ D'AQUESTES INSTAL·LACIONS A TOT EL MUNICIPI PER TAL D'ACONSEGUIR QUE SIGUI UN MUNICIPI ENERGÈTICAMENT AUTOSUFICIENT?	CAP DE LES DUES							
	SI	1	1	1	1	1	1	1
ESTARIA INTERESSAT/DA EN LA INSTAL·LACIÓ D'ALGUN DELS SISTEMES PROPOSATS A LA SEVA EMPRESA, SI AIXÒ IMPLICA QUE ES MIGJORN SIGUI UN MUNICIPI ENERGÈTICAMENT AUTOSUFICIENT?	NO							
	SOLAR	1	1	1	1	1	1	1
	EÒLICA			1	1	1	1	1
	CAP DE LES DUES.							1
ESTARIA DISPOSAT/DA A FERHO SI EL GOVERN DONÉS MÉS AJUDES PER A LA INSTAL·LACIÓ D'AQUESTS SISTEMES DE PRODUCCIÓ ENERGÈTICA?	SI	1	1	1	1	1	1	1
	NO							1
CONEX LES NOVES RETRIBUCIONS (MAG 2014) QUE OFEREIX EL GOVERN ESPANYOL PER A LES NOVES INSTAL·LACIONS EÒLIQUES I SOLARS?	SI							
	NO	1	1	1	1	1	1	1