



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

Grado en Fundamentos de la Arquitectura
TRABAJO FIN DE GRADO (Septiembre 2016):

“AUTOSUFICIENCIA ENERGÉTICA EN PEQUEÑAS POBLACIONES RURALES: VILLAR DEL SALZ”

Alumno: Alfio García Valero Tutor: Luis Montero Delgado

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia (ETSAV)

Universidad Politécnica de Valencia (UPV)



RESUMEN

En un pequeño municipio de montaña en la provincia de Teruel, se plantea un sistema de producción de energía basado en fuentes renovables como solar y eólica que permita el abastecimiento de los locales municipales en una primera fase y facilite la paulatina implantación de estos sistemas de producción en las distintas viviendas en busca de la autosuficiencia energética de municipio. A su vez, el sistema será capaz de poder convertirse en un elemento vertebrador social y urbano.

Durante el proceso de estudio se pensará en la viabilidad económica del proyecto y en la facilidad de implantación del sistema teniendo en cuenta los condicionantes reales del municipio.

Dado el carácter global del proyecto y las limitaciones de este, algunos de los procedimientos se realizarán con métodos o datos aproximados ya que prevalece la visión arquitectónica del conjunto a la parte técnica.

RESUM

En un xicotet municipi de muntanya en la província de Terol, es plantetja un sistema de producció d'energia basat en fonts renovables, com la solar i la eòlica, que permeta l'abastiment dels locals municipals en una primera fase i facilite la paulatina implantació d'aquests sistemes de producció en les distintes vivendes a la cerca de l'autosuficiència energètica del municipi. Al mateix torn, el sistema serà capaç de poder convertir-se en un element vertebrador social i urbà.

Durant el procés d'estudi es pensarà en la viabilitat econòmica del projecte i en la facilitat de implantació del sistema, tenint en compte els condicionants reals del municipi.

Donat el caràcter global del projecte i les limitacions d'aquest, alguns dels procediments es realitzaran amb mètodes o dades aproximades, ja que preval la visió arquitectònica del conjunt a la part tècnica.

ABSTRACT

In a small mountain village located in the province of Teruel, arises a power generation system based on renewable sources such as solar and wind power that allows the supply of municipal premises in a first phase and facilitate the possibility of a gradual implementation of these systems of production in different homes in search of the energy self-sufficiency of town. At the same time, the system will be able to become a hub of activity and meeting place for population.

The project thinks carefully about the economic viability and the ability of implementation of the system with the real conditions of the village.

Given the global concept of the project and the limitations of this, some of the procedures will be carried out with approximate data models since prevails the global architectural vision than technical part.

PALABRAS CLAVE

Autosuficiencia energética/ Autosuficiència energètica / Energy self-sufficiency.

Energías renovables/ Energies renovables / renewable energies.

Aerogeneradores/ Aerogeneradors / wind turbine.

Módulos fotovoltaicos/ Mòduls fotovoltaics / photovoltaic modules.

Recuperación aguas de lluvia/ Recuperació d'aigües de pluja / rain water recovery.

Función social instalaciones/ Funció social instal·lacions / installations social function.

AGRADECIMIENTOS:

En primer lugar quiero agradecer a mi tutor Luis Montero por su dedicación y por darme la oportunidad de realizar este trabajo final en una localización tan significativa y especial para mí.

También agradecer a mi familia y amigos por todo el apoyo, ayuda, confianza y continuo interés que me han hecho llegar y a todos aquellos que contribuyeron directa o indirectamente en el desarrollo de este proyecto final de Grado, en especial a mi abuela y mi tío que aceptaron ayudarme con las mediciones *in situ* a pesar del sacrificio diario y las duras condiciones climatológicas en ocasiones.

OBJETO

En una sociedad que cada día está más preocupada por el futuro del planeta y en el que se potencian campañas de concienciación energética, el acceso a estas no debe estar reservado a grandes empresas o grupos sociales que pueden costear valiosos estudios de implantación y rendimiento de este tipo de energías. Por este motivo, en el presente trabajo se plantea la implantación de un sistema público que puedan costar pequeños ayuntamientos, centrando el caso práctico en el municipio de Villar del Salz, que facilite e incentive un paulatino acceso a las energías renovables, a la vez que soluciones problemas de suministro y pueda constituir un sistema de ahorro económico futuro.

En primer lugar, por tratarse de un pequeño municipio sin registros climáticos o energéticos de consumo propios, se deberá desarrollar una primera labor de investigación y recopilación de datos. Esta fase se dividirá en dos partes, una primera basada en el estudio de consumos de viviendas y edificios públicos dependientes del ayuntamiento logrando así unos datos de partida óptimos para un dimensionamiento aproximado; en segundo lugar, un estudio de factores climáticos y recopilación de valores tipo como pueden ser radiación solar, pluviometría, velocidad del viento etc. que sirvan para lograr conocer el potencial de producción de los distintos elementos a implantar.

A continuación, tras el análisis de los datos, se procederá a realizar un dimensionamiento de los distintos sistemas, estableciendo distintos puntos de intervención que serán en una primera fase los espacios propiedad del ayuntamiento, abriendo la posibilidad futura a que los vecinos puedan plantear el uso colaborativo de cubiertas para recuperación de agua pluvial o instalación de módulos fotovoltaicos, cesión de terrenos o colaboración económica, permitiendo así su conexión a la red de energía limpia propia.

Finalmente, se diseñará un módulo contenedor tipo que concentre los distintos elementos tecnológicos necesarios para la producción, transformación y uso de las distintas instalaciones, de forma que mediante su implantación en varios espacios abiertos y conectados entre sí logre el óptimo funcionamiento de la instalación y facilite su mantenimiento, a la vez que sirva como elemento vertebrador del municipio, creando un elemento de mobiliario característico que pueda convertirse en polo de atracción de la población buscando la dinamización social.

INTERÉS SOCIAL

-Contribución a generar energía eléctrica limpia utilizando recursos propios como son el sol y viento.

-No se produce contaminación ambiental.

-Logra una labor de difusión de las energías renovables y concienciación en la población local.

-Posibilidad de creación de puntos de carga para vehículos eléctricos.

-La recuperación de agua permite el alivio de los depósitos municipales previniendo cortes en el suministro durante situaciones de sequía, creando depósitos para el reabastecimiento de vehículos de emergencias y potenciando la creación de espacios verdes.

-Regeneración y mejora de zonas con mobiliario propio y vegetación que sirvan como punto de reunión de la población.

o_ÍNDICE

1_INTRODUCCIÓN	10
1.1 EL MUNICIPIO	10
1.1.1_Localiación	
1.1.2_Historia	
1.1.3_Geografía	
1.1.4_Demografía	
1.1.5_Arquitectura	
1.1.6_Vivienda	
1.2 ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD	13
1.3 ENERGÍA	13
1.3.1_Energía en la actualidad	
1.3.2_Energía en España	
1.4 EJEMPLOS AUTOCONSUMO Y ENERGÍAS RENOVABLES	18
1.5 SIGNOS DE VIABILIDAD	20
1.6 INVENTARIO DE LOCALIZACIONES	21
2 ESTRATEGIA DE PROYECTO	23
2.1 PLANTEAMIENTO	23
2.2 DISEÑO MÓDULOS	26
3_NORMATIVA	27
4_ESTUDIO CONSUMOS Y SUMINISTRO	29
4.1 ESTUDIO DEL CONSUMO	29
4.1.1_Consumo inmuebles y alumbrado públicos	
4.1.2_Consumo viviendas	
4.1.2.1 Consumo eléctrico	
4.1.2.1 Consumo biomasa	
4.1.2.1 Consumo gas	
4.2 ESTUDIO DEL SUMINISTRO	35
4.2.1_Agua potable	
4.2.2_Energía eléctrica	
4.2.2_Gas	
5_OBTENCIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS	38
5.1 TEMPERATURAS	38
5.2 PLUVIOMETRÍA	39

5.4 RADIACIÓN SOLAR	43
5.3 VIENTO	43
6_CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN	48
6.1 GENERADORES FOTOVOLTAICOS	48
6.1.1_Generador fotovoltaico	
6.1.2_Módulo solar escogido	
6.1.3_Parametros que influyen en el potencial solar	
6.1.4_Factores de emplazamiento	
6.1.5_Análisis Orientación e inclinación	
6.1.6_Obtención valores	
6.1.7_Procedimiento de cálculo	
6.1.8_Energía generada	
6.1.9_Cálculo generadores fotovoltaicos	
6.2 GENERADORES EÓLICOS	67
6.2.1_Energía teórica del viento	
6.2.2_Tipos de aerogeneradores	
6.2.3_Elección aerogenerador	
6.2.4_Cálculo aerogeneradores	
6.3 PRODUCCIÓN TOTAL-DIMENSIONAMIENTO	63
6.3.1_Producción total	
6.3.2_producción por torres	
6.4 SISTEMA DE CONEXIÓN	75
6.4.1_Instalaciones solares fotovoltaicas y eólicas	
6.4.2_Conexión	
6.5 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS	76
6.5.1_Convertidor CC/CC	
6.5.2_Regulador	
6.5.3_Baterías	
6.5.4_Inversores	
6.5.5_Red suministro	
6.5.6_Separación torres	
6.5 RECUPERACIÓN AGUA DE LLUVIA	83
7_RESUMEN INSTALACIÓN	85
8_PRESUPUESTO	87
9_VIABILIDAD	92

10_ CONCLUSIONES	95
14_ BIBLIOGRAFÍA	96
14.1 BIBLIOGRAFÍA DOCUMENTAL.....	96
14.2 BIBLIOGRAFÍA FOTOGRÁFICA.....	15

ANEXO I_ PLANOS MÓDULO

Módulo básico

Módulo cubierta

Módulo apoyo

Detalle módulo almacenamiento

Montaje

ANEXO II_ MEDICIONES DEL VIENTO

1.1 EL MUNICIPIO

1.1.1 Localización

El municipio de Villar del Salz se localiza al noroeste de la provincia de Teruel y pertenece a la Comarca del Jiloca. Su término municipal, cuya superficie es de 38'69 km², está situado en plena Sierra Menera (Sistema Ibérico) limitando con la provincia de Guadalajara. El casco urbano se encuentra a 1219 metros de altitud sobre el nivel del mar, mientras que el punto más alto del término alcanza los 1587 metros (pico Atalaya).

Los límites administrativos de este municipio son Ojos Negros, al Norte; Villafranca del Campo, al Este; Peracense, al Sureste; Ródenas, al Sur; y la provincia de Guadalajara (Castilla-la Mancha) con el municipio de Tordesilos, al Este.

Respecto al acceso por carretera, Villar del Salz encuentra vías de comunicación con otros municipios por sus cuatro extremos, estando atravesado por la TE-V-9023 que tiene dirección Este-Oeste y enlaza con la TE-V-9024 que une Villar del Salz con Villafranca del Campo, facilitando el acceso en este punto desde la A-23 y la N-234. Por otro lado, la carretera TE-V-9025 une Villar del Salz con Ojos Negros. Existe también una pista asfaltada que comunica con Peracense en dirección Sureste.

La distancia del municipio con Teruel es de 63 km; con Zaragoza, de 130 km; con Calamocha, la capital comarcal, de 41 km; y con Monreal del Campo, municipio que le proporciona gran cantidad de servicios, de 24 km.



Imagen 1.1 y 1.2. Situación y vista aérea Villar del Salz.

1.1.2 Historia

La población se asienta sobre los restos de un poblado ibérico teniendo su origen como municipio durante la Reconquista. En mayo de 1195 Alfonso II de Aragón concedió Villar del Salz al monasterio de Piedra pero no fue hasta julio de 1210 cuando Pedro II de Aragón autorizó al monasterio de Piedra este a disponer de las granjas de Villar del Salz junto a las de Perales. Fue Aldea, hasta 1711 perteneciendo a la Comunidad de aldeas de Daroca, desde 1120, pudiendo desligarse en 1248 gracias al privilegio del rey Jaime I (sin embargo, aún mantendría unión jurídica), pasando a organizarse como otras muchas aldeas en sesmas, entidad administrativa intermedia entre la comunidad y la aldea. Villar del Salz formó parte de la Sesma del Río Jiloca dependiendo directamente del rey hasta la muerte de Fernando VII en 1833, disolviéndose la sesma en 1838.

Se constituye como Ayuntamiento en 1834 y pasó a formar parte del partido judicial de Albarracín, para incorporarse en 1965 al partido judicial de Teruel. En 1990 se incorporó a la Mancomunidad de Municipios del Jiloca y, tras su disolución en 2003, a la comarca del Jiloca.

Además de la propia localidad, pertenecían a ella masadas y caseríos cercanos como: Las Casas de Manolo, la venta del Soto, la estación y la Tejería.

1.1.3_Geografía

Se sitúa en una depresión alargada o nava, que se extiende desde la zona minera de Ojos Negros hacia las localidades de Peracense y Almohaja, contactando con el macizo paleozoico de Sierra Menera. Esta cuenca está rellena de sedimentos de cuarcitas y pizarras paleozoicas siendo la principal zona de cultivo, se trata de un terreno árido y quebrado donde solo se puede cultivar cereal y zonas de pasto. La parte occidental del término municipal está cubierta por una masa de vegetación importante mientras que la zona oriental calcárea tiene una vegetación menos destacable (lastonares, tomillos, aliagas, matorrales y encinas, que más al norte de la población alcanzan portes arbóreos).

1.1.4_Demografía

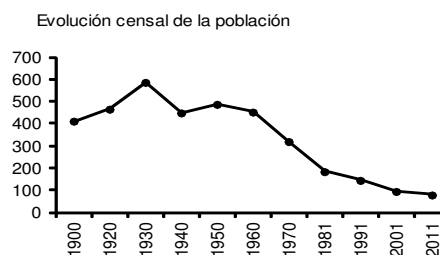
En 1910 la localidad contaba con 658 habitantes que se redujeron por diferentes motivos, siendo el principal el cierre de las Minas de Ojos Negros y quedando en la actualidad 74 habitantes censados a los que hay que sumar varias personas que pasan largas temporadas en la localidad, si bien, en los meses de invierno este número puede reducirse a menos de la mitad.

En la actualidad, como muchos otros pequeños municipios de España, Villar del Salz sufre un preocupante envejecimiento de la población, con una tasa de natalidad prácticamente nula; estos factores provocan que más del 45% de la población sobrepase los 65 años.

Otro dato alarmante es que la tasa global de dependencia se sitúa en el 92,3%.

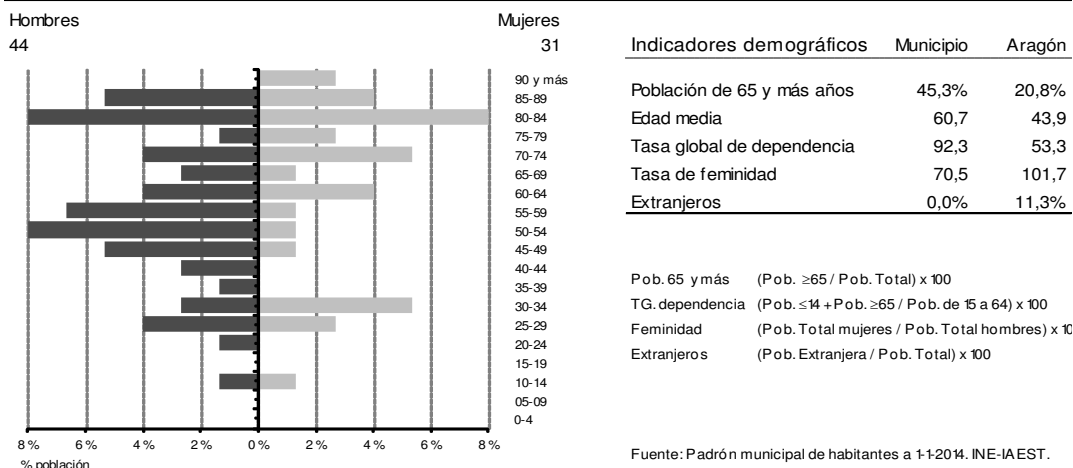
Evolución de la población

Evolución censal		Cifras oficiales a 1 de enero	
Año	Población	Año	Población
1900	412	2004	104
1920	466	2005	98
1930	587	2006	95
1940	449	2007	93
1950	488	2008	88
1960	453	2009	85
1970	320	2010	83
1981	184	2011	80
1991	145	2012	79
2001	95	2013	73
2011	79	2014	75



Fuentes para evolución censal: Censo de población de 1900 a 2011. Se ha recalculado la población según la estructura territorial del municipio en 2011. Fuente para poblaciones oficiales: Padrón municipal de habitantes a 1 de enero de cada año.

Estructura de población a 1 de enero de 2014.



Tablas 1.1 y 1.2. Datos demográficos Villar del Salz.

1.1.5_Arquitectura

La tipología constructiva de vivienda característica es la basada en muros portantes de piedra y forjados de vigas de madera y revoltón cerámico con cubierta de cañizo y teja cerámica tradicional en el caso de las más antiguas, o muros de ladrillo y viguetas de hormigón prefabricadas con cubierta de vigueta y teja cerámica plana en las más recientes; este segundo tipo de cubierta ha sustituido en las últimas décadas algunas de las cubiertas tradicionales del primer caso. La fachada es en general plana (en algunos casos de tapia), sin presencia de grandes balcones exteriores ni ornamentos, cubierta por mortero y pintura sin lograr crear un patrón reconocible. En las los edificios principales y nobles destaca el uso de la piedra del rodano –característica de la zona- existiendo elaboradas fachadas de mampostería y sillería con este material. En general, presentan deficiencias de aislamiento, tanto en cerramientos que es compensado con su gran espesor como en carpinterías exteriores, sin embargo, la tendencia es la de mejora y renovación paulatina de estas últimas.

Entre las construcciones que presentan este característico color rojizo de la piedra de rodano en fachada destacan:

- **Ayuntamiento.** Edificio de cuatro plantas que data del siglo XIX
- **Trinquete.**
- **Iglesia Parroquial de la Asunción.** Conserva retablos de los siglos XVII y XVIII.
- **Fuente de Abajo.**
- **Dos casas solariegas.** Testigos de su pasado de esplendor
- **Peirones.** Como los San Antonio, la Virgen del Pilar, Santa Bárbara, San Roque y especialmente el de San José, uno de los más valorados en la comarca.
- **Ermita de Santa Águeda.**
- **Ermita de Santa Bárbara**

1.1.6_Vivienda

La vivienda característica del municipio es la vivienda tradicional entre medianeras dentro del casco urbano con 2-3 plantas y propiedad familiar con una antigüedad en su mayoría anterior a 1950 (88,6%), destaca la ausencia de inmuebles con antigüedad inferior a 25 años. Por la despoblación de las últimas décadas la mayor parte de las viviendas han pasado a ser segundas residencias ocupadas únicamente en periodos vacacionales.

Viviendas		Distribución de las viviendas principales según régimen de tenencia		Distribución de las viviendas convencionales según superficie útil	
Viviendas según tipo		Régimen	%Viviendas	Superficie (m ²)	%Viviendas
Total	104	Total	97,6%	Total	100,0%
Principales	41	En propiedad	80,5%	Hasta 90 m ²	43,9%
Convencionales	41	En alquiler	0,0%	De 91 a 150 m ²	51,2%
Alojamientos	0	Cedida gratis/bajo precio	0,0%	Más de 150 m²	4,9%
No principales	63	Otra forma	17,1%		
Secundarias	59				
Vacías	4				

Fuente: Censo de población y viviendas, 2011. INE-IAEST.

Suelo urbano			Antigüedad de la construcción		
	Valor	%	Año de construcción	Bienes inmuebles	%
Número de titulares	178		Antes de 1950	140	88,6
Parcelas urbanas			1950-1959	0	0,0
Unidades	178		1960-1969	1	0,6
Superficie	2,6		1970-1979	9	5,7
Bienes inmuebles	181		1980-1989	8	5,1
Propietarios de parcelas edificadas			1990-1999	0	0,0
Suelo y construcción mismo propietario	154	7,4	2000-2009	0	0,0
Copropiedad	1	0,0	2010 y siguientes	0	0,0
Otras	0	0,0	Sin definir	0	0

Tablas 1.3 y 1.4. Datos vivienda Villar del Salz.

1.2 ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD

Es cierto que el papel de arquitecto en la actualidad ha evolucionado, no es raro oír las palabras sostenibilidad o arquitectura eficiente dentro del vocabulario habitual, sin embargo, la práctica nos dice lo contrario, relegando en muchas ocasiones estos ideales a un papel meramente simbólico, limitando el cumplimiento algunos de estos principios únicamente por la normativa impuesta, siendo todavía pocos los casos en los que esta visión se tiene desde proyecto, se defiende y se antepone a otros criterios.

En este punto, ¿cuál es el papel del arquitecto y cuál puede ser?

La actividad arquitectónica y constructiva abarca energéticamente dos periodos, una fase inicial que representa la energía y los recursos necesarios para su construcción y una segunda fase que representa el uso y explotación. En Europa, son los edificios y viviendas que diseñamos los consumidores del 50% de la energía total que se produce, en su mayoría a partir de combustibles fósiles y fuentes no renovables.

Por lo tanto, debemos rescatar esa idea de arquitecto como un profesional que no solo trabaja en busca del beneficio económico o la satisfacción de su cliente, si no que añade un plus y trabaja también para la sociedad en cada una de sus obras, y es que difícilmente, una construcción no afecta también a quienes la rodean, directa o indirectamente.

Esta responsabilidad social, aceptada comúnmente en otros aspectos como puede ser el urbanismo, debe ser trasladada al campo de las instalaciones y la eficiencia energética ya que la sociedad y el planeta nos la demandan.

1.3 ENERGÍA

[Glosario de términos]

-Cogeneración. Proceso por el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica y/o mecánica útil.

-Ciclo combinado. Proceso de generación de energía eléctrica en la que coexisten dos ciclos termodinámicos en un sistema: uno, cuyo fluido de trabajo es el vapor de agua, y otro, cuyo fluido de trabajo es un gas. A ambas turbinas, de gas y vapor, van acoplados generadores eléctricos.

-(FER). Fuentes de energía renovables

-Energías renovables. Incluyen hidráulica, hidroeléctrica, eólica, solar fotovoltaica, solar térmica, biogás, biomasa, hidráulica marina y geotérmica.

-Energías no renovables. Incluyen nuclear, carbón, fuel/gas, ciclo combinado, cogeneración y residuos.

-Solar fotovoltaica. Luz solar convertida en electricidad mediante el uso de células solares, generalmente de material semiconductor que, expuesto a la luz, genera electricidad.

-Solar térmica. Calor producido por la radiación solar que puede aprovecharse para la producción de energía mecánica y, a partir de ella, de energía eléctrica.

-Hulla. Carbón mineral con un 45- 85% de carbono usado en centrales térmicas. En España hay yacimientos de este mineral en Asturias, Leon, Ciudad Real, Cordoba y Teruel entre otros.

-Eurostat. Oficina Europea de Estadística

1.3.1 Energía en la actualidad

En una sociedad globalizada que basa prácticamente la totalidad de su rutina diaria en elementos tecnológicos como los teléfonos móviles, ordenadores, medios de transporte etc., el consumo de energía a nivel mundial y las reservas energéticas son cuestiones de máxima importancia.

A nivel mundial, las fuentes de producción de energía primaria presentan notables diferencias si se analiza el conjunto global o solo los países desarrollados. La principal diferencia en este análisis es el porcentaje de energía nuclear, el cual llega al 11% en países desarrollados mientras que en el conjunto

global no llega al 6%. Siendo el petróleo la fuente principal de producción, el carbón y el gas natural intercambian posiciones en ambos análisis siendo el carbón la segunda fuente a escala global y quedando relegada a la tercera en los países de la OCDE.

En la actualidad las contantes campañas de concienciación y la mejora de los rendimientos y productividad de fuentes de energía alternativas de tipo renovable como son la eólica, solar o hidráulica han permitido instaurar una tendencia global de respeto al medio ambiente si bien la presencia de las centrales clásicas alimentadas por combustibles fósiles sigue siendo principal y fundamental para la capacidad generadora mundial.

En el último año, los precios del petróleo así como se otros combustibles fósiles descendieron bruscamente, esto ha sido aprovechado por muchos países para disminuir las ayudas a los combustibles fósiles y fomentar las energías renovables (en 2014 casi la mitad de la capacidad de producción eléctrica fue de este tipo) También destacar que la aplicación de normativas de eficiencia energética ya afectan a un cuarto del consumo mundial; medidas de este tipo y nuevas normativas en materia de emisiones han permitido que en los últimos años de crecimiento económico global, este no se traslade a un aumento de las emisiones de CO2, relación que hasta la fecha había sido un vínculo directo.

“A principios del siglo XIX el 95 por 100 de la energía primaria que se consumía en el mundo procedía de fuentes renovables. Un siglo después tal porcentaje era del 38 por 100, y a principios del presente siglo era sólo del 16 por 100” (Fouquet, 2009). Por lo tanto, ¿estamos frente a una revolución energética o simplemente volviendo a nuestros orígenes pero cargados de tecnología?

Tampoco debemos olvidar que esta inversión de los países en distintas fuentes de energía renovable oculta en muchas ocasiones una mera cuestión económica o de estado, la independencia energética de otros países, que pueden alterar la estabilidad económica o política interna de todo un país con un pequeño cambio de las tarifas de suministro.

1.3.2 Energía en España

España tiene la peculiaridad de que puede producir más energía que la que consume, afirmación que se afirma al comprobar que el ultimo año el saldo exportador de energía de España fue positivo aunque descendió a los 147 GWh, un 95,7% inferior a 2014 (hay que señalar que esto no siempre es así y hay periodos en los que por costes de producción España compra energía, principalmente con Francia con la que el saldo ha sido importador). España también intercambia energía con Portugal, Andorra o Marruecos.

Fruto de la mejora de la economía España, la demanda energética bruta creció en un 1,9% siendo las empresas con un consumo medio/alto (potencias superiores a 450Kw) las que mayor crecimiento han producido

Atendiendo únicamente al sistema peninsular, el cual representa más del 94% de la demanda, este incremento es de un 1,8% respecto a 2014. Ajustados los efectos de las temperaturas registradas en 2015 y de la laboralidad, la demanda que podemos atribuir a la actividad económica aumentó un 1,6%. Este ajuste se debe principalmente al incremento de las temperaturas durante el segundo semestre del año.

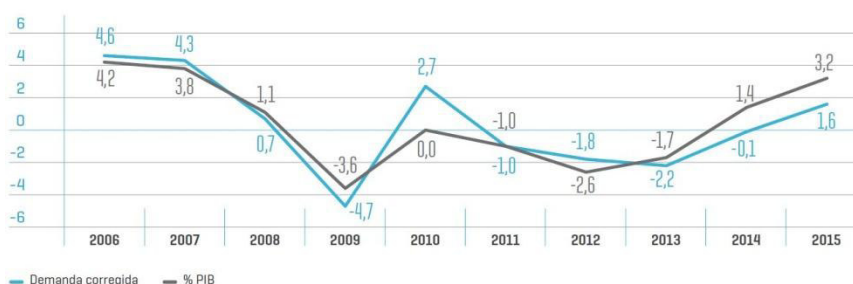


Gráfico 1. Variación anual de la demanda peninsular y PIB. [REE]

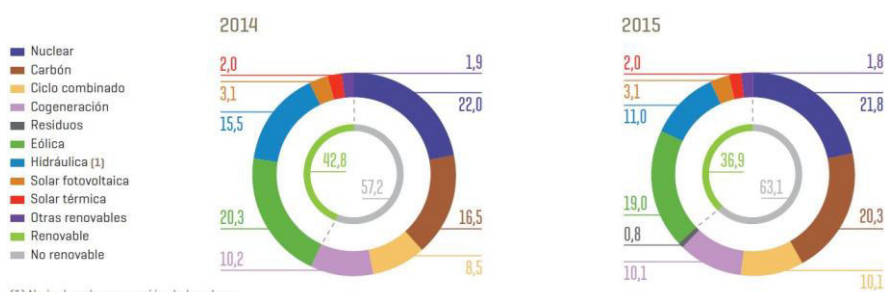
En el caso de Aragón este incremento coincide en el 1,6% nacional, situando el consumo en 10.253 GWh.

En el Informe sobre España 2016 de la Comisión Europea, se señala que España necesita adoptar medidas adicionales en relación a la inversión en I+D, las energías renovables o la eficiencia energética de cara a cumplir los objetivos del plan Europa 2020.

Esto se debe a que España destaca por un modelo de consumo basado en productos petrolíferos los cuales deben ser importados prácticamente en su totalidad lo que sitúa la dependencia energética cercana al 80%, superior a la europea que alcanza valores medios del 54% que se traduce en cerca del 3% del PIB (Producto Interior Bruto) según valores de Eurostat. Los reducidos recursos propios en este sentido hacen que las perturbaciones en el suministro y la variación de precios de la energía afecten significativamente en su balanza por cuenta corriente.

En las fuentes de producción nacional de energía destacan la nuclear y las fuentes de energía renovables (FER), también una pequeña producción subvencionada de hulla nacional. La mejora de la eficiencia de las plantas existentes junto con el desarrollo de nuevas FER y potenciación de estas ayudarían a reducir la dependencia energética de España.

Según el balance anual de Red Eléctrica de España las fuentes de energía limpias aportaron en 2015 el 37,1% del total de la producción eléctrica nacional, siendo superior a la energía nuclear que se encuentra en segundo lugar con un 21,9% del total de kilovatios eléctricos.



[1] No incluye la generación de bombeo.
Gráfico 2. Estructura de la generación anual de energía eléctrica peninsular 2014-2015. [REE].

	Sistema peninsular		Sistemas no peninsulares		Total nacional	
	GWh	% 15/14	GWh	% 15/14	GWh	% 15/14
Hidráulica	30.815	-27,5	4	3,1	30.819	-27,5
Nuclear	54.755	-0,2	-	-	54.755	-0,2
Carbón	50.924	23,8	1.865	-14,7	52.789	21,9
Fuel/gas (2)	0	-	6.497	3,8	6.497	3,8
Ciclo combinado (3)	25.334	18,7	4.022	7,6	29.357	17,1
Hidroeólica	-	-	9	-	9	-
Eólica	47.707	-5,8	402	1,6	48.109	-5,7
Solar fotovoltaica	7.839	0,5	398	-1,9	8.236	0,3
Solar térmica	5.085	2,5	-	-	5.085	2,5
Otras renovables (4) (5)	4.615	-2,2	10	-6,7	4.625	-2,2
Cogeneración (5)	25.076	-2,0	32	-89,1	25.108	-3,0
Residuos (6)	1.886	-	311	-	2.196	-
Generación	254.036	0,2	13.548	2,0	267.584	0,3
Consumos en bombeo	-4.520	-15,2	-	-	-4.520	-15,2
Enlace Península-Baleares (7)	-1.336	2,9	1.336	2,9	0	-
Saldo intercambios internacionales (8)	-133	-96,1	-	-	-133	-96,1
Demanda [h.c.]	248.047	1,8	14.884	2,0	262.931	1,9

[1] Asignación de unidades de producción según combustible principal. [2] En el sistema eléctrico de Baleares se incluye la generación con grupos auxiliares. [3] Incluye funcionamiento en ciclo abierto. En el sistema eléctrico de Canarias se utiliza gasoil como combustible principal. [4] Incluye biogás, biomasa, hidráulica marina y geotérmica. [5] Los valores de incrementos incluyen residuos hasta el 31/12/2014. [6] Generación incluida en otras renovables y en cogeneración hasta el 31/12/2014. [7] Valor positivo: entrada de energía en el sistema; valor negativo: salida de energía del sistema. [8] Valor positivo: saldo importador; valor negativo: saldo exportador.

Tabla 1.5. Balance de energía eléctrica nacional [REE].

Destaca en el caso de la eólica el día 21 de noviembre cuando el peso de la eólica llegó a representar el 51,5% de la generación nacional con un máximo del 70,4% de la electricidad consumida a las 4.50h.

Sin embargo, estos datos no son tan optimistas al comparar estos con el año 2014, periodo en el que las fuentes renovables de energía representaban casi el 43% de la producción eléctrica nacional; este cambio se debe principalmente a la caída de la producción hidroeléctrica por los condicionantes hidrológicos del año con un descenso del 27,5%. Este factor puede ser condicionante en los próximos años debido a los graves periodos de sequía que se suceden.

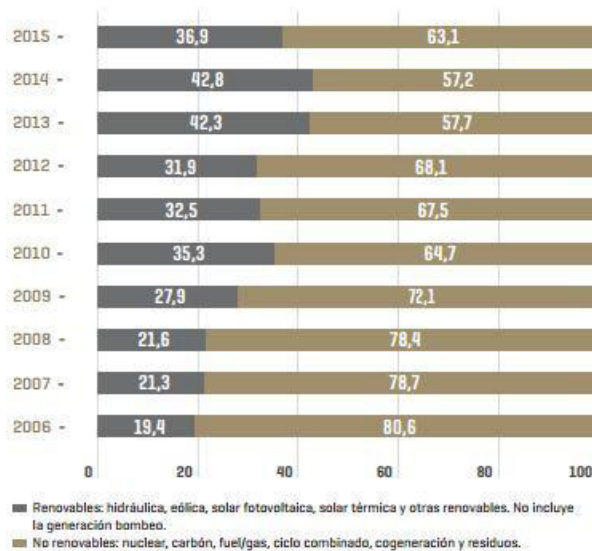


Gráfico 1.3. Evolución de la generación renovable y no renovable peninsular. [REE]

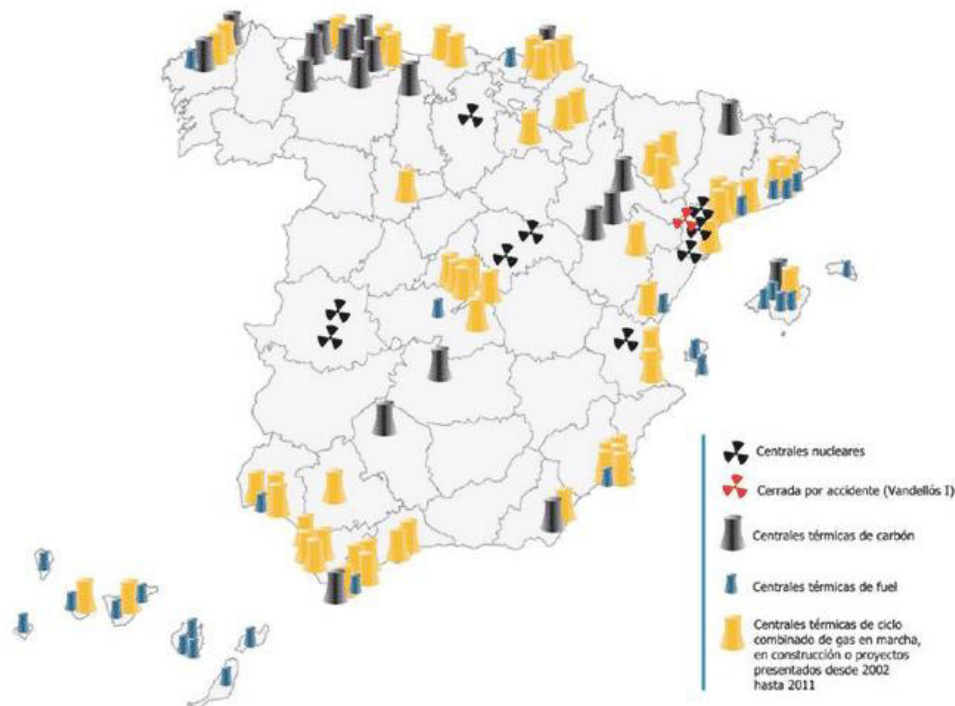


Imagen 1.3. Mapa España energías sucias

En España actualmente existen seis centrales nucleares activas con ocho reactores de agua ligera con una potencia de 7.728 Mwe, todas ellas con más de 28 años de antigüedad. La central nuclear Santa María de Garoña (la más antigua, 1971) se encuentra cesada de su actividad de forma definitiva y oficial desde el 6 de julio de 2012. En 1994 se suspendió la creación de cinco centrales ya proyectadas de segunda y tercera generación siendo que las fechas de expiración de las licencias de las centrales actuales expiran en el periodo 2021-2028.

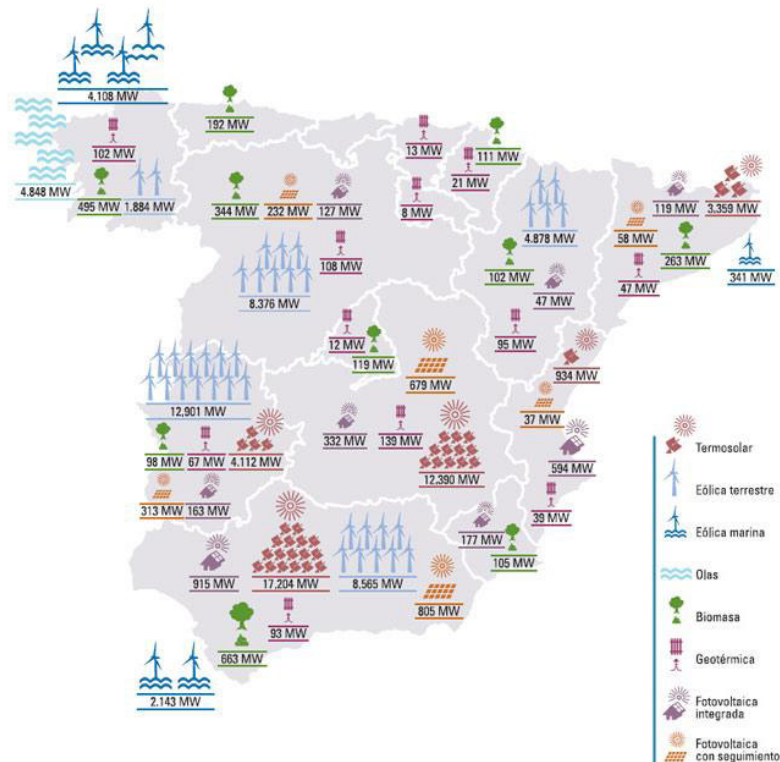


Imagen 1.4. Mapa España energías renovables.

Este cambio se traduce en las emisiones de CO2 fruto de la generación eléctrica las cuales han aumentado en un 15,1 % respecto al 2014 al tener que compensar el descenso de la producción hidráulica y eólica con generación de carbono y ciclo combinado hasta los 77,4 millones de toneladas.

En cuanto a la eficiencia energética, el Consejo Europeo de 17 de junio de 2010 fijó para España el objetivo de ahorrar un 20% de su consumo total de energía primaria para el año 2020. Por este motivo, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, junto con el IDEA (Instituto para la diversificación y ahorro de la energía), elaboró el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020. En nuestro sector, la renovación del parque inmobiliario con viviendas de mayor eficiencia tanto en obra nueva como promocionando la reforma de la vivienda existente puede representar una oportunidad para mejorar la eficiencia energética y crear puestos de trabajo.

Otra forma de mejorar esta eficiencia puede estar en un nivel de escala superior, realizando programas de estudio y auditorias energéticas en municipios de forma que se planteen medidas de ahorro común y optimización de consumos energéticos tanto en administraciones públicas como en alumbrado público. La junta de Andalucía señala que los municipios que han implantado medidas de este tipo han conseguido un ahorro superior al 25% con medidas amortizables en menos de 3 años

1.4 EJEMPLOS AUTOCONSUMO Y ENERGÍAS RENOVABLES

Poblado ecológico experimental "Goizeder"

Eransus (Egüés) Comunidad Foral de Navarra,
España

Este poblado ecológico de siete viviendas surge de una iniciativa privada no especulativa, un grupo de vecinos que en 1991 preocupados por su acceso a la vivienda e interesados por una forma de vida sana integrada en el medio rural que optan por un modelo basado en la cooperación y autogestión para la consecución de viviendas para sus socios asequibles económicamente (cada socio financia su vivienda más la parte proporcional del sistema común).

Estas viviendas están diseñadas con criterios de VPO, bioclimáticos y ecológicos, utilizan energías renovables limpias para su abastecimiento (energía solar térmica para uso en calefacción y ACS y energía solar fotovoltaica y eólica para abastecimiento eléctrico), agricultura ecológica para autoconsumo y optan mínima generación de residuos mediante compostaje y reciclaje de aguas grises.

Aunque en origen se incluía la conexión a la red, finalmente se optó por el autoabastecimiento de electricidad por energía solar-fotovoltaica y eólica. El sistema proporciona unos 120 Kwh al mes por socio, con una potencia pico de 2.200 w, suficiente para un consumo racional responsable.

En la actualidad se ha convertido en un referente didáctico en la sociedad, recibiendo numerosas visitas de personas interesadas en seguir su ejemplo.

Aldea de Feldheim

Treuenbrietzen, Brandenburgo
Alemania

Situado a 60 km al suroeste de Berlín, encontramos un proyecto pionero en el mundo, una pequeña aldea de 150 habitantes que logró convertirse en 2013 en el primer pueblo alemán independiente energéticamente, abasteciéndose únicamente con energías renovables.

Sus 45 familias cuentan con una red local de suministro propia costeada por los vecinos (aportando 3000€ cada vecino) y potencia suficiente para generar el 100% de la electricidad y la calefacción que estas consumen con tres sistemas combinados; turbinas eólicas, paneles solares y una planta de biogás de 500Kw alimentada con purines, excrementos, maíz y grano vegetal (la planta también produce digestato que se vuelve a utilizar como fertilizante en los campos). Con estas medidas se logran ahorrar 160000 litros de gasóleo al año.

Mientras que el paro en la región registra una alta tasa de paro, en Feldheim no hay desempleo y se ha logrado mantener a la población joven dándoles motivos para residir allí como son las tarifas más económicas (electricidad 31% más barata y 10% en el caso de la calefacción) y respeto al medio ambiente, convirtiendo esta aldea en un atractivo lugar para vivir y en un imán turístico. Multitud de turistas estudiantes y profesionales con ganas de implantar el sistema en sus países de origen visitan el municipio casi a diario contemplando asombrados el paisaje que rodea la aldea que ocupan granjas, aerogeneradores y paneles solares.



Imagen 1.5 y 1.6. Aldea de feldheim y visitantes.

Portugal

7-11 Mayo 2016

Según el rastreo en la Red Eléctrica Nacional de Zero en colaboración con la Asociación Portuguesa de Energías Renovables (APREN) y la Asociación del Sistema Terrestre Sostenible, entre las 6.45 del sábado 7 de mayo y las 17.45 del miércoles 11(107 horas) Portugal logró funcionar únicamente con la energía producida por fuentes renovables (hidráulica, eólica, biomasa, solar y geotérmica) siendo la primera vez que sucede algo similar en un país desarrollado.

Actualmente un 74,7% de la producción energética nacional total proviene de energías no fósiles, destacando la procedente del agua, 44,1% del total de las renovables, seguida del viento. Portugal es capaz ya de generar la mitad de su electricidad a través de las renovables. Y el objetivo del PS y de los socialdemócratas se concentra en superar el 60% en un plazo de cuatro años.

Este hito se debe al profundo cambio de la producción energética que se ha producido en Portugal durante los últimos 40 años, alejándose de ser uno de los países europeos energéticamente más contaminante cuando en 1980 ocupaba el puesto 27/30 (Fuente Europe's Dirty 30) Ya en el año 2004, Portugal había conseguido que casi el 20% de su consumo fuera energía renovable, cuando en España apenas era del 8%.

Obviando las ventajas ecológicas, las energías renovables logran asentar la población rural ya que generalmente, estas zonas disponen de mayores recursos de viento o agua logrando captar este tipo de instalaciones con la consiguiente creación de puestos de trabajo, mejorando las economías rurales, sus infraestructuras y una mayor recaudación fiscal.

Pese a esta noticia, la factura eléctrica portuguesa es, tras la alemana, la más cara de Europa, gravada con una carga fiscal del 42%, solo superada por Dinamarca y Alemania, según fuentes de Eurostat (Oficina Europea de Estadística. Además, el vigilante europeo KeepOnTrack recuerda que Portugal ha ralentizado su programa de sustitución de las energías fósiles en los últimos años con lo que, no cumpliría los objetivos de la directiva europea para que en 2020 la energía procedente de fuentes renovables represente el 31% del consumo



Imágenes 1.7 y 1.8. Aerogeneradores en el Atlántico portugués y Montalegre.

1.5 SIGNOS DE VIABILIDAD

En un momento de crisis económica, en el que los avances tecnológicos han permitido que el autoconsumo energético sea viable y real en algunos casos, debemos comprobar en una fase inicial del caso de estudio, que fuentes de energía renovable se disponen y si se dan los condicionantes climáticos adecuados para el correcto funcionamiento de los distintos tipos de tecnologías que existen en el mercado, de forma que hagan suponer que este proyecto de autosuficiencia energética es posible.

En un primer análisis local, encontramos en el municipio una instalación fotovoltaica conectada a red de baja tensión de 7,5 Kw de potencia nominal sobre la cubierta de una vivienda, que permite suponer que se dan los parámetros adecuados de radiación solar y horas de sol pico en esta localización.

En los alrededores del municipio también hallamos signos de encontrarnos en una zona eólica con actividad ya que hay presente una fuente de bombeo hidráulico mediante energía eólica y un parque eólico en el sistema montañoso (Parque eólico Sierra Menera I, con 20 turbinas Gamesa G80/2000 y una potencia nominal total de 40000kW)



Estación bombeo término municipal Peracense –a 4km del núcleo urbano Villar del Salz-



Instalación fotovoltaica en núcleo urbano -C/Italia nº26-






Vistas parque eólico "Sierra Menera I" desde núcleo urbano Villar del Salz

Imágenes 9, 10 y 11. Signos de Viabilidad

1.6 INVENTARIO DE LOCALIZACIONES

A lo largo del trabajo se van a nombrar en varias ocasiones los inmuebles y localizaciones que aquí se describen.

Descripción inmueble	Imagen
<p>-1- Ayuntamiento: Inmueble de PB+3 que cuenta con la siguiente distribución: local farmacéutico y consultorio médico en planta baja, dependencias municipales (alcaldía, secretaria y archivo) en P+1, vivienda de alquiler de propiedad municipal en P+2 y almacén en P+3 –nivel bajo cubierta-.</p> <p>Denominación en este trabajo del conjunto: Ayuntamiento</p>	
<p>-2- Inmueble municipal 1: inmueble contiguo al ayuntamiento con finalidad de almacén cedido a la “comisión de fiestas” de escaso uso a lo largo del año</p> <p>Denominación en este trabajo: Local 1.</p>	
<p>-3- Inmueble municipal 2: inmueble situado en la plaza del municipio fue la antigua escuela local, en la actualidad alberga un “teleclub” en planta baja y una pequeña sala multiuso y una dependencia con ordenadores públicos en P+1.</p> <p>Denominación en este trabajo del conjunto: “Escuelas”</p>	
<p>-4- Inmueble municipal 3: “Pabellón municipal Santa Bárbara” utilizado como almacén, espacio multiuso y local para celebración de verbenas municipales. Debido a la presencia ocasional de grupos musicales cuenta con una instalación de alta potencia cuya contratación se realiza puntualmente.</p> <p>Denominación en este trabajo del conjunto: “Pabellón”</p>	
<p>-5- Iglesia parroquial: edificio de mampostería del S.XVI dedicado a Ntr. Sra. De la Asunción.</p> <p>Denominación en este trabajo: “Iglesia”</p>	
<p>-6- Inmueble municipal 4: antiguo cine municipal anexo a la parroquia, en la actualidad se encuentra independiente abriendo el paso entre ambos y habilitado como espacio multiuso y local para celebraciones familiares.</p> <p>Denominación en este trabajo: “Cine”</p>	

<p>-7- Inmueble municipal 5: Frontón cubierto y dependencias anexas para almacenamiento y servicio. Por albergar verbenas en periodo estival cuenta con instalación de alta potencia cuya contratación se realiza puntualmente a demanda.</p> <p>Denominación en este trabajo del conjunto: "Frontón"</p>	
<p>-8- Lavadero municipal: local abierto y cubierto con gran valor etnológico que alberga dos pilas de lavado de dimensiones 2,85x1,90x0,5m (7m³) y 2,85x4,9x0,5 (2,7m³) cuyo fin, el lavar la ropa y otros enseres, sigue desarrollándose en la actualidad.</p> <p>Denominación en este trabajo: "Lavadero"</p>	
<p>-9- Ubicación de torres 1: situación entre viviendas en un espacio llamado entre los vecinos como "replaceta". Presenta espacio suficiente para su tratamiento manteniendo el paso de vehículos y servicio a las viviendas.</p> <p>Denominación: "Torres 1"</p>	
<p>-10- Ubicación de torres 2: espacio anexo a la parroquia y al anteriormente denominado "Cine". Cuenta con pavimento de asfalto y gravilla.</p> <p>Denominación: "Torres 2"</p>	
<p>-11- Ubicación de torres 3: situación anexa a los campos deportivos municipales y al "Frontón". Actualmente cuenta con varios bancos y es una zona de estancia y reunión.</p> <p>Denominación: "Torres 3"</p>	
<p>-12- Casa Rural: división de casa solariega reformada en 2013 como apartamentos turísticos. Cuenta con una planta baja de servicios – recepción, cocina, sala de estar, comedor y tienda- y dos niveles de apartamentos divididos en una o varias alturas.</p> <p>Denominación: "Casa Rural"</p>	
<p>-13- Depósitos: sistema de extracción, tratamiento y acumulación de agua para consumo humano. Consta de un acuífero natural, un pozo con bombeo mediante generador diesel, equipo de filtrado y clorado y dos depósitos subterráneos.</p> <p>Denominación: "Depósitos"</p>	
<p>-14- Depuradora: sistema de depuración comunitario actualmente en estado de abandono.</p> <p>Denominación: "Depuradora"</p>	

Imágenes 1.12-1.25. Inventario



Imagen 1.26. Plano localizaciones (E: 1.3000)

2 ESTRATEGIA DE PROYECTO

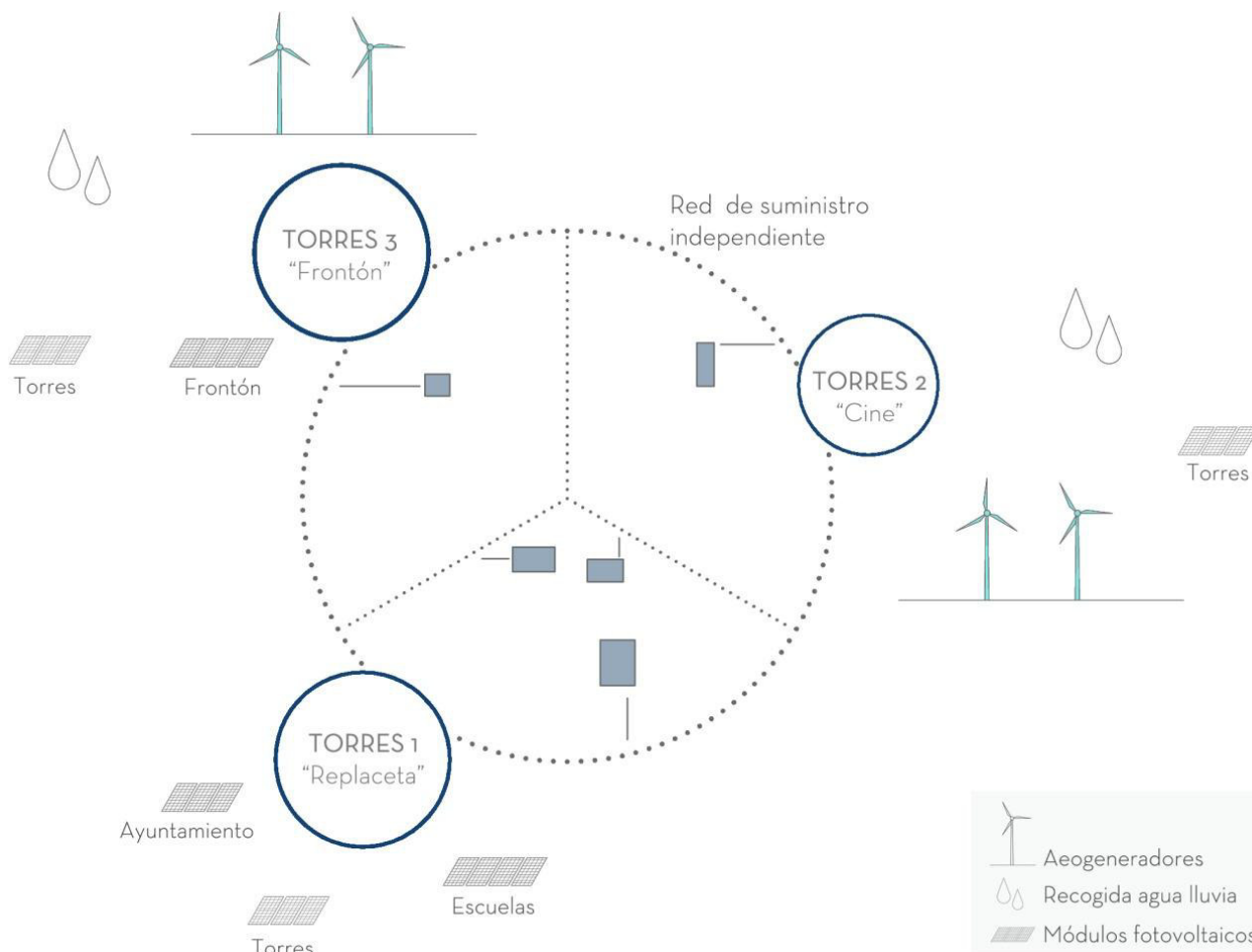
2.1 PLANTEAMIENTO

Este trabajo, pretende plantear un sistema de autoconsumo energético para una población de reducidas dimensiones que pueda ser extrapolable a otros municipios de similares características. Este sistema, además de solventar las necesidades energéticas, se plantea como una forma de regeneración urbana, dotando a la población con mayores dificultades motrices de zonas verdes de estancia y reunión social próximas a sus viviendas, sirviendo estas como almacenamiento de los sistemas propios de una instalación mixta fotovoltaica-eólica, sin que ello incremente el gasto de mantenimiento para los ayuntamientos.

En el caso concreto de estudio, Villar del Salz, dado que nos encontramos con un sistema que debe proporcionar energía a un municipio nos encontramos frente a una gran potencia a suministrar que no puede, ni debe, ser asumida por un único generador instalado dentro de un núcleo urbano. Por este motivo, se plante una implantación en dos fases.

-En la primera fase o inicial, se va a tratar de lograr la independencia energética de los locales del ayuntamiento planteando una inversión asumible por el ayuntamiento para este que sirva de atracción y concienciación para los vecinos, a la vez que busque un ahorro energético en la factura eléctrica a medio/largo plazo.

Este sistema buscará la producción máxima en las cubiertas de los inmuebles municipales con buena orientación (Ayuntamiento y Teleclub) disponiendo módulos fotovoltaicos en todo el espacio disponible, completando la potencia necesaria con módulos en la cubierta del frontón y en las de las "torres" y con energía eólica en distintos puntos que garanticen una mayor diversificación para no depender únicamente de una fuente de energía.



Esquema 2.1. Planteamiento

Para lograr un correcto y fiable sistema de suministro, se plantea un red de energía limpia propia alimentada desde varios puntos del municipio de forma que el suministro de cada uno de estos sea independiente y no afecte a la totalidad del sistema un fallo o avería puntual.

En esta primera fase se crearían tres zonas verdes como las descritas anteriormente, además de instalar los módulos necesarios para el almacenamiento de los sistemas. La ubicación de las estas durante la "primera fase" se realiza en función de varios criterios:

- Dominio público, para no depender de expropiaciones o compra de terrenos no asumibles por el ayuntamiento pensando en la viabilidad económica del proyecto y en la facilidad de implantación del sistema teniendo en cuenta los condicionantes reales del municipio.
- Espacio suficiente para una posible expansión.
- Cercanía a puntos de interés o de reunión ya presentes en el municipio.
- Distribución uniforme en el municipio para lograr en lo posible conectar con los distintos sistemas sin longitudes excesivas



Imagen 2.1. Plano ámbito torres (E: 1.3000)

-La segunda fase o de expansión, consistiría en la paulatina conexión de las viviendas particulares de los vecinos. Dado el planteamiento de generadores y acumuladores independientes, se facilita la continua implantación de nuevos generadores para aumentar paulatinamente la potencia del sistema en el municipio y que el ayuntamiento no puede asumir inicialmente, continuando con la concentración de equipos de regulación y almacenamiento de forma que el mantenimiento no dependa de los vecinos.

Para la financiación e implantación de esta fase se podrían crear sistemas que faciliten la conexión a la red de energía limpia municipal más económica a cambio de cesión de cubiertas con orientación favorable para la instalación de módulos fotovoltaicos, cesión de terrenos para implantación de aerogeneradores o “torres” de almacenamiento de sistemas dependiendo de la localización o a cambio de la contribución económica a la financiación del sistema, todo ello en función de las necesidades en cada momento del municipio.

De esta forma, a largo plazo se podría lograr la autosuficiencia energética total del municipio de una forma viable económicamente.

En este trabajo se va a plantear la primera fase, ya que la segunda no puede proyectarse de una forma global y debe ser una sucesión de ampliaciones en función de la demanda privada y recursos los cuales resultan imprevisibles

2.2 DISEÑO MÓDULOS

El papel del Arquitecto en el diseño de instalaciones comúnmente suele ser relegado por su "menor conocimiento" respecto a otras profesiones de carácter técnico que pueden tener mejor preparación para el diseño técnico y cálculo de estas. Sin embargo, la visión y preparación de este puede ser diferenciadora y crucial en otros aspectos no tan técnicos como puede ser la integración de estas, ya sea en edificios con instalaciones vistas en las que pueden ser un signo de identidad y dan un carácter singular a la obra o siendo un elemento de paisaje como puede ser el caso.

Un ejemplo de este tipo de intervención pueden ser las "torretas de acceso y ventilación de un depósito de agua subterráneo" (1971) de los arquitectos Jordi Garcés y Enric Soria en Barcelona donde un elemento de servicio y mantenimiento es tratado con un elemento paisajístico más, sin menospreciar por parte de los arquitectos el tipo de encargo.

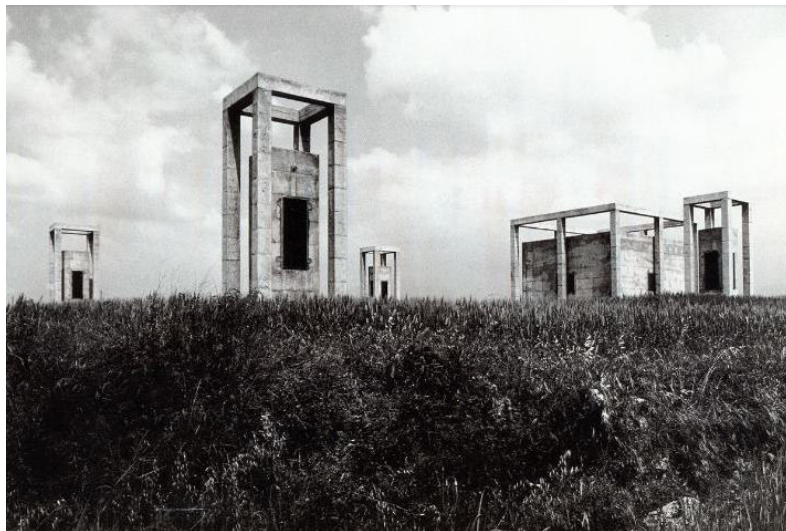


Imagen 2.2. Torretas de acceso y ventilación de un depósito de agua subterráneo. Garcés y Soria. 1971

Por este motivo, se propone la creación de un módulo tipo para ubicación y centralización de las instalaciones necesarias y presentes en este trabajo. De esta forma, a la vez que facilitar el mantenimiento de los equipos, se pretende crear un elemento representativo con zonas de estancia agradables que atraiga a la población, dinamizando el municipio y desarrollando una labor de concienciación sobre los habitantes de la importancia de este tipo de instalaciones para el medio ambiente y para el futuro de la sociedad.

Respecto al módulo, se piensa en una estructura metálica a modo de contenedor de que aporte rigidez formada por perfiles UPN que se dispondrán en cajón en el caso de los apoyos para transmitir mejor las cargas. Los forjados serán a base de perfiles tubulares de acero y tablero estructural con tratamiento para la humedad de 30mm en doble capa. El cerramiento del modulo se realizará con el sistema de estructura simple LMW111C "KNAUF" (12,5+48+12,5+12,5)/600 (48) con panel exterior "aquapanel" especial para exteriores; a estos se anclara una fachada ventilada como elemento de protección, compuesta por una estructura metálica de acero galvanizado y lamas de diferente material (se plantea el uso de madera por su bajo coste inicial pero podrían ser de otros materiales más resistentes a la intemperie; por su sencillo sistema exterior podrían ser modificadas más adelante).

Para el acceso a estos, se libera un lateral con escaleras técnicas plegables y trampillas alineadas para poder elevar mediante poleas equipos pesados como baterías en caso de sustitución o avería.



TORRES INSTALACIONES TIPO E: 1.125

Imagen 2.3. Concepto módulo.

El diseño modular, y de pequeñas dimensiones (4 x 3 x 2,7 m) permite la fácil agrupación de estos según las necesidades de forma que se puedan ir incorporando poco a poco sin grandes inversiones y sin modificar la disposición original, creando pequeñas zonas verdes que disponen de toma de energía eléctrica y suministro de agua para su mantenimiento.

Se plantea el diseño inicial de cuatro tipologías de módulos: cubierta, módulos con depósito aguas pluviales, modulo eléctrico, y modulo de apoyo. Dado el carácter de contenedor de estos, se podría pensar en otro uso de estos como por ejemplo la instalación de equipos de presión para las zonas más altas del municipio que solucione el problema de suministro.

Esta tipología puede ser extrapolable a cualquier pequeño municipio que desee crear un sistema de similares características.

[Ver ANEXO I -Planos módulo-]

3_NORMATIVA

Desde la década de 1980, en la que se inicia en España la regulación de las energías renovables, la normativa española ha ido evolucionando y cambiando continuamente.

Para situarnos en el marco actual, primero debemos analizar la evolución de la normativa desde el año 2004 para comprender la situación de las energías renovables en nuestro país.

Respecto a nuestra profesión, es entre los años 2004 y 2007 cuando ayuntamientos y comunidades autónomas comienzan a aprobar leyes de fomento de las energías renovables obligando a la instalación de paneles solares en viviendas de nueva construcción o de reforma integral para reducir el consumo de estas. También en 2004 es cuando se publica el RD 436/2004 que fija las tarifas y primas para las renovables,

atribuyendo por ejemplo una tarifa del 575% durante 25 años para la energía solar fotovoltaica o del 300% para la solar térmica. A su vez, en 2007 se publica el RD 661/2007 que sustituyendo al anterior, fija en cantidades y aumenta estas primas, situando en 44 céntimos de €/kWh para la fotovoltaica (siendo 5 céntimos de €/kWh la tarifa en ese momento, un 880% con una validez de 25 años).

Ante esta situación se produce el gran boom de las renovables llegando a superar 10 veces el objetivo inicial de potencia instalada, 3256MW en 2008 frente a los 371MW previstos. Las consecuencias de este boom, junto a la congelación del precio del kWh y otros factores fueron 30.000 millones de € de déficit en la tarifa eléctrica.

Para intentar frenar este déficit, el RD 1565/2010 limitaba las primas hasta el límite del año 25 mas tarde se limito el número de horas susceptibles de pago, estableciéndose un recorte retroactivo de un 30% sobre lo garantizado anteriormente lo cual supuso un cambio en la rentabilidad de muchos productores.

En 2012 se publicó el RD 1/2012 que sustituye al anterior -661/2007- ya descrito y paraliza de forma indefinida la asignación de nuevas instalaciones acogidas a este Régimen Especial, sin carácter retroactivo, de forma que las renovables ya no reciben prácticamente incentivos para su fomento. De esta forma las nuevas instalaciones solo podrán vender la energía a precio de mercado.

Este freno al fomento de la energía fotovoltaica y el carácter retroactivo algunas de las medidas tomadas desde 2010, han hecho que algunas comunidades o fondos de inversiones extranjero se encuentran actualmente mediante arbitraje internacional.

Actualmente, la normativa que regula las instalaciones de autoconsumo es el Real Decreto 900/2015 publicado el 9 de octubre de 2015 por el que "se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo"

Este decreto que es el que nos afecta actualmente distingue dos tipos de instalaciones:

-Tipo 1: potencia nominal menor a 100 kW (nuestro caso en fase 1) las cuales pueden entregar la energía sobrante pero sin retribución, "regalada".

-Tipo 2: potencia superior a 100kW, pueden verter a la red (la conexión debe ser en media tensión) obteniendo un precio de venta correspondiente al precio horario del *pool* (mercado mayorista de la electricidad) actualmente entre 4 y 5 cent.€/kwh, lejos de los 11 o 15 cent€/kwh de compra de las tarifas de mercado para los consumidores.

Señalar que este RD no contempla la modalidad de "balance neto" por la que el consumidor entrega a la red el excedente de energía eléctrica y a cambio recupera esa energía cuando la instalación no produce lo suficiente, siendo esta forma la más ventajosa para los pequeños productores y la más extendida en el resto del mundo.

Además del RD de instalaciones de autoconsumo deberemos cumplir las normas básicas que afectan al diseño de instalaciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)
- Código técnico de la edificación (CTE), especialmente el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE).
- Normas UNE de AENOR
- Pliego de condiciones técnicas del Instituto para la Diversificación y Ahorro e la Energía (IDAE)
- Norma autonómica. En Aragón existen normativas específicas respecto a fotovoltaica y eólica.
- Especificaciones Particulares de ERZ ENDESA para redes de distribución en Baja Tensión.

4_ESTUDIO CONSUMOS Y SUMINISTRO

4.1_ESTUDIO DEL CONSUMO

Para comenzar el estudio del consumo, el primer paso ha sido realizar una encuesta de hábitos de consumo para de esta forma poder enfocar el reto de procedimientos. Para ello se ha preguntado a una serie de habitantes representativos de cada tipo de vivienda (ocupada todo el año, ocasional o únicamente estival) sobre el tipo de fuente de energía para cada aspecto de la vida cotidiana como puede ser calefacción, tipo de cocina, elementos inusuales...

Los resultados han sido los siguientes:

ESTUDIO VIVIENDAS

Nº	Nº hab	Calefacción	Frec. Leña	Calentador	Cocina	nº GAS	Nº anual bombonas	AIS. Calefactado	AIS. Habitaciones	Estancias calefactada	Rad. Externos
1	2+1	Leña (2)	Anual	Eléctrico	Elec+Butano	1	7			2	-
2	2	Leña	Anual	Elec+Butano	Inducción	1	2			1	2
3	1	Leña	Anual	Eléctrico	Butano	1	4			1	1
4	2	Leña	Anual	Eléctrico	Butano	2	12			1	1
5	1	Leña	3-4 años	Butano	Butano	2	3			1	-
6	3	Eléctrica	-	Eléctrico	Vitro+Butano	1	9			5	2
7	1+2	Leña	3 años	Butano	Butano	2	11			1	1
8	3+4	Leña	Anual	Eléctrico	Butano	3	10			1	-
9	1+7	Leña	2 años	Butano	Butano	4	11			1	-
10	8	Leña (2)	2 años	Butano	butano	2	3			2	-
11	4	Leña	-	Butano	Butano	1	3			1	1
12	1/4	Leña	-	Eléctrico	Vitrocera mica	0	0			1	-
13	9	Leña	-	Butano	Butano	2	3			1	1
14	4/10	Leña	-	Butano	Butano	3	2			2	1
15	01-jul	Leña	-	Eléctrico	Butano	1	1			2	1

Leyenda:

Tipo vivienda	
1	Ocupada todo el año
2	Uso periodico
3	Uso estival

Calidad aislamiento ventanas	
1	Renovado tipo climalite
2	Buen estado
3	Mal estado

Tabla 4.1. Encuesta consumo.

*El tipo de vivienda está identificado en la tabla con el código de colores de la columna de la izquierda mientras que el tipo de aislamiento se distingue entre la estancia/as calefactadas y el resto de la vivienda en las columnas con esta denominación de igual forma.

Tras esta pequeña muestra podemos sacar las siguientes conclusiones:

- La forma generalizada para calefactar los hogares en invierno es el uso de estufas tradicionales alimentadas por leña de encina del propio municipio siendo el uno de calefacción centralizada por gasoil o eléctrica meramente testimonial.
- Aunque existe disparidad, la gran parte de las viviendas ha renovado el calentador de agua por uno eléctrico al contrario que las cocinas que son mayoritariamente alimentadas por gas butano.
- Existe una deficiencia generalizada en el correcto aislamiento de las carpinterías dado que gran parte siguen siendo tradicionales de madera. La tendencia es la renovación paulatina de estas

habiendo disparidad a la hora de acometer las reformas empezando unos habitantes por las habitaciones que son las estancias no calefactadas y otros iniciando esta reforma por las estancias calefactadas, siendo el estar única estancia de este tipo salvo casos aislados.

4.1.1 Consumo inmuebles y alumbrado públicos

En este apartado analizaremos el consumo eléctrico de los cuatro inmuebles dependientes del ayuntamiento como son el "Horno", "Cine", "Teleclub" y Ayuntamiento además del alumbrado público. El consumo de estos inmuebles es directo a través de las facturas facilitadas por el mismo.

AYUNTAMIENTO					
Factura (2 meses)	Consumo kWh			Coste aprox	
	Cons. Valle	Cons. Punta	Total		
Dicembre 2013	1.596	183	1.779	173,62 €	
Febrero 2014	4.126	225	4.351	370,23 €	
Abril 2014	3.567	171	3.738	323,37 €	
Junio 2014	2.103	149	2.252	209,78 €	
Agosto 2014	325	115	440	71,27 €	
Octubre 2014	185	127	312	61,48 €	
Diciembre 2014	1.747	144	1.891	182,19 €	
Febrero 2015	3.667	211	3.878	334,08 €	
Abril 2015	3.349	156	3.505	305,56 €	
Junio 2015	1.752	106	1.858	179,66 €	
Agosto 2015	133	109	242	56,13 €	
Octubre 2015	191	121	312	61,48 €	
Diciembre 2015	2.276	317	2.593	235,85 €	
Febrero 2016	3.091	139	3.230	284,54 €	
Abril 2016	3.220	120	3.340	212,39 €	
Mayo 2016	2.866	108	2.974	188,31 €	
Consumo medio mensual (kWh)				993,9	
Consumo medio anual (kWh)				11.926,5	
Coste mensual medio				91,43 €	
Coste medio anual				1.097,21 €	
Coste fijo anual				218,25 €	

Tabla 4.2. Consumos local "Ayuntamiento"

La división del consumo en dos franjas horarias es debido a la presencia de cinco acumuladores estáticos manuales ABM modelo EB-24/14 de 1,700 Kw de potencia y 24 Kw de carga cada uno que representan la mayor parte del consumo (despachos ayuntamiento x2, consulta del médico, sala de espera y farmacéutico), los cuales realizan la carga durante la noche con una tarifa eléctrica más económica, liberando la energía durante la mañana que es cuando estas dependencias presentan actividad, transmitiendo calor por radiación y por convección.

"ESCUELAS"		
Factura (2 meses)	Consumo kWh	Coste aprox
Diciembre 2013	2.201	344,86 €
Febrero 2014	2.210	346,15 €
Abril 2014	1.928	305,97 €
Junio 2014	2.319	361,68 €
Agosto 2014	2.701	416,10 €
Octubre 2014	3.152	480,36 €
Diciembre 2014	2.388	371,51 €
Febrero 2015	2.198	344,44 €
Abril 2015	2.041	322,07 €
Junio 2015	2.476	384,05 €
Agosto 2015	3.101	473,10 €
Octubre 2015	2.815	432,35 €
Diciembre 2015	2.263	353,70 €
Febrero 2016	2.447	379,91 €
Abril 2016	2.344	293,83 €
Mayo 2016	2.322	287,69 €

Consumo medio mensual (kWh)	1.222,9
Consumo medio anual (kWh)	14.674,3
Coste mensual	189,87 €
Coste anual	2.278,38 €
Coste fijo anual	181,23 €

Tabla 4.3. Consumos local "Escuelas"

"CINE"		
Factura (2 meses)	Consumo kWh	Coste aprox
Diciembre 2013	202	80,01 €
Febrero 2014	169	75,31 €
Abril 2014	90	64,05 €
Junio 2014	125	69,04 €
Agosto 2014	98	65,19 €
Octubre 2014	130	69,75 €
Diciembre 2014	117	67,90 €
Febrero 2015	175	76,17 €
Abril 2015	120	68,33 €
Junio 2015	88	63,77 €
Agosto 2015	115	67,62 €
Octubre 2015	99	65,34 €
Diciembre 2015	110	66,90 €
Febrero 2016	117	67,90 €
Abril 2016	134	64,61 €
Mayo 2016	96	60,15 €

Consumo medio mensual (kWh)	59,5
Consumo medio anual (kWh)	714,0
Coste mensual	31,16 €
Coste anual	373,95 €
Coste fijo anual	307,36 €

Tabla 4.4. Consumos local "Cine"

"PABELLÓN"		
Factura (2 meses)	Consumo kWh	Coste aprox
Dicembre 2013	85	43,36 €
Febrero 2014	47	37,95 €
Abril 2014	40	36,95 €
Junio 2014	110	46,91 €
Agosto 2014	148	52,32 €
Octubre 2014	99	45,35 €
Diciembre 2014	22	34,39 €
Febrero 2015	52	38,66 €
Abril 2015	50	38,37 €
Junio 2015	161	54,17 €
Agosto 2015	247	66,41 €
Octubre 2015	67	40,79 €
Diciembre 2015	19	33,96 €
Febrero 2016	42	37,24 €
Abril 2016	21	34,25 €
Mayo 2016	16	33,54 €

Consumo medio mensual (kWh)	43,3
Consumo medio anual (kWh)	519,0
Coste mensual	21,78 €
Coste anual	261,42 €
Coste fijo anual	181,52 €

Tabla 4.5. Consumos local "Pabellón"

ALUMBRADO PÚBLICO		
Factura (2 meses)	Consumo kWh	Coste aprox
Dicembre 2013	3.693	789,81 €
Febrero 2014	3.817	811,89 €
Abril 2014	2.749	621,69 €
Junio 2014	2.344	549,56 €
Agosto 2014	2.160	516,79 €
Octubre 2014	2.475	572,89 €
Diciembre 2014	3.215	704,68 €
Febrero 2015	3.415	740,30 €
Abril 2015	2.804	631,48 €
Junio 2015	2.325	546,17 €
Agosto 2015	2.249	532,64 €
Octubre 2015	2.475	572,89 €
Diciembre 2015	3.245	710,02 €
Febrero 2016	3.510	757,21 €

Consumo medio mensual (kWh)	1.373,6
Consumo medio anual (kWh)	16.483,0
Coste mensual	310,68 €
Coste anual	3.728,15 €
Coste fijo anual	792,64 €

Tabla 4.6. Consumos Alumbrado Público

TOTAL AYUNTAMIENTO

Consumo medio mensual (kWh)	3.693,1 kWh
Consumo medio anual (kWh)	44.316,8 kWh
Coste mensual	644,93 €
Coste anual	7.739,11 €
Costes fijos anuales	1.681,00 €

	Alumbrado Ayuntamiento	Cine	Pabellón	Escuelas	Ay+C+H+T	Diario	Alumbrado mejora	Diario	
Diciembre 2013	3.693	1.779	202	85	2.201	4.267	69,95	1107,9	18,16
Febrero 2014	3.817	4.351	169	47	2.210	6.777	109,31	1145,1	18,47
Abril 2014	2.749	3.738	90	40	1.928	5.796	98,24	824,7	13,98
Junio 2014	2.344	2.252	125	110	2.319	4.806	78,79	703,2	11,53
Agosto 2014	2.160	440	98	148	2.701	3.387	55,52	648	10,62
Octubre 2014	2.475	312	130	99	3.152	3.693	60,54	742,5	12,17
Diciembre 2014	3.215	1.891	117	22	2.388	4.418	72,43	964,5	15,81
Febrero 2015	3.415	3.878	175	52	2.198	6.303	101,66	1024,5	16,52
Abril 2015	2.804	3.505	120	50	2.041	5.716	96,88	841,2	14,26
Junio 2015	2.325	1.858	88	161	2.476	4.583	75,13	697,5	11,43
Agosto 2015	2.249	242	115	247	3.101	3.705	60,74	674,7	11,06
Octubre 2015	2.475	312	99	67	2.815	3.293	53,98	742,5	12,17
Diciembre 2015	3.245	2.593	110	19	2.263	4.985	81,72	973,5	15,96
Febrero 2016	3.510	3.230	117	42	2.447	5.836	94,13	1053	16,98
						MAX	109,31	MAX	18,47

Tabla 4.7. Resumen de consumos (Kwh)

*Los consumos se muestran en periodos tarifarios de 2 meses.

Se plantea una mejora del alumbrado público mediante sistemas de proximidad y elementos de control horario unido a la paulatina sustitución de las lámparas de descarga de vapor de sodio de alta presión (SAP) por bombillas LED con un menor consumo (si bien, las lámparas de descarga SAP ya tienen una alta eficiencia) y que supone una gran inversión. Estas medidas ya han sido implantadas en otros municipios y han logrado ahorros de un 80% con un periodo de retorno de la inversión inferior a 3 años. Una bombilla LED puede ahorrar en torno a 1,6€ al mes, sumado a su mayor vida media y menor coste en mantenimiento.

Por la complejidad de la estimación de este ahorro, en la tabla se ha asumido un ahorro del 70% dado que por las dimensiones del municipio, este puede ser menor.

En el aspecto compositivo, el cambio de tonalidad que se produce al sustituir un color amarillo brillante que producen las lámparas SAP, que en principio puede dar un ambiente más "rural" y apropiado para una pequeña localidad de montaña, por una luz blanca brillante asociada comúnmente con un ambiente más tecnológico. Este cambio no tiene por qué ser un inconveniente, un ejemplo es el caso de Alcalá del Júcar, municipio que utiliza iluminación fría "blanca" (con actual cambio a LED) en todas sus calles reservando las lámparas con menor temperatura de color y tonos amarillos para los monumentos y elementos destacados, obteniendo por ello en 1986 el tercer premio a la mejor iluminación artística según *Philips* solo por detrás de iconos como la Torre Eiffel o la Gran Mezquita de Estambul.

Este proceso merecería un estudio específico con mediciones de iluminancia in situ y una batería de medidas.

4.1.2 Consumo viviendas

4.1.2.1 Consumo eléctrico

El consumo eléctrico en las viviendas se realizara por comparativa de contadores en una serie de viviendas habitadas durante todo el año y consideradas tipo tras un estudio de consumos y hábitos; de esta forma, se observaran durante un periodo de 15 días, comparando los valores que estos registran y estableciendo un valor medio para estas. Las fechas de la muestra corresponden al periodo 1-Junio al 15 del mismo mes, periodo No vacacional.

Dado que del estudio se observa que el consumo eléctrico de estas viviendas esta únicamente destinado a iluminación y electrodomésticos domésticos, este consumo tipo será válido para las viviendas ocupadas en periodos estivales.

ESTUDIO CONTADORES			
VIVIENDA	29 Mayo	18 Junio	Media mensual
1	70.978	71.160	260,0
2	34.621	34.675	77,1
3	83.529	83.685	222,9
4	68.982	69.085	147,1
5	7.207	7.366	227,1
6	90.132	90.241	155,7
7	70.689	70.867	254,3
8	10.851	10.954	147,1
9	70.145	70.300	221,4
10	59.372	59.533	230,0
11	28.542	28.621	112,9
12	49.145	49.244	141,4
MEDIA kwh			169,0

Tabla 4.8. Estudio contadores viviendas.

Este consumo puede parecer bajo, pero como se ha dicho, se debe señalar que los hábitos de consumo únicamente presentan consumo eléctrico para iluminación y electrodomésticos básicos (calentador agua, nevera, congelador, lavadora, TV y otros pequeños electrodomésticos) que representan un pequeño porcentaje del consumo total de una vivienda tipo en España.

4.1.2.2 Consumo biomasa

La forma tradicional y más común en el municipio para calefactar los hogares es el uso de tradicionales estufas de cámara cerrada alimentadas por leña de encina procedente de las denominadas "suertes" por las que los habitantes producen a través del autoconsumo, un combustible barato proveniente de los montes cercanos aportando además una labor de limpieza de estos. Existe una minoría que cuenta con instalaciones de gasóleo o eléctrica.

Año	Nº suertes	Tipo	Kg (aprox)	Total
13/14	19	Carrasca	6000	114000
14/15	19	Carrasca	6000	114000
15/16	22	Carrasca	6000	132000
			Media	120000
Potencia calorífica			4568 kcal c kg	548160000 kcal
Conversión			0,001163	637510,08 kwh
Potencia por suerte				31875,504 por suerte
Suponiendo 70% de uso				22.312,9 kwh

Tabla 4.9. Estudio consumo biomasa.

Dados los problemas de aislamiento de gran parte de las viviendas y las bajas temperaturas que se tienen en el municipio, el consumo de biomasa es muy elevado y únicamente este sistema de consumo hace viable el consumo tan elevado.

Dado que este se realiza principalmente en los meses de inviernos más fríos, resulta difícil sustituir este sistema por otras fuentes de manera inmediata y por lo tanto se considerará esta fuente de biomasa como propia del municipio y dentro de la autosuficiencia energética.

4.1.2.3 Consumo gas

GAS CONSUMIDO					
		media	kWh	meses uso	Energía mensual
Viviendas tipo 1		7,66666667	1224,75	12	102,0625
Viviendas tipo 2		3	479,25	4	119,8125
Viviendas tipo 3		1,5	239,625	2	119,8125
Poder calorífico del gas butano kWh/kg					
PCS		13,86			
PCI		12,78 -			
*Las bombonas consumidas son de 12,5 kg					

Tabla 4.10. Estudio consumo gas butano.

Vemos como el consumo mensual por vivienda resulta similar en los tres tipos de vivienda según los datos de la encuesta.

4.2_ ESTUDIO DEL SUMINISTRO

4.2.1 Agua potable

El suministro de agua potable se realiza desde una instalación situada a 1,2km del municipio. En esta ubicación encontramos un acuífero natural con una galería de captación y un sondeo de apoyo con una grupo electrobomba sumergido (marca ESPA, modelo NEPTUN FL 120/70 de 6" y motor trifásico de 2CV, 50Hz) conectada a un grupo electrógeno (marca SORILUX, modelo TOR, de 20KVA a 1500 rpm); a continuación ambos sistemas se conectan a dos depósitos, un primer depósito regulador de dimensiones 6,5 x 4,7 metros y una altura de lamina de agua de 2,8 metros con capacidad para 85.540 litros y un segundo depósito de almacenamiento de dimensiones 6,45 x 6,45 y altura de lamina de agua de 2,5 metros con capacidad de 108.006,25 litros. Entre ambos se encuentra un sistema potabilizador automático - filtrado, lavado y enjuague- (bomba de filtrado Winner 100 C5/7; filtro FAP-75, filtro desferrizador FE-360; bombas dosificadoras para Hipoclorito, Coagulante/Floculante y Hidroxido Sodico; y bombas para lavado y enjuague de filtros FAP y FE).

El sondeo de explotación Villar del Salz 1 (RVS-2) se realizó en 1990 entrando en funcionamiento en 1992 para completar el abastecimiento público del municipio en periodos en los que la galería de captación no aportara en caudal demandado. Por la presencia excesiva de Hierro y Manganeseo, Plomo y Nique en este sondeo, en 2004 se instala el nuevo equipo de potabilización y filtrado.

Según la última encuesta de suministro y saneamiento del agua del INE (Instituto Nacional de Estadística), el consumo medio de agua en los hogares españoles se sitúa en 130 litros por habitante y día, lo que da una autonomía aproximada de más de 11 días para los 74 habitantes censados, siendo mayor en invierno y pudiendo reducirse a 2-3 en los días en los periodos estivales de máxima ocupación.



Imagen 4.1. Depósitos y pozo

Finalmente el agua es canalizada como se puede ver en la imagen.



Imagen 4.2. Plano suministro agua

PERFIL SUMINISTRO

	1-Pozo	2-Depósito	3-Salida	4-Ref1	5-Ref2	6-Ref3	7-Ref4	8-Ref5	9-Ref6	10-Entrada
Altitud	1238	1236	1235	1232	1225	1223	1219	1211	1214	1214

Desnivel acumulado Depósito-Municipio 24 m

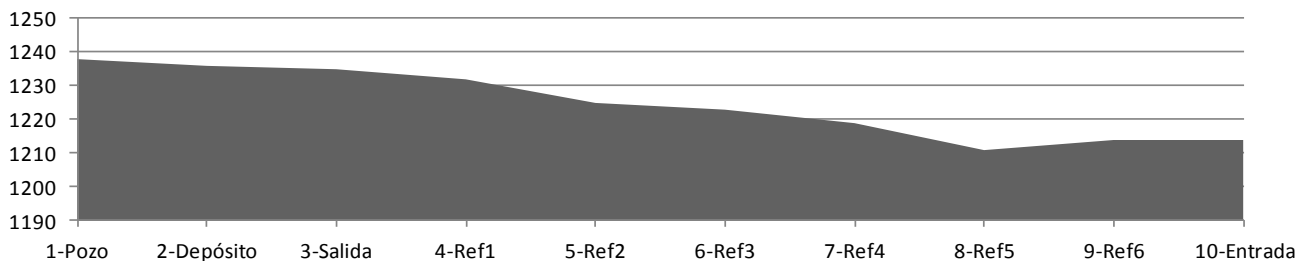


Tabla 4.11. Altura y perfil de suministro agua potable.

Como se observa del perfil acumulado, y al no existir equipos de presión adicionales, la presión suministrada en algunos puntos más elevados respecto al punto de suministro, puede resultar insuficiente debido a las pérdidas por rozamiento del sistema.

El CTE exige en su sección 2.1.3 del DD-HS Salubridad una presión mínima de 100 kPa, aproximadamente 10,2 mca.

4.2.2 Energía eléctrica



Imagen 4.3. Plano suministro eléctrico

El suministro eléctrico se realiza desde un único punto en su extremo noreste, donde se encuentra el centro de transformación el cual conecta con el municipio por tendido aéreo, siendo de este tipo todo el suministro interno. En caso eventual de fallo de este punto, no existe alternativa y fallaría el suministro.

Centrales y potencia instalada para la producción de energía eléctrica con fuentes renovables, cogeneración y residuos.

	Nº centrales	Potencia instalada (KW)
Renovable-Hidráulica (menos de 50 MW)	0	0
Renovable-Eólica	0	0
Renovable-Fotovoltaica	1	8
Renovable-Cogeneración con biogás o con biomasa	0	0
Renovable-Centrales que usan biogás de residuos sólidos urbanos	0	0
Cogeneración con Gas natural	0	0
Cogeneración con fuel oil, gas oil o GLP	0	0
Centrales que usan residuos industriales	0	0
Tratamientos de residuos (purines) con cogeneración	0	0

Fuente: Instituto Aragonés de Estadística (IAEST), a partir de datos del Registro de Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Datos a 31-12-2013.

Tabla 4.12. Producción eléctrica en Villar del Salz



Imagen 4.4 y 4.5. Suministro eléctrico

El municipio no cuenta con fuentes de generación de energía eléctrica propias, exceptuando una instalación fotovoltaica de carácter privado de 7,5Kw -dato proyecto- (imagen).

La red de distribución de baja tensión dentro del municipio es aérea en su totalidad.

4.2.3 GAS

El suministro de gas butano se realiza por carretera con una frecuencia aproximada de 15-30 días desde Teruel capital con bombonas de 12,5kg.

5_OBTENCIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS

Al tratarse de un municipio sin registros climáticos propios, se realiza una primera fase de investigación y obtención de valores climáticos característicos de forma aproximada, que serán utilizados en la fase de dimensionamiento. Algunos datos se obtendrán a partir de valores históricos de municipios cercanos y otros con mediciones in situ.

Señalar que todas las mediciones presentes en este trabajo están limitadas por el periodo de realización del trabajo y por los instrumentos manuales utilizados; una correcta metodología obligaría a prolongar todos estos estudios uno o varios años utilizando medios automatizados que garanticen la medición en la totalidad del periodo registrando todas las posibles variaciones y distintos hábitos de consumo.

5.1_TEMPERATURAS

Para el análisis de las temperaturas se tienen en cuenta dos fuentes de datos.

En primer lugar, para la obtención de las temperaturas medias en el municipio se realiza un estudio de los valores históricos registrados en las estaciones más próximas y publicados por el "IAEST" Instituto Aragonés de Estadística en su informe "Temperaturas medias mensuales y anuales, por estación y año disponible". Se eligen dos estaciones con una latitud algo superior (Monreal del Campo y Ojos Negros) y dos con una latitud inferior (Pozondón y Santa Eulalia), de esta forma se pretende obtener un resultado intermedio que sirva para asemejar el comportamiento en el municipio de estudio.

TEMPERATURAS MUNICIPIOS CERCANOS



Municipio	Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Media
MONREAL DEL CAMPO	2003	1,7	2,1	7,8	9,6	13,0	21,5	22,0	22,4	16,7	11,3	7,5	3,8	11,6
MONREAL DEL CAMPO	2004	4,7	4,3	5,6	8,3	11,9	19,3	20,6	21,0	17,8	13,8	5,6	3,3	11,4
MONREAL DEL CAMPO	2005	1,5	0,4	6,7	11,0	15,7	20,2	22,0	20,5	15,9	12,3	5,0	0,6	11,0
MONREAL DEL CAMPO	2006	1,2	1,8	7,5	11,1	15,4	19,4	23,1	18,1	18,0	14,5	8,8	1,9	11,7
MONREAL DEL CAMPO	2007	2,4	5,6	5,6	9,4	12,8	17,0	20,7	19,5	15,9	10,4	3,9	2,0	10,4
	MEDIA	2,3	2,8	6,6	9,9	13,8	19,5	21,7	20,3	16,9	12,5	6,2	2,3	11,2
POZONDÓN	2003	2,0	2,4	4,8	7,4	12,0	16,9	20,3	21,2	15,2	8,3	4,8	1,9	9,8
POZONDÓN	2004	3,5	3,0	3,9	6,1	8,9	17,6	18,6	19,8	16,6	11,1	4,5	1,2	9,6
POZONDÓN	2005	0,9	-1,6	4,6	8,3	14,3	18,9	20,7	19,2	14,8	11,2	4,2	1,3	9,7
POZONDÓN	2006	0,3	1,8	6,0	9,7	13,9	17,9	21,6	17,5	16,1	13,1	8,2	2,4	10,7
POZONDÓN	2007	3,4	4,8	3,7	7,3	11,1	15,1	19,7	19,5	16,9	10,1	5,1	2,4	9,9
	MEDIA	2,0	2,1	4,6	7,8	12,0	17,3	20,2	19,4	15,9	10,8	5,4	1,8	9,9
OJOS NEGROS	2003,0	3,0	3,0	8,5	10,1	13,9	22,1	23,3	23,9	17,1	11,0	8,0	4,9	12,4
OJOS NEGROS	2004,0	6,4	6,6	7,7	9,9	13,0	21,1	21,3	21,8	18,5	14,3	6,4	3,4	12,5
OJOS NEGROS	2005,0	2,9	0,9	7,4	10,4	16,1	21,1	22,5	21,2	16,8	13,4	6,1	2,5	11,8
OJOS NEGROS	2006,0	2,0	4,2	8,4	11,6	16,5	20,2	24,2	19,7	18,8	15,5	10,2	4,3	13,0
OJOS NEGROS	2007,0	4,9	7,1	6,8	9,3	13,7	18,6	22,2	20,7	17,0	12,2	6,7	4,5	12,0
	MEDIA	3,8	4,4	7,8	10,3	14,6	20,6	22,7	21,5	17,6	13,3	7,5	3,9	12,3
SANTA EULALIA	2003	3,8	4,1	7,1	10,7	14,8	20,6	23,1	21,9	17,6	11,6	6,7	3,7	12,1
SANTA EULALIA	2004	5,2	4,9	7,0	9,2	11,7	20,2	21,7	21,3	17,2	13,9	5,0	2,9	11,7
SANTA EULALIA	2005	4,0	1,2	6,6	11,6	16,8	20,1	22,8	20,5	16,0	12,2	5,1	1,3	11,5
SANTA EULALIA	2006	1,2	3,5	8,4	11,4	16,7	19,5	23,7	19,9	17,7	14,9	8,9	2,6	12,4
SANTA EULALIA	2007	3,7	6,5	6,3	10,5	14,1	19,8	22,3	21,9	18,1	13,2	6,0	4,5	12,2
	MEDIA	3,6	4,0	7,1	10,7	14,8	20,0	22,7	21,1	17,3	13,2	6,3	3,0	12,0
MEDIA DE LOS 4 MUNICIPIOS		2,9	3,3	6,5	9,6	13,8	19,4	21,8	20,6	16,9	12,4	6,3	2,8	11,4

Tabla 5.1. Comparativa valores temperatura I

En segundo lugar, se tienen los datos de la base de datos METEONORM, una base de datos climáticos históricos que en el caso de Villar se realiza por comparativa.

Finalmente, comparando ambos resultados obtenemos los valores de temperaturas medias finales para cada mes y anualmente que serán los que se tendrán en cuenta y servirán como comparativa más adelante.

Temperatura basa de datos METEONORM

Municipio	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
VILLAR DEL SALZ	MEDIA	1,6	3,5	6,7	9,1	12,9	17,2	19,2	18,9	16,7	11,1	6,6	3,3	10,6
MEDIA AMBAS FUENTES		2,3	3,4	6,6	9,4	13,4	18,3	20,5	19,7	16,8	11,8	6,5	3,0	11,0

Tabla 5.2. Comparativa valores temperatura II

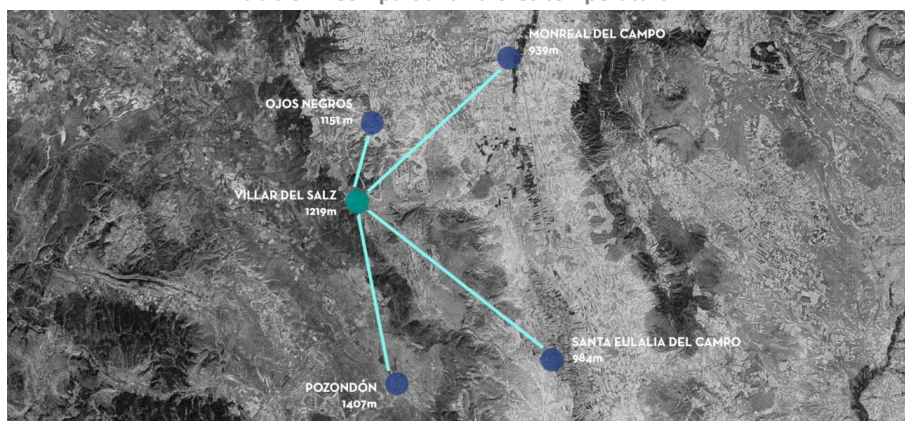


Imagen 5.1. Localización municipios de estudio.

5.2_PLUVIOMETRÍA

Por el escaso margen temporal para realizar estudios pluviométricos in-situ se procede a comparar los valores históricos de dos estaciones de medición de municipio cercanos (Ródenas y Ojos Negros) las cuales compensan sus diferencias al situarse el municipio de estudio en una posición intermedia tanto en términos de posición como de condicionantes atmosféricos como pueden ser altitud o exposición a vientos.

Para este estudio se utilizaran únicamente las mediciones presentes en ambas estaciones, desechando las más antiguas por tener valores más alejados de la realidad, relacionados con el cambio climático. De esta forma, únicamente se estudiaran los valores comprendidos en el periodo 1980-2007.

Los datos de estas dos estaciones son los publicados por el "IAEST" Instituto Aragonés de Estadística en su informe "Precipitaciones mensuales y anuales, por estación y año disponible".

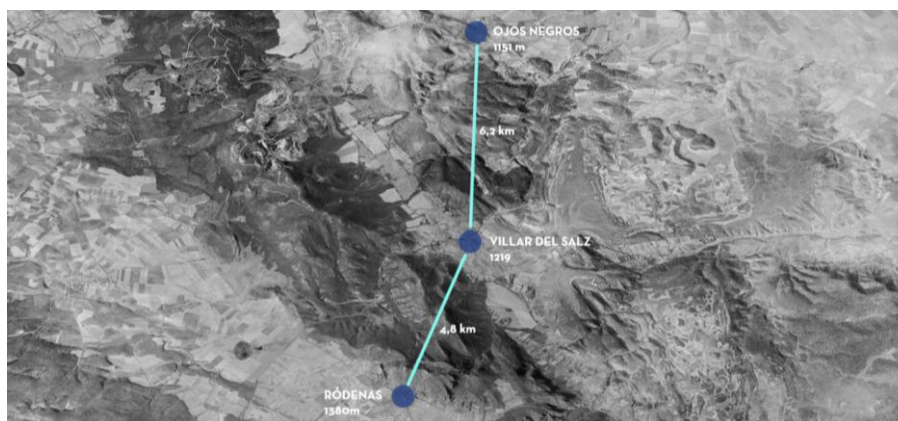


Imagen 5.2. Localización municipios de estudio.

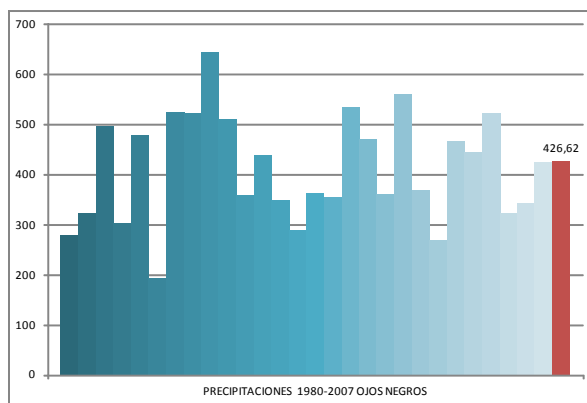
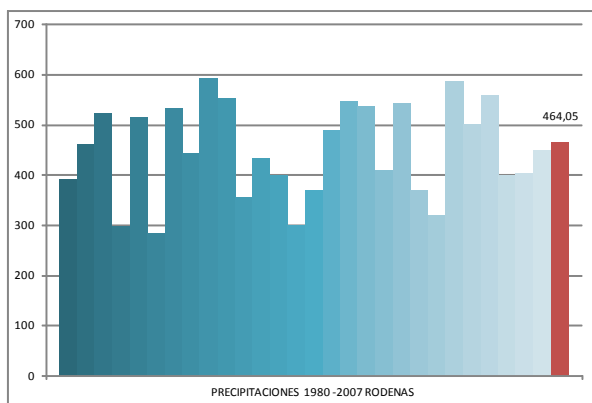
*Ojos Negros

Unidad: litros/m².

Código de la estación	Estación	Municipio	Comarca	Provincia	Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Annual	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1969	36,5	41,5	76,5	94,5	41	48,5	77,5	40	56,5	63	27,5	16	619 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1970	30,5	14,5	44	15	20	72	22,5	6,5	1,5	38,5	17,6	53	335,6 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1971	30,7	10,5	64,3	83,5	152,2	43	58,5	5,5	37,5	9	64,6	69,3	628,6 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1972	34	35,5	47,5	13,5	48,7	39,5	23	21	104,5	23	28	7	425,2 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1973	9	19,5	19,5	18,5	15	125	11,5	20	105	45	6	6,5	400,5 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1974	5,5	11	113,5	85	22	50	45	32	47,5	51,5	17	0	480 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1975	8	17,5	66	60,5	73	104	5	48	43,5	28,9	22,5	57,5	534,4 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1976	2	46,5	12,5	61	76,5	74	30	67	24	31	12	72,5	509 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1977	51	16	22,5	79	89	60	33	39,5	20	9	28	30,5	477,5 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1978	27,5	29	32,5	51,5	94,5	52	2	20	22	19,4	2	18,3	370,7 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1979	60	38,7	29,5	46,9	50,6	118	0	30,3	53,8	79,3	22	0	529,1 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1980	20,5	45	20	44,9	58,5	35,2	18,5	12	2,1	3,7	17,6	0	278 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1981	17,5	17	0	105,1	8	63	6,5	33,8	23,2	9,3	5	35,3	323,7 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1982	7	88,8	22,5	39,1	110,5	22,5	10	19,5	39	76,3	51,6	8	494,8 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1983	0	0	14	24,1	4	29	31	113,5	3	16,5	38	30,5	303,6 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1984	7	22	34,8	70,4	156,2	17,1	0	10,4	2	26,5	127,9	4	478,3 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1985	7	34,1	11	3	50	16,7	26,2	2	5	0	21	17,3	193,3 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1986	7,1	38,5	10	92	32	56	17	15	80	130,5	39,5	6,5	524,1 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1987	62,6	43,8	12,5	7	39	0	134,5	0	38	73,2	73	38	521,6 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1988	51,4	13	8	150	71	197,2	0	0	6	107	42	0	645,6 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1989	6,5	35,5	53,5	46	79,5	43,5	48	79,5	13,5	4	61,5	39,5	510,5 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1990	27	0	36	8	27	35	4,5	49,5	79,5	70	4	19	359,5 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1991	17	35,5	62,1	87	49	2	18	0	68,5	26	24,2	49	438,3 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1992	6,2	13	17	21,5	83	49,5	14,5	12	15,7	68	8	39,7	348,1 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1993	0	20,3	29,4	29,8	50,3	33,2	6,4	0	42,6	57,9	7,5	12,9	290,3 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1994	18,8	20	1,3	70,8	50	0	2,1	0,1	90,5	68,2	20,7	21	363,5 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1995	6,3	7,2	6,6	17,6	61,3	66,6	33,8	41,7	13,3	7,3	28,2	64,4	354,3 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1996	44,9	35,7	11,7	27,2	79,9	31,8	30,6	64,1	26,2	0	76,1	105,7	533,9 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1997	52,4	6	0	42,7	62	47,5	48,5	48,7	46,5	14,1	49	53,5	470,9 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1998	16,9	5,8	13,8	52,8	98	33,5	0	39,2	9,7	54,6	23	14,3	361,6 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	1999	11	22,3	47	27,5	30	98,5	72	32,2	115,5	31,8	57,5	15,5	560,8 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	2000	12	0	26	55	59,6	41,5	7,5	1,7	43	74,5	15	33,3	369,1 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	2001	36,2	4	25,5	6,5	44	2,5	18	12,8	60,5	31	13,5	15	269,5 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	2002	12	10,4	31,3	69,5	93,5	45,2	19	63,3	19	63	14,5	27,2	467,9 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	2003	20,5	32,3	27,2	25,2	103,5	36	0	60,5	42	61,5	32	4,5	445,2 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	2004	13,5	29,5	65	87,2	135,7	37,5	34,5	12,5	42,5	14,3	27	23,6	522,8 +	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	2005	1	18,8	9	16,3	32,5	31,5	16,5	8,5	58,5	33,9	63,5	33	323 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	2006	27	24,9	11,2	19,4	15,2	104,5	25,5	0	57,5	27,5	16,7	12,5	341,9 -	
9377	OJOS NEGRO	OJOS NEGR	JILOCA	TERUEL	2007	18,6	35	70,5	87,5	75,5	21,5	0	24	35,9	29,7	5	21,5	424,7 -	
MEDIA						21,65	24,70	31,72	51,11	64,24	52,21	25,03	28,59	41,96	41,52	31,83	28,30	442,85	
						Media 1980-2007													426,62

Tabla 5.4. Precipitaciones históricas Ojos Negros

Gráficos evolución anual:



Gráficos 5.1 y 5.2. Estudio histórico precipitaciones Rodenas y Ojos Negros

*Valores de los gráficos en l/m²

Se observa un patrón cíclico en las precipitaciones ocasionado probablemente al fenómeno climático de "El Niño" que presenta ciclos aproximados de 7años.

1.2.2 Datos de estudio:

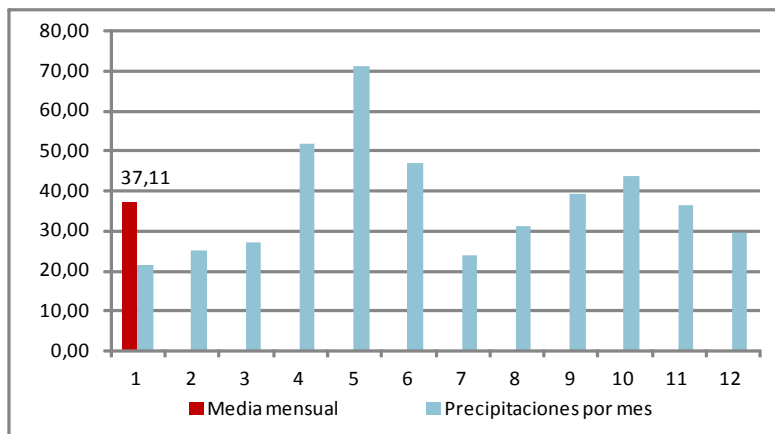
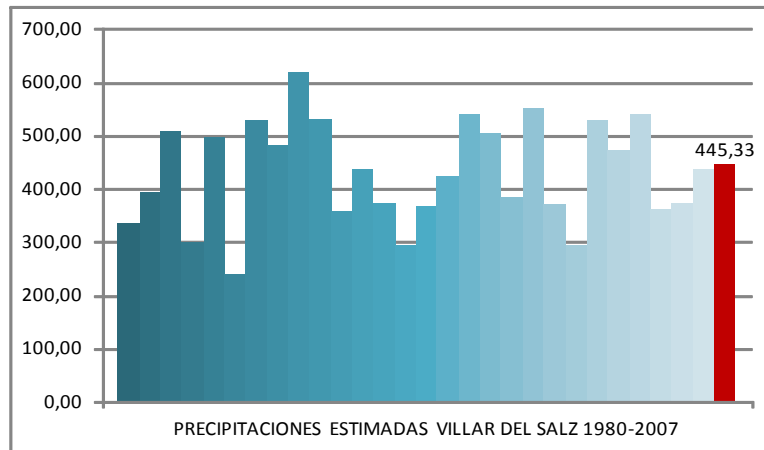
De esta forma, los valores medios de estas estaciones que se asemejaran al comportamiento en Villar del Salz quedan de la siguiente forma:

VILLAR DEL SALZ															
Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Anual		
1980	16,50	58,35	19,75	41,55	69,60	48,95	16,75	11,45	5,15	11,85	25,85	8,45	334,20		
1981	12,95	12,05	10,75	148,25	14,75	48,35	15,00	44,95	32,85	12,70	2,50	36,80	391,90		
1982	15,95	78,40	21,80	59,80	103,70	24,45	11,50	20,25	29,30	83,00	52,65	7,00	507,80		
1983	0,00	1,65	12,65	20,10	4,90	39,70	27,95	87,90	1,50	16,00	40,45	47,80	300,60		
1984	6,90	15,20	32,70	51,75	170,05	22,95	0,00	11,10	15,00	18,75	139,05	11,95	495,40		
1985	11,80	36,75	26,35	10,75	51,35	22,20	32,75	2,40	2,95	3,60	18,55	18,40	237,85		
1986	13,55	38,70	13,35	78,50	39,40	60,75	23,90	13,05	76,30	127,05	36,60	6,60	527,75		
1987	66,45	47,50	7,70	13,40	45,65	3,00	87,35	3,05	41,15	68,60	59,75	37,75	481,35		
1988	68,40	10,80	10,60	143,40	73,75	165,75	0,00	1,00	7,75	88,60	46,35	1,65	618,05		
1989	7,95	34,05	72,10	41,85	84,05	48,15	39,70	60,10	23,90	5,55	58,60	55,30	531,30		
1990	27,80	0,00	28,50	10,05	42,70	32,45	9,15	37,50	75,35	62,35	13,65	17,05	356,55		
1991	16,00	34,75	56,55	104,50	49,50	9,00	20,90	1,75	56,25	24,00	17,10	45,00	435,30		
1992	5,70	10,90	19,75	21,80	79,55	56,60	7,80	23,65	17,65	73,05	5,75	50,60	372,80		
1993	0,00	19,40	25,70	26,60	48,10	34,55	5,40	0,00	48,55	59,60	9,90	16,45	294,25		
1994	17,20	21,45	1,45	49,85	67,70	0,00	5,55	0,55	85,85	65,85	27,60	22,90	365,95		
1995	8,15	4,65	9,70	19,20	60,75	79,70	47,85	90,00	13,65	5,45	22,80	59,95	421,85		
1996	55,80	35,55	10,40	26,45	79,05	29,35	29,40	83,80	29,65	0,35	68,75	91,10	539,65		
1997	60,00	5,75	0,00	46,60	71,40	54,00	45,90	54,95	42,65	12,05	55,50	54,75	503,55		
1998	16,65	10,40	12,40	49,30	93,35	49,35	0,00	49,25	7,40	54,00	24,70	18,15	384,95		
1999	10,05	33,90	51,40	29,00	32,50	108,00	75,85	36,85	82,00	28,60	48,65	14,25	551,05		
2000	11,45	0,00	26,25	45,80	64,60	32,60	7,70	12,05	39,25	86,05	11,60	31,80	369,15		
2001	37,95	11,30	26,45	10,45	39,35	3,00	22,90	12,05	67,70	35,45	10,95	16,60	294,15		
2002	14,70	10,40	44,55	78,50	112,85	52,80	12,45	61,10	23,40	68,40	21,90	26,10	527,15		
2003	15,05	35,50	28,35	26,40	153,75	34,65	7,80	43,85	28,15	60,60	34,00	4,75	472,85		
2004	12,75	24,25	69,85	106,10	131,85	28,40	35,70	21,30	40,45	15,30	29,80	23,75	539,50		
2005	0,65	23,65	6,30	14,00	29,25	39,40	23,40	20,87	66,95	32,25	76,75	26,60	360,07		
2006	28,55	25,95	6,75	22,55	20,65	106,55	28,60	0,00	74,40	29,20	17,40	11,20	371,80		
2007	18,60	33,10	70,00	95,15	78,60	30,40	0,00	27,35	23,75	26,60	4,70	29,00	437,25		
MEDIA	21,39	24,98	26,74	51,54	70,84	46,85	23,75	30,82	39,22	43,51	36,36	29,32			
MEDIA MENSUAL										37,11		TOTAL ANUAL		445,33	

Tabla 5.5. Precipitaciones históricas estimadas Villar del Salz

De este análisis, finalmente obtenemos un valor para la precipitación media mensual de 37,11 l/m² y de un valor total anual de 445,33 l/m² que está dentro de los valores medios facilitados por el instituto Geográfico Nacional que sitúa este valor para la zona de estudio entre 400 y 600 l/m².

También se observa que la variación de precipitaciones a lo largo del año sitúa al mes de enero como el más seco (21.39 l/m²) y al mes de mayo como el más húmedo (70,84 l/m²).



Gráficos 5.3 y 5.4. Estudio histórico y mensual precipitaciones Villar del Salz

*Valores de los gráficos en l/m²

5.3_RADIACIÓN SOLAR

Los valores de radiación y HPS se obtendrán mediante la aplicación informática PVGIS, comprobando sus valores con el Atlas de Radiación Solar de la agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

5.4_VIENTO

La energía eólica podríamos considerarla como un producto de la energía solar ya que son las diferencias térmicas y las diferencias de presión que esta genera al calentar de una forma no uniforme las distintas superficies, las que producen la transferencia de energía de las zonas cálidas a las frías y en consecuencia el viento (junto a la fuerza de Coriolis por el giro rotacional de la tierra).

El análisis de este fenómeno se puede realizar a distintas escalas: Macro escala (10km hasta el límite de la atmosfera), Mesoescala (1km-10km) y Micrescala (hasta 1km). La zona que nos interesa para el aprovechamiento energético va a ser la más cercana a la superficie que es la llamada "capa limite superficial" que estudia este fenómeno hasta los 200m de altura, donde la velocidad del viento ya no varía para una misma zona. Es fundamental conocer la variación del viento con la altura para realizar correctamente el estudio de aprovechamiento eólico.

Al carecer el municipio de registros de viento y por caracterizarse este factor como extremadamente variable al depender en gran medida de la altitud, situación dentro de corrientes principales de viento, proximidad de accidentes geográficos que alteren los flujos, tipología y rozamiento de la superficie... el valor tipo posible, a través de valores medios de otras estaciones no resultaría correcto,

por este motivo, para esta posición se comprueba in-situ mediante mediciones manuales durante un periodo aproximado de 12 semanas (21 de marzo a 12 de junio); de esta forma se pretende corregir estos valores dado que este factor tiene gran presencia e importancia en el municipio.

El aparato de medición utilizado es un anemómetro digital de la marca "Thies Clima" cedido por el departamento de Instalaciones de la ETSA de Valencia capaz de realizar mediciones instantáneas o indicar velocidades medias cada 10 segundos, ambas expresadas en m/s; se utilizara esta segunda forma, realizando 3 mediciones cada hora y un mínimo de 9 mediciones diarias (por las características de este sistema resulta prácticamente imposible realizar mediciones continuadas que sería lo recomendable - mediciones diezminutarias-).



Imagen 5.3 y 5.4. Lugar de medición y anemómetro utilizado

El lugar de medición escogido es un espacio alto y abierto sin viviendas próximas para evitar turbulencias

Se elabora una media de tres mediciones por hora en las franjas horarias con medición, las cuales forman la base para una media diaria. Finalmente se establece la media de los siete valores diarios y se señalan las velocidades máximas y mínimas registradas durante la semana.

Los resultados de las mediciones son anotados de la siguiente forma:

MEDICIONES VIENTO VILLAR DEL SALZ (Teruel)																														
Nº SEMANA 21 al 27 MES MARZO																														
ANEMÓMETRO DIGITAL Thies CLIMA																														
HORA	Lunes				Martes				Miércoles				Jueves				Viernes				Sábado				Domingo				HORA	
	1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M		
1																														
2																														
3																														
4																														
5																														
6																														
7																														
8																														
9																														
10										8,90	7,60	8,50	8,33	4,00	5,00	4,30	4,43					0,00								
11	1,70	1,90	1,20	1,60	4,80	6,60	5,90	5,77										7,50	9,50	8,40	8,47					3,20	3,60	3,60	3,47	
12									7,40	7,70	8,10	7,73	6,40	5,40	5,90	5,90	7,20	8,70	6,00	7,30	1,90	3,90	5,30	3,70	2,90	2,30	2,10	2,43		
13													7,00	8,10	8,60	7,90	7,20	9,00	8,40	8,20	3,80	1,40	2,20	2,47						
14					4,20	3,90	3,80	3,97					3,80	4,40	5,00	4,40	5,70	6,90	7,60	6,73										
15													4,10	3,00	6,80	4,63	7,10	6,60	9,20	7,63										
16									5,20	5,50	6,20	5,63	7,70	6,80	7,50	7,33	4,10	5,40	6,50	5,33	5,10	8,30	7,50	6,97	9,20	9,30	7,90	8,80		
17	2,50	2,00	2,10	2,20									6,80	7,10	8,50	7,47														
18													3,50	3,80	4,70	4,00										5,30	6,00	5,00	5,43	
19	2,10	2,30	2,40	2,27	5,60	6,30	5,90	5,93	2,30	2,50	2,60	2,47	1,60	1,20	2,00	1,60	3,20	3,00	3,30	3,17										
20																														
21													4,30	5,90	6,70	5,63														
22																														
23																									7,60	8,60	11,20	9,13		
24																														
MEDIA DIARIA	2,022 m/s				5,222 m/s				6,042 m/s				5,33 m/s				6,69 m/s				5,567 m/s				5,033 m/s					
MEDIA SEMANAL	5,1295 m/s				MÁXIMO 9,13 m/s				MÍNIMO 1,60 m/s				18,4662 Km/h				32,88 Km/h				5,76 Km/h									

Tabla 5.6. Formato anotación mediciones viento

[Ver Anexo II -Mediciones del Viento]

TABLA RESULTADOS

SEMANA	MEDIA m/s	SEMANA	MEDIA m/s
21-28 marzo	5,13	2 al 8 mayo	2,84
28-3 marzo-abril	6,31	9 al 15 mayo	4,33
Media aprox. marzo	5,72	16-22 mayo	3,34
4-10 abril	5,97	23-29 mayo	3,54
11-17 abril	5,09	Media aprox. mayo	3,51
18-24 abril	3,97	30-5 mayo-junio	4,09
25 al 1 abril-mayo	3,95	6-12 junio	3,38
Media aprox. abril	4,74	13-19 junio	4,55
MEDIA TOTAL PERIODO	4,33	Media aprox. junio	4,01

Tabla 5.7. Resultados mediciones viento

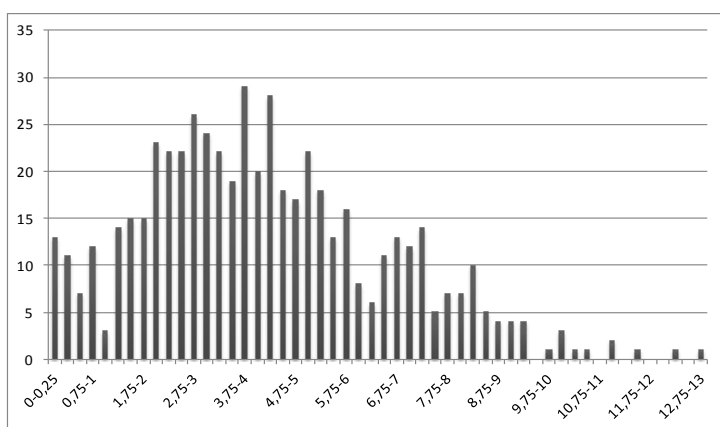
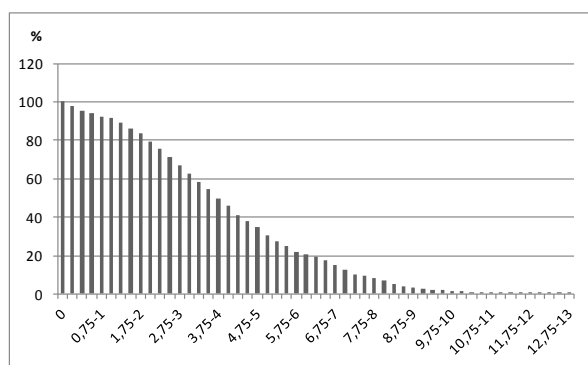
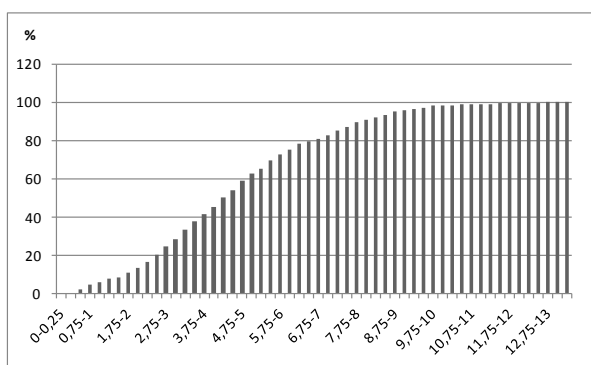


Grafico 5.5. Frecuencia de las distintas velocidades (m/s)



Graficos 5.6 y 5.7. Porcentajes acumulados velocidad del viento

El 66,7% de las mediciones realizadas son superiores a 3m/s

AJUSTES

Antes de tomar estos valores para el cálculo del potencial eólico deberemos realizar los siguientes ajustes:

- 1- Al no ser una medición prolongada, el carácter estacionario de los vientos puede ofrecernos un valor erróneo por lo que este deberá ajustarse en función de los meses de medición.

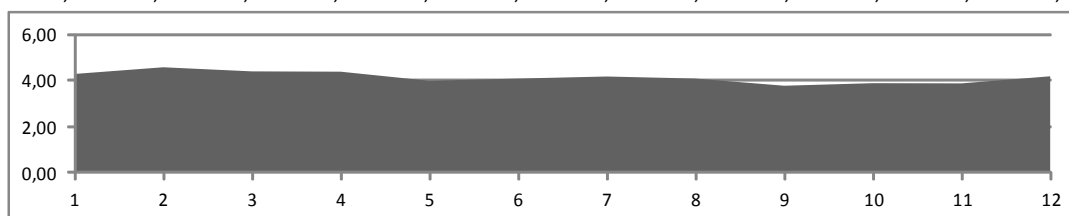
- 2- Por tratarse de mediciones diurnas, y existir variación en la velocidad del viento entre el día y la noche, se deberá establecer un valor medio distinto para periodos nocturnos.
- 3- Las mediciones se han realizado a una altura de 2,5m, conocida la variación de la velocidad del viento con la altura deberemos ajustar este valor con respecto la altura a la que situaremos nuestros aerogeneradores.

Ajuste estacionario

Realizando las comparativas mensuales de la estación de Teruel y de la base de datos METEONORM para Villar del Salz, podemos observar que los meses de marzo y abril son los que registran una mayor intensidad de vientos mientras que octubre y noviembre son los meses con menor intensidad.

Dado que por los condicionantes de la muestra, esta no se realiza en un periodo prolongado (se recomiendan mediciones diezminutarias en un periodo no menor a un año) y el análisis se realiza en un periodo de mayor intensidad, la media total del estudio no puede ser asumida como representativa para todo el año, por lo que las velocidades del viento se diferenciarán por meses, asemejando la intensidad de cada mes a los porcentajes extraídos de los datos de la estación de medición de Teruel y METEONORM.

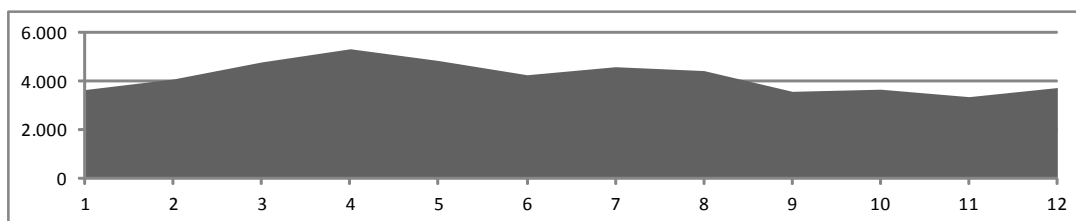
Velocidad del viento METEONORM													AÑO
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
4,30	4,59	4,41	4,40	4,00	4,10	4,19	4,10	3,79	3,90	3,89	4,20	49,8700	
8,62	9,20	8,84	8,82	8,02	8,22	8,40	8,22	7,60	7,82	7,80	8,42	%	



Valor estimado para Villar													AÑO
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
4,55	4,86	4,66	4,65	4,23	4,34	4,43	4,34	4,01	4,13	4,11	4,44	52,7520261	

MEDIA ANUAL 4,396002

Recorrido del viento medio mensual/anual (km)													AÑO
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
3.629	4.065	4.772	5.318	4.831	4.244	4.573	4.413	3.556	3.643	3.333	3.712	49.421	
7	8	10	11	10	9	9	9	7	7	7	8	%	



Valor estimado para Villar													AÑO
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
3,41	3,82	4,49	5,00	4,54	3,99	4,30	4,15	3,34	3,43	3,14	3,49	46,49	

MEDIA ANUAL 3,926122

MEDIA ANUAL AMBOS SISTEMAS PARA VILLAR DEL SALZ -medicion a 2,5m altura- 4,161062

Tabla 5.8. Ajuste estacionario viento

Ajuste día-noche

Como ya se ha comentado, el viento tiene su origen en las diferencias de temperatura, siendo estas mayores durante el día en la mayoría de localizaciones. También el viento presenta mayor turbulencia y cambiando más rápidamente de dirección.

Desde el punto de vista de la producción eólica este suele ser un factor favorable ya que los picos de consumo se producen en estos tramos horarios asemejándose a las condiciones climáticas típicas de vientos suaves durante la noche y más fuertes durante el día.

Para nuestro caso de estudio, se va a diferenciar la producción eólica diurna de la nocturna. La velocidad del viento durante el día (m/s) se puede calcular con la siguiente expresión:

$$U_d = \frac{2U \cdot \left(\frac{U_d}{U_n}\right)}{\left[1 + \left(\frac{U_d}{U_n}\right)\right]}$$

- U_d: Velocidad diurna (m/s)
- U_n: Velocidad nocturna (m/s)
- U: Velocidad media de las 24h (m/s)

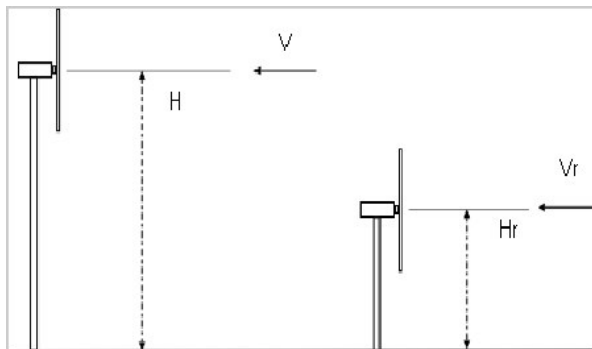
En el cálculo podemos tomar 2 como valor de la relación U(d/U_n) (Doorenbos y Pruitt. 1977)

Finalmente, la velocidad del viento para nuestros cálculos será la mitad.

Ajuste altura

Dado que la posición de los aerogeneradores será más elevada a la de medición (2.5m), el valor de la velocidad media del viento debe ser corregido en función de la altitud y la superficie del terreno.

$$V = V_0 \times \left(\frac{h}{h_0}\right)^n$$



Esquema 5.1. Velocidad viento con altura

Exponentes Del Facto De Corte Para Diferentes Superficies		
Tipo De Superficie	Longitud De La Aspereza En Metros	Exponente Del Factor De Corte
Hielo	0.00001	0.07
Mar en calma	0.0001	0.09
Pasto cortado	0.007	0.14
Barreras-Cercos-Bardas	0.085	0.21
Suburbios Urbanos	0.4	0.31
Bosques	1	0.43

Tabla 5.9. Factor de corte del terreno

n= factor de corte del viento; n del pasto cortado = 0,14

Tomando una altitud de referencia de 12m (altura torre mínima para la instalación del aerogenerador) la formula queda de la siguiente manera:

$$V_{\text{dia}} = 4,1606 \times (12/2,5)^{0,14} = 4,1606 \times 1,2455 = \mathbf{5,2104 \text{ m/s}}$$

$$V_{\text{noche}} = 4,1606 \times 0,5 \times 1,2455 = \mathbf{2,6052 \text{ m/s}}$$

Estos resultados resultan factibles de acuerdo al mapa eólico de Aragon el cual establece una velocidad media anual para la zona medida a 80m de 6 - 6,5 m/s que trasladados a 12m de altura de referencia y con un coeficiente de corte menor -al existir menos turbulencias en este tramo de altura- daría un resultado similar al obtenido.



Imagen 5.5. Atlas eólico Aragón

6_CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

6.1_ GENERADORES FOTOVOLTAICOS

[Glosario de términos]

- IDAE: Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía.
- CTE: Código técnico de la edificación.
- AEMET: Agencia Estatal de Meteorología.
- PVGIS: Photovoltaic geographical Information System.
- String: conjunto de elementos en serie.

-**Radiación**: cada una de las distintas longitudes de onda (o frecuencias) del espectro electromagnético que llegan a la superficie terrestre. (KJ m²día) (Kw h m²día).

-**Irradancia**: medida de la potencia solar incidente por unidad de superficie. (W/m²)

Se utiliza la letra G sin subíndice indicando entre paréntesis la orientación (α) y la inclinación (β)

-**Irradiación**: energía solar que recibe una superficie en un periodo de tiempo. (W·h/ m²)

Se utiliza la letra G con uno o dos subíndices: el primero se utiliza para indicar el periodo de tiempo de irradiación (d) día, (m) mensual o (a) anual, el segundo subíndice indica el valor medio al que hace referencia(m) mensual o (a) anual

-**Radiación directa**: la que llega directamente del sol hasta un plano horizontal –proyecta sombra definida en elementos opacos-.

-**Radiación difusa**: la que ha sido dispersada por las nubes, polvo u otros agentes previamente. En días despejados es del 15% llegando al 50% en días nublados.

-**Radiación reflejada o de albedo**: se produce por la reflexión de la radiación solar sobre la superficie terrestre u otros objetos. (en superficies horizontales es nula)

-**Radiación solar global**: suma de las anteriores.

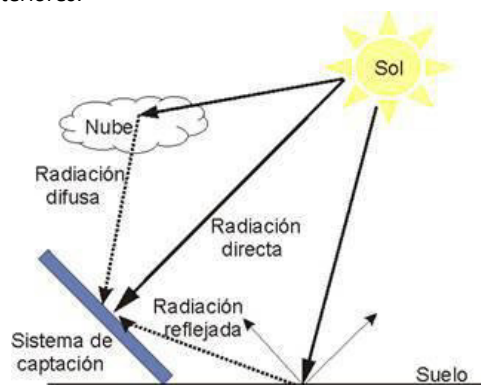


Imagen 6.1. Tipos de radiación solar.

La radiación directa es la “irradiancia que alcanza la superficie, en un plano horizontal, procedente únicamente del disco solar”, mientras que la radiación difusa es la que incide igualmente en un plano horizontal, procedente en este caso del resto del cielo debido a los procesos de dispersión que se producen en la atmósfera. La radiación global sería la suma de ambas irradiancias. La densidad de energía resultante (o Irradiación solar), es la energía procedente del sol que llega a la unidad de superficie terrestre durante un tiempo determinado.” [Atlas de Radiación, AEMET].

Las unidades que miden estos valores normalmente son kilojulios por metro cuadrado y día (KJ m²día) o kilovatios por metro cuadrado y día (Kw h m²día). [3600 KJ=1 Kwh]

6.1.1_Generador fotovoltaico

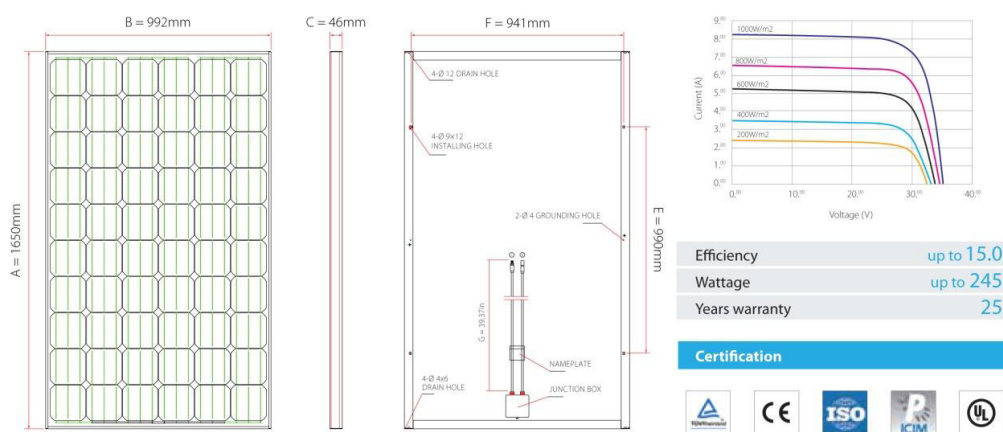
El generador es un conjunto de módulos fotovoltaicos conectados en serie, paralelo o ambas para lograr la potencia, tensión y corriente adecuadas.

Los módulos fotovoltaicos o paneles solares producen electricidad a partir de la irradiación solar gracias al efecto fotoeléctrico. Estos módulos a su vez están formados por una interconexión de varias células solares en serie y/o paralelo las cuales están fabricadas mediante la cristalización del silicio, dando lugar a distintos tipos de paneles en función de estas:

- Monocrystalino: con una estructura cristalina perfectamente ordenada presentando una monocromía azul oscuro e intenso. Son los más utilizados en instalaciones aisladas por su mayor rendimiento.
- Policristalino: estructura ordenada por regiones debido a un menor número de fases de cristalización, presentando las irregularidades un menor rendimiento. Se reconocen distintos tonos azulados y grises.
- Amorfo: alto grado de desorden y numerosos defectos estructurales. Son más económicos y presentan un tono uniforme. Aunque su potencia es menor, pueden adaptarse a distintos tipos de superficie favoreciendo su integración por ejemplo en acristalamientos (llamados de película delgada).

6.1.2_Módulo solar escogido

EL modelo de módulo fotovoltaico elegido para realizar los cálculos es el TSM-240DC05 de Trina Solar. Un panel monocristalino de alta eficiencia de 240 Wp de potencia pico con 60 células en serie y dimensiones 992x1650 mm.



Electrical Data @ STC	TSM-225DC05	TSM-230DC05	TSM-235DC05	TSM-240DC05	TSM-245DC05
Peak Power Watts-P _{MAX} (WP)	225	230	235	240	245
Power Output Tolerance-P _{MAX} (%)	0/+3	0/+3	0/+3	0/+3	0/+3
Maximum Power Voltage-V _{MAX} (V)	29.40	29.80	30.10	30.40	30.70
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	7.66	7.72	7.81	7.89	7.98
Open Circuit Voltage-V _{OC} (V)	36.90	37.00	37.10	37.20	37.30
Short Circuit Current-I _{SC} (A)	8.20	8.26	8.31	8.42	8.52
Encapsulated Cell Efficiency η _c (%)	15.90	16.20	16.60	16.90	17.30
Module Efficiency η _m (%)	13.70	14.10	14.40	14.70	15.00

Values at Standard Test Conditions STC (Air Mass AM1.5, Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C)

General Data	Temperature Ratings
Cell Type	Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)
Glass	Temperature Coefficient of P _{MPP}
Frame	Temperature Coefficient of V _{OC}
Junction Box	Temperature Coefficient of I _{SC}

Imagen 6.2. Características técnicas módulo solar Trina Solar 240kw TSM-240DC05

6.1.3 Parámetros que influyen en el potencial solar

-Localización: la ubicación geográfica caracterizada por su latitud determina la radiación incidente sobre la superficie.

En la imagen vemos como esta es muy distinta según la localización y menor generalmente a mayor latitud.

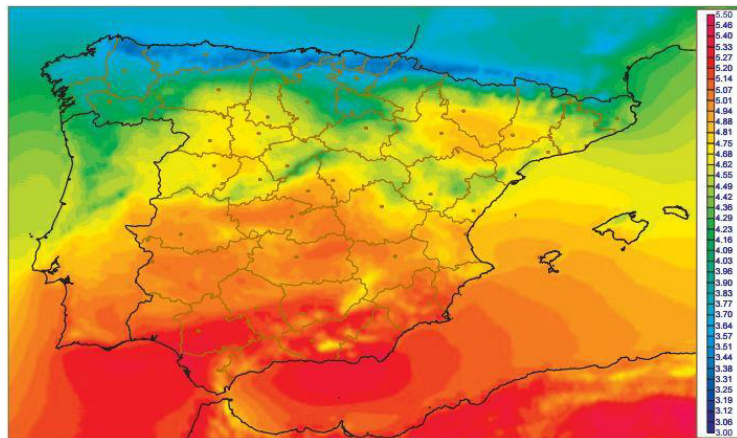


Imagen 6.3. Irradancia Global media (1983-2005) (Kwh m2 dia) SIS (CM-SAF)

-Grado de exposición al sol: una buena orientación e inclinación serán fundamentales para garantizar un aprovechamiento óptimo. También deberemos tener en cuenta posibles sombras de elementos cercanos.

-Condiciones atmosféricas: son las llamadas variaciones imprevisibles y será imposible preverlas y calcularlas con certeza. Se trata de la nubosidad y de las partículas en suspensión (polvo, contaminación, naturales como el polen...) que impiden la llegada de parte de la radiación a la superficie.

-Situación temporal: tanto la hora del día como la época del año hacen que la radiación varíe en un punto debido a la posición del sol. El periodo de utilización de una instalación solar determinará la inclinación para optimizar la producción. Esta variación temporal se puede observar en la imagen, como la radiación solar en la localización es notablemente menor en los meses de invierno y mayor en los meses de verano

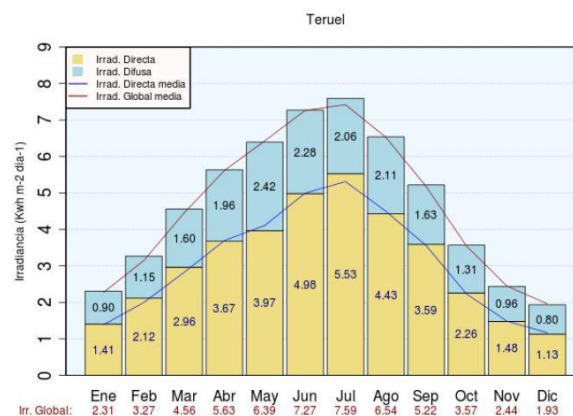


Imagen 6.4. Irradancias global, directa y difusa Teruel. [Atlas de Radiación]

6.1.4 Factores de emplazamiento

Para determinar la ubicación de los módulos fotovoltaicos debemos atender a diversos factores como son la orientación, la inclinación y la minimización de pérdidas por sombras de elementos próximos. También aparecen otros factores basados en la ubicación de la instalación en general que en nuestro caso serán determinantes, como pueden ser la propiedad pública/privada, el acceso para instalación o mantenimiento o la facilidad de conexión a red. Por estos motivos, las localizaciones elegidas para instalación de módulos fotovoltaicos serán las cubiertas del Ayuntamiento, Escuelas, Frontón y de las torres.

6.1.5_Análisis Orientación e inclinación.

-Orientación (α): estará determinada por el ángulo de acimut, α , "ángulo que forma la proyección sobre el plano horizontal de la perpendicular a la superficie del módulo con el meridiano del lugar".

En España (Hemisferio norte) para lograr la máxima producción los módulos fotovoltaicos deben orientarse al sur geográfico por lo que el ángulo acimut α debe ser 0° . Hasta una desviación de 15° la pérdida es mínima.

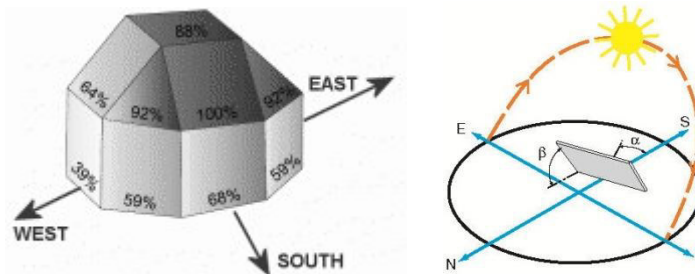


Imagen 6.5. Orientación módulos

-Inclinación (β): este ángulo dependerá principalmente de latitud del lugar donde nos ubiquemos y del periodo temporal en el que se desea usar la instalación ya que la posición del sol varía (invierno, verano, anual).

El cálculo de la inclinación de una instalación fotovoltaica conectada a red puede determinarse por la siguiente expresión en función de la latitud (ϕ)

$$\beta = 3,7 + 0,69 * \phi$$

De forma aproximada, en instalaciones aisladas cuyo fin es garantizar el suministro podemos asumir las siguientes inclinaciones como óptimas:

Periodo de uso	Inclinación óptima
Solo verano	$\beta = \phi - 20^\circ$
Solo invierno	$\beta = \phi + 15^\circ$
Anual	$\beta = \phi + 10^\circ$
Anual con frecuentes nevadas	$\beta \approx 65^\circ$

Tabla 6.1. Inclinaciones óptimas

*Ubicación Villar del Salz: $40^\circ 40' 55'' N$ $1^\circ 29' 59'' O \rightarrow \phi = 40^\circ$

-Inclinación teórica $\beta = 3,7 + 0,69 * 40 = 31,3^\circ$

-Inclinación módulos uso anual $\beta = \phi + 10^\circ \rightarrow \beta = 50^\circ$

1- Por facilidad de montaje, menor impacto visual y economía, generalmente, si la cubierta cuenta con una buena orientación y cierta inclinación, los módulos fotovoltaicos se disponen según la pendiente de esta ya que las pérdidas respecto a la inclinación favorable no resultan excesivas. Este es el caso de los módulos en cubierta de "Ayuntamiento" y "Escuelas"

2-En el caso de los módulos en la cubierta del "Frontón" que resulta la más extensa disponible, por contar con orientación este y oeste entrañe dificultades y varias opciones de diseño que deben ser estudiadas.

En primer lugar, una orientación sur ($\alpha=0^\circ$) resulta la más favorable para la instalación de paneles fotovoltaicos pero para lograrla deberemos instalar una estructura metálica del mismo tipo que las empleadas en cubiertas planas para lograr la inclinación sur; deberemos tener en cuenta que la orientación tras inclinar los módulos, por geometría, no resulta una orientación sur y por lo tanto deberemos corregirla (a mayor inclinación, mayor corrección) girando la alineación de los módulos. Además deberemos calcular la distancia de separación entre filas para no producir sombras que afecten al rendimiento.

Por otra parte, estas estructuras son caras y la posición tan expuesta al viento haría peligrar la estabilidad, por este motivo se puede plantear la colocación de módulos fotovoltaicos coplanarios a la cubierta a Este y oeste los cuales a pesar de lograr una producción global menor, se adaptan mejor a los picos de consumo (que se producen por la mañana y al finalizar la tarde). También, deberemos tener en cuenta que se reduce totalmente el impacto visual y no presentan problemas de estabilidad.

Nota: [Un estudio realizado por la compañía Opower, encargada del software para instalaciones fotovoltaicas, analizando los datos de más de 100.000 viviendas de California con paneles orientados a sur ha concluido que estas maximizan la producción pero no la utilización del sistema debido al desfase entre producción y consumo. La solución a este problema es orientar parte de estos módulos a oeste, ya que a pesar de su menor producción, esta se realiza en las horas de consumo pico y llegan a producir hasta un 55% del potencial durante la tarde mientras que los orientados a sur no llegan al 15% en esas mismas horas. Este cambio de orientación ya se encuentra subvencionado por las instituciones de California.]

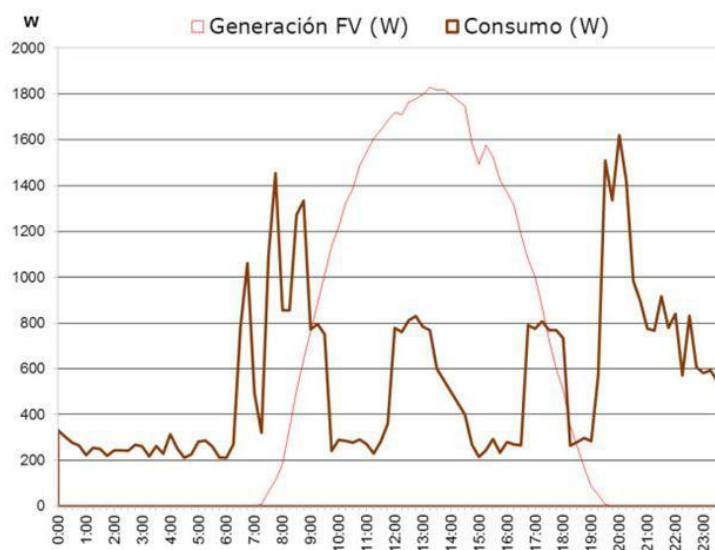


Imagen 6.5. Curva de generación solar y perfil de consumo residencial

Por estos motivos se decide mantener la orientación de las cubiertas del frontón para la colocación de los módulos fotovoltaicos de forma que complementen a los instalados en ayuntamiento y escuelas.

3-En el caso de los módulos fotovoltaicos instalados en las cubiertas de las "torres" propuestas la orientación sería sur ($\alpha= 0^\circ$) por ser la optima para la instalación. La inclinación, pese a ser $\beta=31,3^\circ$ la que ofrece una producción máxima, se opta por una inclinación mayor de $\beta = 50^\circ$ por ser la recomendable para instalaciones de uso anual. El motivo recae en que a pesar de una menor producción total en cuanto a KW, estos se encuentran más uniformemente repartidos. Este cambio se produce ya que al aumentar la inclinación estamos orientando los módulos para posiciones del sol mas bajas (invierno), obteniendo mayor producción en estos meses cuando los consumos suelen ser más altos a costa de reducir la producción en los meses de verano.

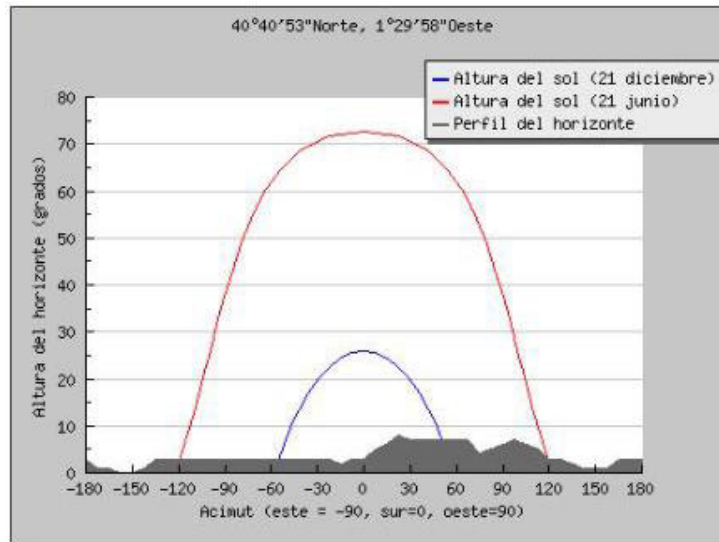


Imagen 6.6. Altura del Sol verano e invierno y horizonte Villar del Salz.

6.1.6_Obtención valores

Para la obtención de los distintos datos climatológicos que afectan al cálculo de los generadores fotovoltaicos, se va a utilizar la base de datos de irradiación mundial online PVGIS (Photovoltaic geographical Information System). Esta aplicación permite obtener para una localización geográfica distintos valores estadísticos históricos para la zona como irradiación, HSP, temperaturas medias...

Imagen 6.7. Pantalla de visualización plataforma PVGIS.

*Las consultas realizadas mediante la aplicación se realizan utilizando la base de datos PVGIS-CMSAF basada en mediciones sobre el terreno y datos proporcionados por satélites Meteosat. Esta base de datos actualizada en 2010 se supone más precisa que la PVGIS-3 al corregir mediciones erróneas y cambios en el clima que ocasionan una radiación mayor.

6.1.7_Procedimiento de cálculo.

Comprobación de pérdidas por orientación e inclinación

Como la estrategia a seguir en la instalación de los módulos fotovoltaicos en las cubiertas del "Ayuntamiento", "Escuelas" y "Frontón" es la de disponer estos siguiendo la pendiente de la cubierta, deberemos comprobar que las pérdidas por orientación e inclinación no sobrepasan los límites fijados por la normativa.

Se va a utilizar el método propuesto por el IDEA, el cual gráficamente calcula la inclinación máxima para cumplir los límites de pérdidas a través del ángulo acimut y del ángulo de inclinación respecto a una latitud (ϕ) de 41° que debe ajustarse posteriormente con la latitud concreta del lugar.

La inclinación máxima será:

$$\beta_{m\acute{a}x} = \text{Inclinación (para } \phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud})$$

La inclinación mínima será:

$$\beta_{m\acute{i}n} = \text{Inclinación (para } \phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud}), \text{ siendo } 0^\circ \text{ su valor m\acute{i}nimo}$$

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 6.2. Pérdidas límite por orientación, inclinación y sombras

Módulos	Caso	Acimut	inclinación
Ayuntamiento	Superposición	-4°	15°
Escuelas	Superposición	-23°	20°
Torres	Superposición	0°	31°
Frontón	Superposición	+74°	15

Tabla 6.3. Características de los generadores fotovoltaicos

Por tratarse de instalaciones en superposición, la colocación de los módulos se realiza de forma paralela a la envolvente del edificio -cubierta- y las pérdidas máximas permitidas serán de 20%.

Escuelas:

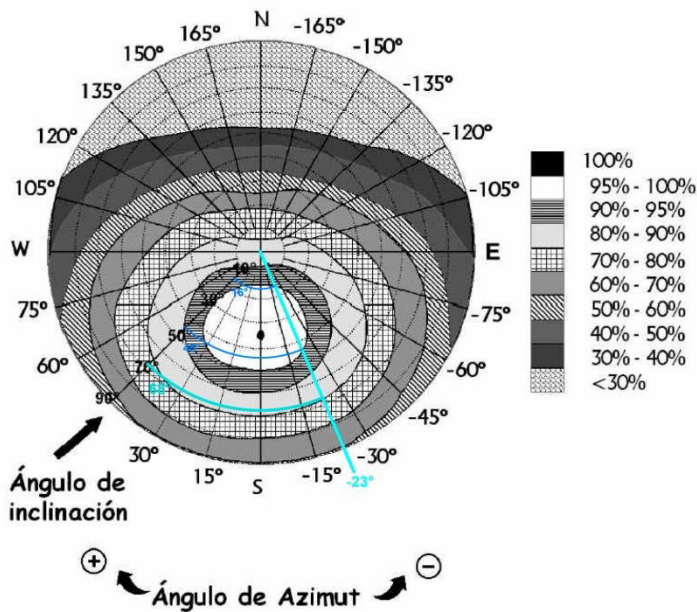


Imagen 6.8. Pérdidas orientación escuelas

Gráficamente obtenemos una inclinación comprendida entre 0° y 68°.

-Inclinación máxima:

$$\beta_{\text{máx}} = 70^\circ - (41^\circ - 40^\circ) = 67^\circ$$

-Inclinación mínima:

$$\beta_{\text{mín}} = 0^\circ - (41^\circ - 40^\circ) = -1^\circ$$

Como esta fuera de rango tomamos el valor mínimo, 0°.

Como la inclinación en este caso es de 20° nos encontramos dentro de los valores permitidos para pérdidas por orientación e inclinación.

Analizando unas pérdidas máximas del 5%, los valores de inclinación ajustados deberían estar entre 15° y 44°, por lo que podríamos incluso llegar a este nivel de pérdidas.

Ayuntamiento:

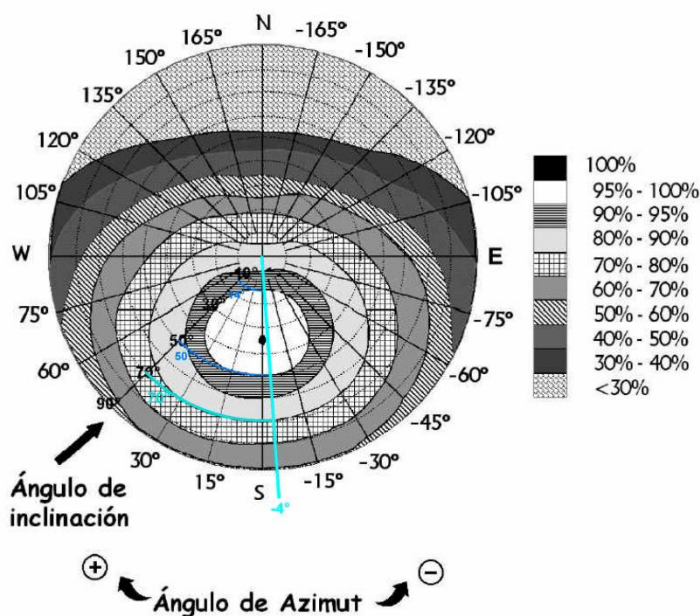


Imagen 6.9. Pérdidas orientación ayuntamiento

Gráficamente obtenemos una inclinación comprendida entre 0° y 70°.

Corrigiendo los valores:

-Inclinación máxima: $\beta_{\text{máx}} = 70^\circ - (41^\circ - 40^\circ) = 69^\circ$

-Inclinación mínima:

$$\beta_{\text{mín}} = 0^\circ - (41^\circ - 40^\circ) = -1^\circ$$

Como esta fuera de rango tomamos el valor mínimo, 0°.

Como la inclinación en este caso es de 15° nos encontramos dentro de los valores permitidos para pérdidas por orientación e inclinación.

Analizando unas pérdidas máximas del 5%, los valores de inclinación ajustados deberían estar entre 13° y 49°, por lo que también podríamos asumir este menor nivel de pérdidas.

Frontón:

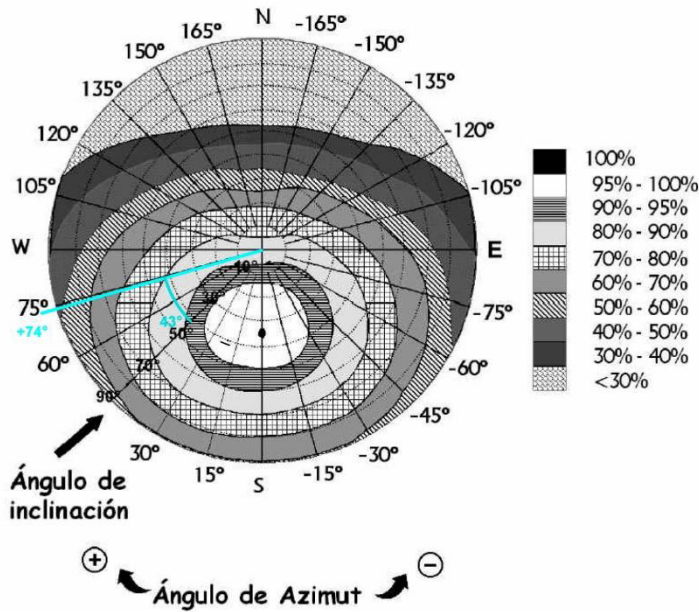


Imagen 6.10. Pérdidas orientación frontón

Gráficamente obtenemos una inclinación comprendida entre 0° y 43°.

Corrigiendo los valores:

-Inclinación máxima: $\beta_{\text{máx}} = 43^\circ - (41^\circ - 40^\circ) = 42^\circ$

-Inclinación mínima:

$\beta_{\text{mín}} = 0^\circ - (41^\circ - 40^\circ) = -1^\circ$

Como esta fuera de rango tomamos el valor mínimo, 0°.

Como la inclinación en este caso es de aproximadamente 15° nos encontramos dentro de los valores permitidos para pérdidas por orientación e inclinación del 20%.

Horas Solares Pico (HSP)

A partir de los datos de irradiación en función de inclinación y orientación podemos calcular las HPS, un valor medio de irradiación solar que parte de una hipótesis de irradiancia solar constante de 1000 W/m² equivalente a la irradiación total de un día.

$$HSP_{\beta} = \frac{G_{\beta}}{I_{\beta (CEM)}}$$

HSP β : horas solares pico para un ángulo de inclinación β .

G_{β} : irradiación solar media diaria, en Wh/m²-día, para un ángulo de inclinación β .

I_{β} : potencia de radiación incidente, en W/m² para las Condiciones Estándar de Medida (CEM), siendo su valor de 1000 W/m².

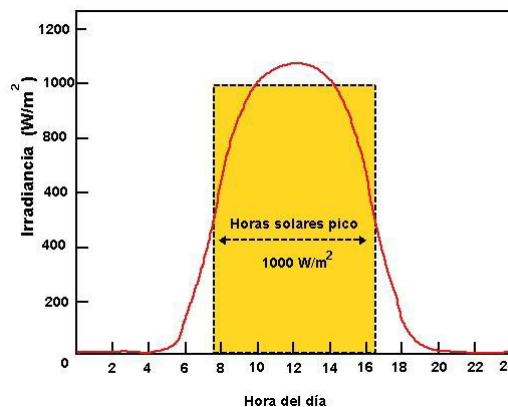


Imagen 6.11. HPS equivalentes a la irradiación de ese día.

6.1.8_Energía generada

Conocidas las condiciones de radiación (HSP) y elegido el modulo solar a instalar, se procede a calcular la energía generada por el generador fotovoltaico en un día EG (Wh/día).

$$E_G = HSP \cdot P_p \cdot N_T \cdot \eta_m$$

P_p : Potencia pico de un módulo concreto que se vaya a utilizar (W)

N_T : numero de módulos

η_m : rendimiento del modulo que normalmente se toma 0,9 (perdidas por suciedad en superficie, tolerancias, reflexión...)

$$P_p = V_{pmp} \cdot I_{pmp}$$

V_{pmp} : Tensión en el punto de máxima potencia.

I_{pmp} : Intensidad o corriente en el punto de máxima potencia

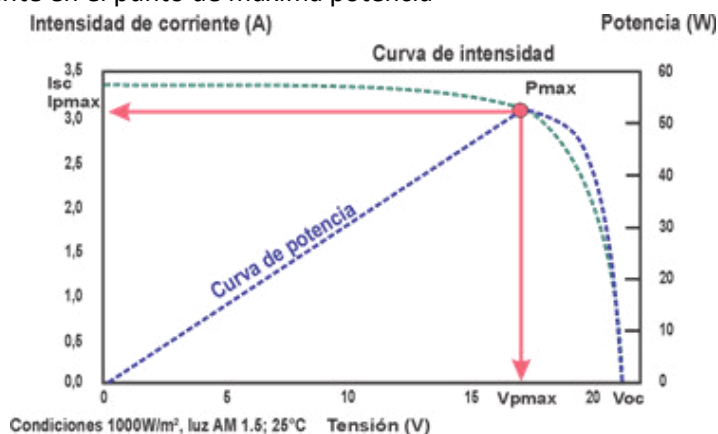


Imagen 6.12. Curva tensión-intensidad y curva de potencia de un modulo fotovoltaico

La curva intensidad-voltaje (curva I-V) característica de un panel representa los valores de tensión, obteniendo distintos valores pares al variar la resistencia externa. El punto Pmax (de máxima potencia) representa el mayor área del rectángulo y serán las condiciones de trabajo fijadas para este. Los convertidores CC/CC y reguladores se encargaran de mantener la producción en este punto óptimo.

*la energía generada no llegará en su totalidad ya que se producirán pérdidas en el sistema que se deberán tener en cuenta.

Cálculo de pérdidas de la instalación

$$E_{real} = \frac{E_T}{R}$$

E_T : consumo teórico de la instalación (Wh)

E_{real} : consumo real admitiendo las pérdidas del sistema.

R: rendimiento del sistema

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v) \times \left(1 - \frac{k_a \times N}{P_d}\right)$$

Factor	Descripción	Valor aprox.
k_b	Factor de perdidas en conjunto de baterias y regulador	0,1
k_c	Factor de perdidas inversor	0,1
k_v	Factor perdidas varias (efecto Joule, caidas tension...)	0,1
k_a	Coefficiente de autodescarga diaria de las baterias	0,005
N	Numero días autonomia	3
P_d	Profundidad de descarga baterías	0,7

Tabla 6.4. Valor de las pérdidas

$$R = (1 - 0,1 - 0,1 - 0,1) \times (1 - (0,005 \times 3 / 0,7)) = 0,685$$

Dimensionamiento del generador

De la expresión anterior podemos despejar la fórmula para obtener el número de módulos en el dimensionamiento en función del consumo total diario.

$$N_T = \frac{E}{P_p \cdot HSP \cdot \eta_m}$$

E: consumo real diario total (Wh/día). Deberá incluir las pérdidas del sistema

-El número de módulos que deberemos colocar en serie para obtener la tensión adecuada (N_S) se realizara redondeando por exceso el resultado de la siguiente expresión:

$$N_S = \frac{V_{sist\ bat}}{V_m}$$

$V_{sist\ bat}$: Tensión en el sistema de baterías.

V_m : tensión en el punto de máxima potencia del módulo.

-El número en paralelo (N_p) se realiza redondeando también por exceso la siguiente expresión:

$$N_p = \frac{N_T}{N_S}$$

N_T : número de módulos

N_S : número de módulos en serie

La potencia pico de nuestro generador fotovoltaico será:

$$P_{Gp} = N_S \cdot N_p \cdot P_p = N_T \cdot P_p$$

Pérdidas por temperatura

$$\Delta t^\circ = 0,034 \times I - 4$$

Este factor depende de la temperatura que se alcanza en el ambiente durante el día ya que se produce un incremento notable de la temperatura de trabajo del panel (referenciado a 25°C) y la velocidad del viento que puede lograr enfriar en parte los paneles.

Para ello deben usarse las temperaturas medias en periodo diurno que son algo más elevadas a las medias diarias con las cuales no resultaría real ya que las temperaturas más bajas son las que se producen por la noche y estas no afectan a la producción.

Cada grado de diferencia respecto a estos 25°C que nos indica el fabricante, se producirá una disminución del rendimiento del panel que estará establecido por el fabricante.

Coeficiente de potencia (P_m)	-0,45 %/°C
Coeficiente de corriente (I_{sc})	0,05 %/°C
Coeficiente de tensión (V_{oc})	-0,35 %/°C

Tabla 6.5. Coeficientes temperatura módulos elegidos

	Tm día	Tm 24h	Irradiancia maxima	ΔT celula	T celula	desviacion	Perdidas temperatura %
Enero	4,3	1,9	443	11,062	15,362	-9,638	4,3371
Febrero	4,9	2,4	574	15,516	20,416	-4,584	2,0628
Marzo	8,2	5,6	684	19,256	27,456	2,456	1,1052
Abril	10,5	8,1	691	19,494	29,994	4,994	2,2473
Mayo	14,6	12,2	705	19,97	34,57	9,57	4,3065
Junio	20	17,5	814	23,676	43,676	18,676	8,4042
Julio	23,4	20,7	904	26,736	50,136	25,136	11,3112
Agosto	23,1	20,2	855	25,07	48,17	23,17	10,4265
Septiembre	18,6	15,8	757	21,738	40,338	15,338	6,9021
Octubre	14,2	11,3	652	18,168	32,368	7,368	3,3156
Noviembre	7,7	5,1	490	12,66	20,36	-4,64	2,088
Diciembre	5,1	2,7	445	11,13	16,23	-8,77	3,9465

Tabla 6.6. Pérdidas por temperatura

Las temperaturas medias proporcionadas por la base de datos PVGIS difieren en aproximadamente 1-2°C a la baja respecto a las calculadas mediante aproximación con otros municipios (con menor altitud en su mayoría) y base de datos *Meteonorm* por lo que se tomarán estos valores como validos así como las temperaturas medias diurnas.

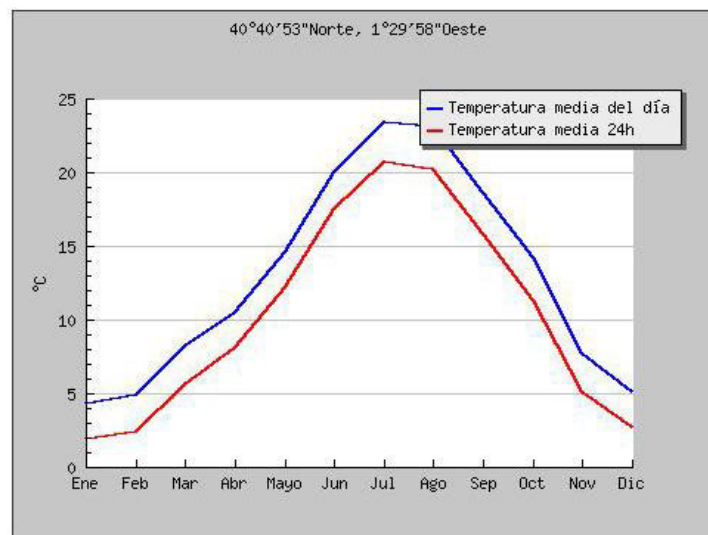


Imagen 6.13. Comparativa temperaturas media diarias 24h y diurnas para Villar del Salz.

6.1.9_Cálculo generadores fotovoltaicos

*MÓDULOS AYUNTAMIENTO

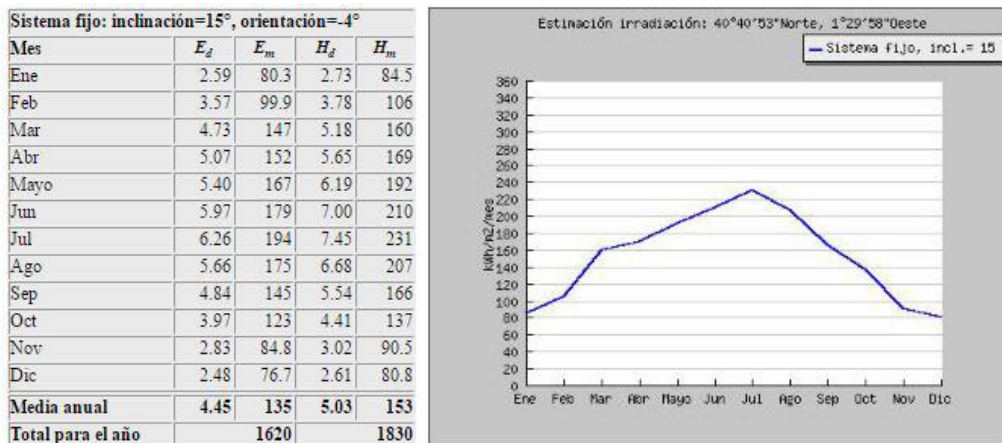


Tabla 6.7. Valores de Irradiación para orientación e inclinación módulos ayuntamiento.

E_d : Producción de electricidad media diaria por el sistema dado (kWh)

E_m : Producción de electricidad media mensual por el sistema dado (kWh)

H_d : Irradiación global media diaria recibida por m^2 por los módulos (kWh/ m^2)

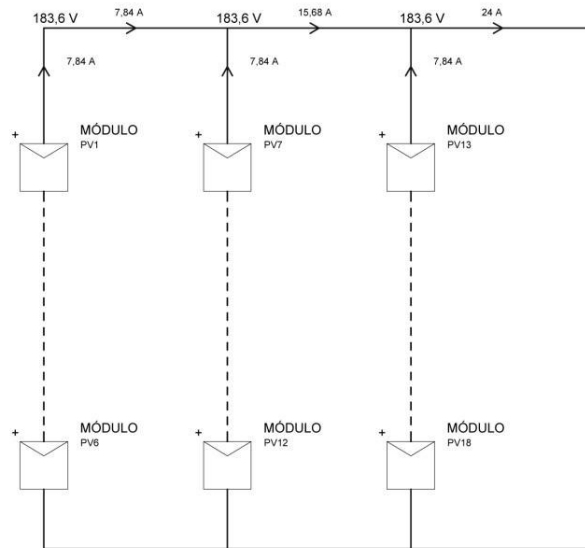
H_m : Suma media de la irradiación global recibida por m^2 por los módulos (kWh/ m^2)

Ángulo acimut cubierta -4
Inclinación cubierta 15

	Irradiación global sobre horizontal	Irradiación solar específica generador (Sur $\beta=15^\circ$ y $\alpha=-4^\circ$)		HSP	Perdidas max. por temperatura	Energía generada
	W·h/ m^2 ·(día)	W·h/ m^2 ·(día)	KW·h/ m^2 ·(mes)	h	%	KW·h/día
Enero	2040	2730	84,63	2,73	4,34	16,54
Febrero	3010	3780	117,18	3,78	2,06	23,45
Marzo	4500	5180	160,58	5,18	1,11	32,45
Abril	5280	5650	175,15	5,65	2,25	34,99
Mayo	6080	6190	191,89	6,19	4,31	37,52
Junio	7010	7000	217,00	7	8,40	40,62
Julio	7380	7450	230,95	7,45	11,31	41,86
Agosto	6330	6680	207,08	6,68	10,43	37,90
Septiembre	4920	5540	171,74	5,54	6,90	32,67
Octubre	3620	4410	136,71	4,41	3,32	27,01
Noviembre	2300	3020	93,62	3,02	2,09	18,73
Diciembre	1870	2610	80,91	2,61	3,95	15,88
Anual	4540	5030	155,93	5,03	5,04	30,26

Corriente MPP (I_m)	7,84 A
Tensión MPP (V_m)	30,6 V
Potencia pico P_p	239,904 W
N módulos	18 (3x6)
Rendimiento η_m	0,9
Superficie modulo	1,63 m^2
Superficie generador	29,34 m^2

Tabla 6.8. Producción eléctrica módulos Ayuntamiento



Esquema 6.1. Asociación módulos fotovoltaicos cubierta Ayuntamiento

En la cubierta de las Escuelas se plantea la instalación de 18 módulos dispuestos en 3 Strings de 6 módulos fotovoltaicos conectados en serie.



Esquema 6.2. Situación módulos cubierta Ayuntamiento (E. 1:150)

***MÓDULOS ESCUELAS**

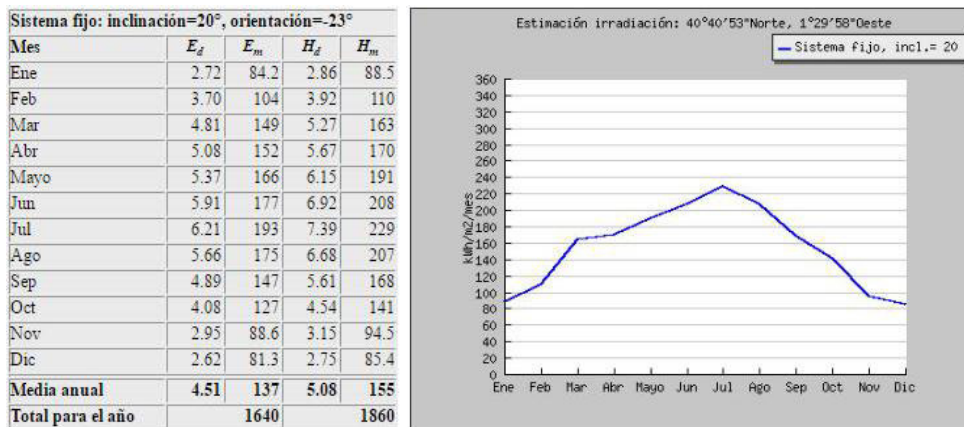


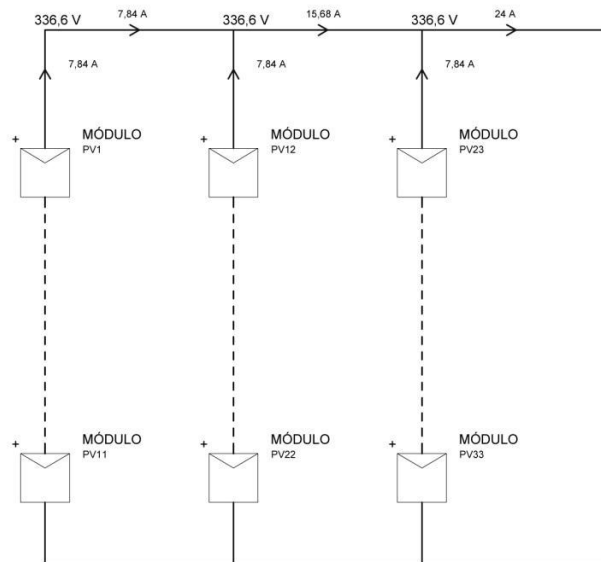
Tabla 6.9. Valores de Irradiación para orientación e inclinación módulos escuelas.

Ángulo acimut cubierta	-23
Inclinación cubierta	20

	Irradiación global sobre horizontal	Irradiación solar específica generador (Sur $\beta=15^\circ$ y $\alpha=-4^\circ$)		HSP	Perdidas max. por temperatura	Energía generada EG=HSP*Pp*Nt* η_m
	W·h/m ² ·(día)	W·h/m ² ·(día)	KW·h/m ² ·(mes)	h	%	KW·h/día
Enero	2040	2860	88,66	2,86	4,34	31,78
Febrero	3010	3920	121,52	3,92	2,06	44,59
Marzo	4500	5270	163,37	5,27	1,11	60,53
Abril	5280	5670	175,77	5,67	2,25	64,37
Mayo	6080	6150	190,65	6,15	4,31	68,35
Junio	7010	6920	214,52	6,92	8,40	73,61
Julio	7380	7390	229,09	7,39	11,31	76,12
Agosto	6330	6680	207,08	6,68	10,43	69,49
Septiembre	4920	5610	173,91	5,61	6,90	60,66
Octubre	3620	4540	140,74	4,54	3,32	50,98
Noviembre	2300	3150	97,65	3,15	2,09	35,82
Diciembre	1870	2750	85,25	2,75	3,95	30,68
Anual	4540	5080	157,48	5,08	5,04	56,03

Corriente MPP (I_m)	7,84 A
Tensión MPP (V_m)	30,6 V
Potencia pico P_p	239,904 W
N módulos	33 (3x11)
Rendimiento η_m	0,9
Superficie modulo	1,63 m ²
Superficie generador	53,79 m ²

Tabla 6.10. Producción eléctrica módulos "Escuelas"



Esquema 6.3. Asociación módulos fotovoltaicos cubierta Escuelas

En la cubierta de las Escuelas se plantea la instalación de 33 módulos dispuestos en 3 strings de 11 módulos fotovoltaicos conectados en serie.



Esquema 6.4. Situación módulos cubierta Escuelas. (E. 1:150)

***MODULOS FRONTÓN**

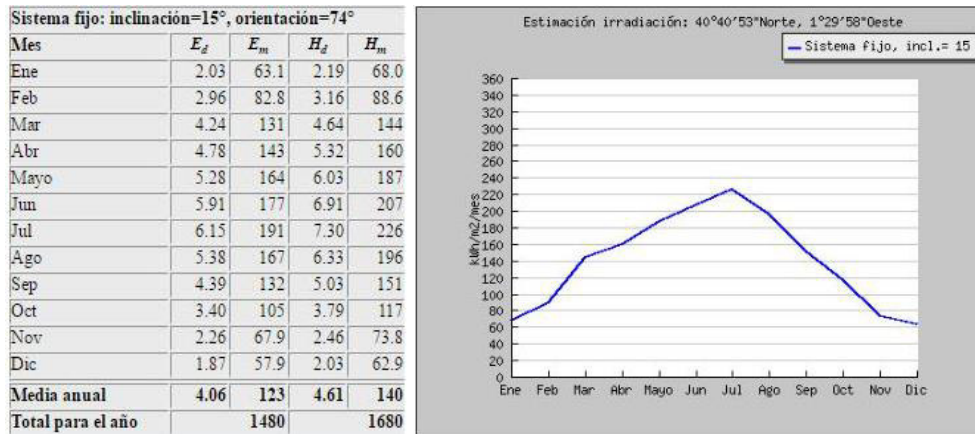


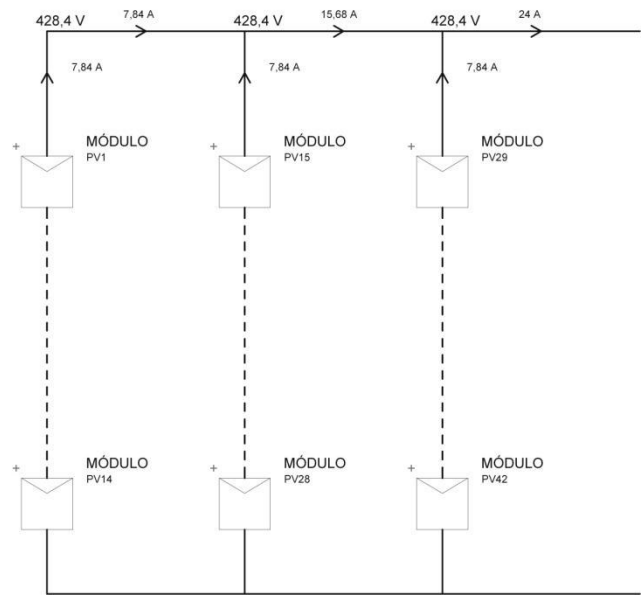
Tabla 6.11. Valores de Irradiación para orientación e inclinación módulos frontón.

Ángulo acimut cubierta	74
Inclinación cubierta	15

	Irradiación global sobre horizontal	Irradiación solar específica generador (Sur $\beta=15^\circ$ y $\alpha=4^\circ$)		HSP	Perdidas max. por temperatura	Energía generada EG=HSP*Pp*Nt* η_m
	W·h/m ² ·(día)	W·h/m ² ·(día)	KW·h/m ² ·(mes)	h	%	KW·h/día
Enero	2040	2190	67,89	2,19	4,34	30,97
Febrero	3010	3160	97,96	3,16	2,06	45,75
Marzo	4500	4640	143,84	4,64	1,11	67,83
Abril	5280	5320	164,92	5,32	2,25	76,87
Mayo	6080	6030	186,93	6,03	4,31	85,29
Junio	7010	6910	214,21	6,91	8,40	93,56
Julio	7380	7300	226,30	7,3	11,31	95,70
Agosto	6330	6330	196,23	6,33	10,43	83,81
Septiembre	4920	5030	155,93	5,03	6,90	69,22
Octubre	3620	3790	117,49	3,79	3,32	54,16
Noviembre	2300	2460	76,26	2,46	2,09	35,60
Diciembre	1870	2030	62,93	2,03	3,95	28,82
Anual	4540	4610	142,91	4,61	5,04	64,71

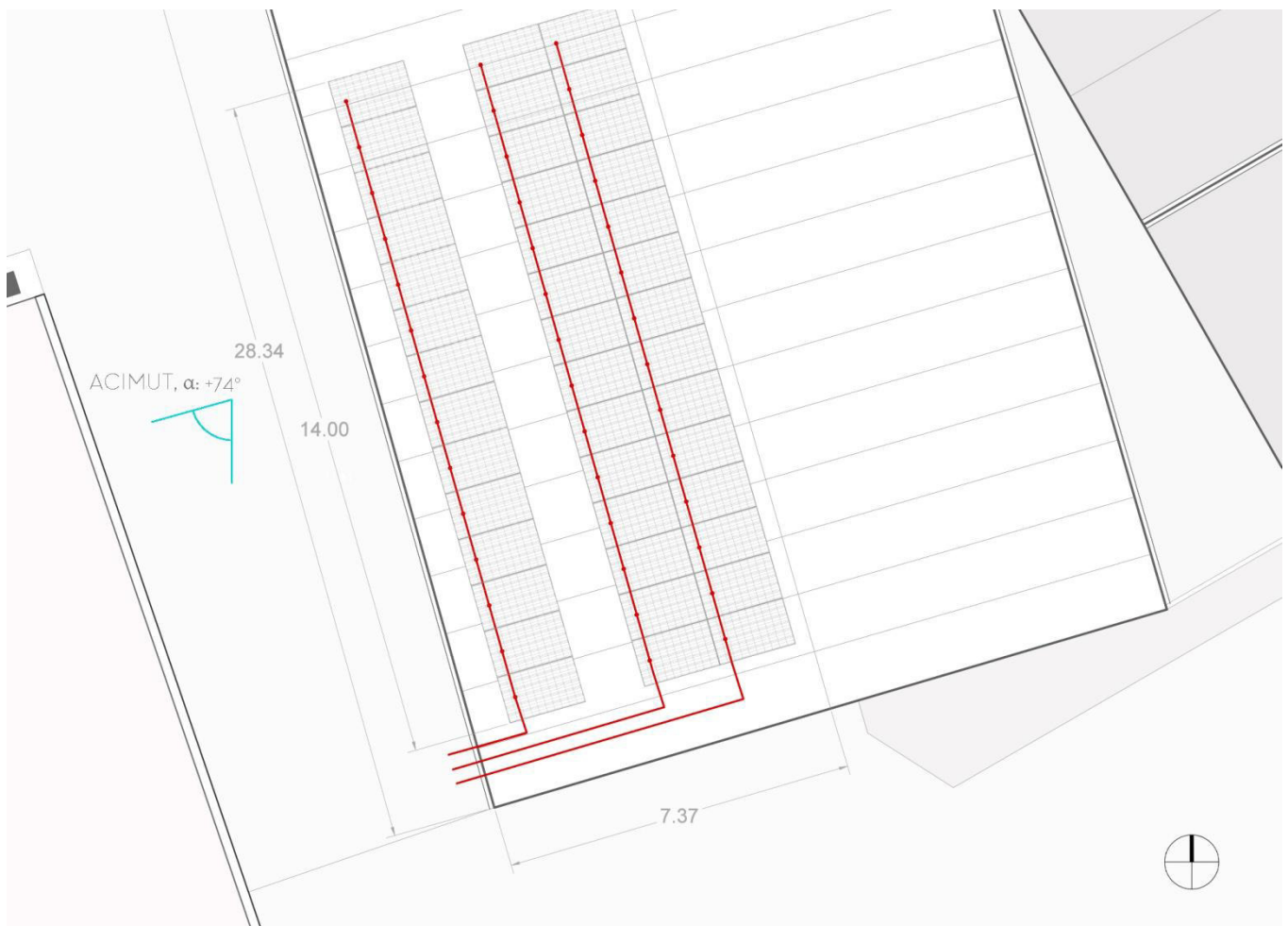
Corriente MPP (Im)	7,84 A
Tensión MPP (Vm)	30,6 V
Potencia pico Pp	239,904 W
N modulos	42 (3x14)
Rendimiento η_m	0,9
Superficie modulo	1,63 m ²
Superficie generador	68,46 m ²

Tabla 6.12. Producción eléctrica módulos "Frontón"



Esquema 6.5. Asociación módulos fotovoltaicos cubierta Frontón

En la cubierta del Frontón se plantea la instalación de 42 módulos dispuestos en 3 strings de 14 módulos fotovoltaicos conectados en serie.



Esquema 6.6. Situación módulos cubierta Frontón. (E. 1:150)

***MODULOS TORRES**

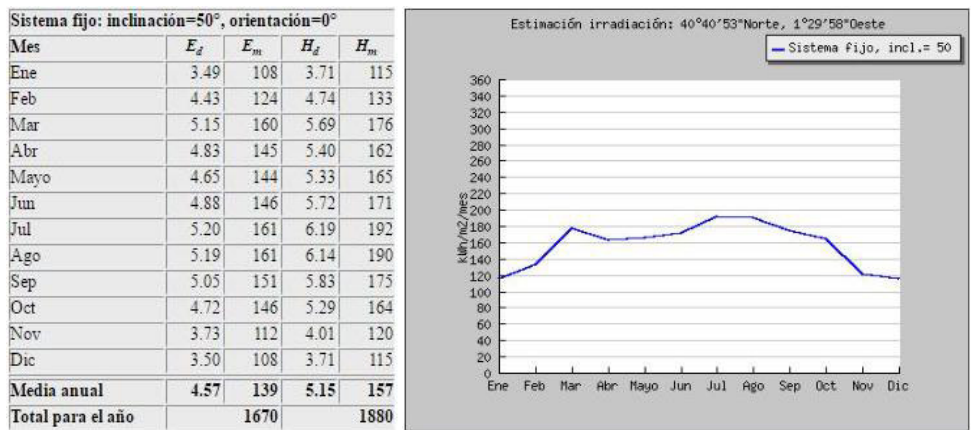


Tabla 6.13. Valores de Irradiación para orientación e inclinación módulos torres.

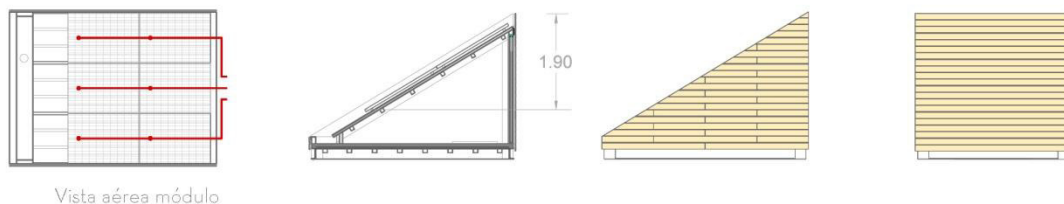
Ángulo acimut cubierta	0
Inclinación cubierta	50

	Irradiación global sobre horizontal	Irradiación solar específica generador (Sur $\beta=15^\circ$ y $\alpha=-4^\circ$)		HSP	Perdidas max. por temperatura	Energía generada EG=HSP*Pp*Nt* η_m
	W-h/m ² ·(día)	W-h/m ² ·(día)	KW-h/m ² ·(mes)	h	%	KW-h/día
Enero	2040	3710	115,01	3,71	4,34	7,49
Febrero	3010	4740	146,94	4,74	2,06	9,80
Marzo	4500	5690	176,39	5,69	1,11	11,88
Abril	5280	5400	167,40	5,4	2,25	11,15
Mayo	6080	5330	165,23	5,33	4,31	10,77
Junio	7010	5720	177,32	5,72	8,40	11,06
Julio	7380	6190	191,89	6,19	11,31	11,59
Agosto	6330	6140	190,34	6,14	10,43	11,61
Septiembre	4920	5830	180,73	5,83	6,90	11,46
Octubre	3620	5290	163,99	5,29	3,32	10,80
Noviembre	2300	4010	124,31	4,01	2,09	8,29
Diciembre	1870	3710	115,01	3,71	3,95	7,52
Anual	4540	5150	159,65	5,15	5,04	10,33

Corriente MPP (Im)	7,84 A
Tensión MPP (Vm)	30,6 V
Potencia pico Pp	239,904 W
N módulos	6 (3x2)
Rendimiento η_m	0,9
Superficie módulo	1,63 m ²
Superficie generador	9,78 m ²

Tabla 6.14. Producción eléctrica módulos "Torres"

En la cubierta de las Escuelas se plantea la instalación de 6 módulos en cada torre dispuestos en 3 strings de 6 módulos fotovoltaicos conectados en serie en el caso de situar tres bloques o torres, 3 strings de 4 módulos en el caso de dos torres o 3 strings de 2 módulos en torres individuales.



Esquema 6.7. Módulos solares en torres (E. 1:150)

6.2_ GENERADORES EÓLICOS

6.2.1_Energía teórica del viento

$$E = \frac{1}{2} \rho A v^3 t$$

Siendo ρ la densidad del aire, A el área de barrido de las palas de nuestro aerogenerador, v la velocidad del viento calculada y t la unidad de tiempo.

La densidad del aire seco se toma el valor de referencia de 1,225 kg/m³. Sin embargo este valor general es el representativo para la presión atmosférica promedio a nivel del mar y a 15°C dándose en montañas un valor menor debido a la presión y temperatura por lo que este dato debe corregirse de la siguiente forma.

$$\rho = 1,225 e^{\left[\left(\frac{-z}{8435}\right) - \left(\frac{T-15}{288}\right)\right]}$$

El valor de z es la altura en m sobre nivel del mar que para Villar del Salz es de 1219 m snm y T es la temperatura promedio en °C que para la localización es de 11 °C, obteniendo:

$$P = 1,225 e^{\left[\left(\frac{-1219}{8435}\right) - \left(\frac{11-15}{288}\right)\right]} = 1,225 \times 0,8775 = 1,075 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Potencia} = E/t \text{ (w)}$$

Dado que las aspas de nuestro aerogenerador ralentizan el aire que las barre, a la formula debemos añadirle el límite de Betz cuantifica este efecto y que determina el límite superior de posibilidades de aprovechamiento de energía del aerogenerador, fijado en un 59% (16/27) aproximadamente.

Además, otros factores de rendimiento fijados de forma aproximadamente de la siguiente forma:

Rendimiento de las hélices	85%
Rendimiento del multiplicador	98%
Rendimiento Alternador	95 %
Rendimiento Transformador	98 %

Tabla 6.15. Rendimientos aproximados

$$\text{Rendimiento} = 0.59 \times 0.85 \times 0.98 \times 0.95 \times 0.98 = 0.4575 = 45,75\%$$

$$P = \frac{1}{2} 1,075 A v^3 0,4575$$

Para el estudio de los aerogeneradores a instalar vamos a analizar primero las posibilidades que tenemos en el mercado y posteriormente se analizaran tanto las características propias como la rentabilidad o la facilidad de instalación.

6.2.2_Tipos aerogeneradores

La energía eólica en la actualidad se mantiene como la fuente energética con mayor expansión y crecimiento a nivel mundial, superando otras fuentes tradicionales como gas natural o energía nuclear.

Pese a la creencia popular a la hora de considerar los aerogeneradores para producir electricidad como un elemento de alta tecnología y relativamente reciente, sus orígenes son remotos, situando sus inicios a finales del siglo XIX.

En los años 20 se produce un gran avance con la invención de los molinos de eje vertical Darreius y Savounis, sencillos y eficientes a bajas velocidades, y será en los años 50 con la aparición de la fibra de vidrio en la fabricación de aspas cuando se alcance una mayor eficiencia del estos sistemas. Sin embargo, los mayores avances se producen con la crisis del petróleo de 1973, cuando el aumento de costes y la alta inflación obligo a los países afectados a buscar una solución a la dependencia energética, originando grandes avances en esta materia y dando lugar en la actualidad a una gran variedad de sistemas y máquinas eólicas.

En primer lugar los aerogeneradores se pueden clasificar según la potencia suministrada en tres categorías:

- Aerogeneradores de baja potencia: son de pequeño tamaño y sus usos se reducen al ámbito domestico.
- Aerogeneradores de potencia media: poseen una potencia nominal comprendida entre 0,1MW y 30MW dándose su aplicación en pequeños desarrollos comunitarios o industrias.
- Aerogeneradores de alta potencia: son los utilizados en parques eólicos con gran potencial eólico tanto en tierra o mar (offshore) para proveer de energía a la red nacional.

Dado que el potencial eólico depende del tamaño del rotor, el tamaño de las distintas categorías estará ligado a este factor dando lugar a grandes aerogeneradores de hasta 100 metros de diámetro para esta última categoría.

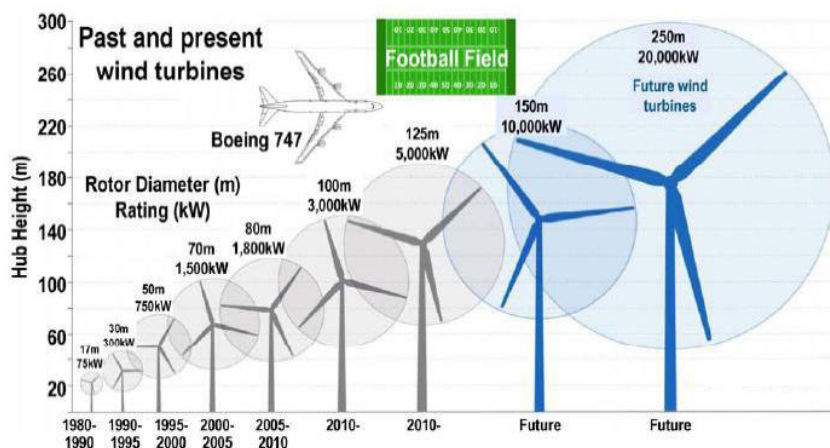


Imagen 6.14. Evolución del tamaño de aerogeneradores

Otra clasificación posible es según el eje del rotor donde encontramos dos categorías:

- De eje vertical: no necesita ser orientado al ser omnidireccional y posibilita la colocación del generador y multiplicador en la parte baja lo que facilita el mantenimiento. Presentan menores rendimientos.

Tipos:

- *Aerogenerador Savonius: basado en cilindros huecos desplazados en el cual la parte cóncava es empujada por el viento
- *Rotor Darrieus: consiste en un eje vertical con dos (o más) finas palas curvas unidas en los extremos que permiten mayores velocidades que el tipo Savonius.
- *Rotor Giromill: consta de palas verticales unidas al eje por brazos horizontales. Las palas cambian su orientación en función del giro para maximizar el aprovechamiento.
- *Rotor Windside: con funcionamiento similar al Savonius presenta un perfil alabeado con torsión.

- *Aerogenerador sin hélices Vortex: dentro de la gran cantidad de nuevos prototipos, podemos destacar este modelo español que reduce el impacto mediambiental y ruido cuyo sistema aprovecha la vibración producida en el cilindro vertical.



Imagen 6.15. Tipos de aerogeneradores. De izquierda a derecha: Savonius, Darrieus, Giromill, Windside, Vortex.

-De eje horizontal: son los que alcanzan una mayor eficiencia y velocidad, siendo de este tipo la mayoría de los aerogeneradores presentes en los parques eólicos actuales. Este tipo de aerogeneradores podrá diferenciarse en función de tres características:

- *Numero de palas: tripala (el más empleado al presentar la mejor relación peso/velocidad/coste), bipala o monopala.
- *Orientación: barlovento (rotor enfocado de frente al viento, más eficiente) o sotavento (sentido contrario al viento, no necesita elementos de orientación).
- *Según tipo de torres: pudiendo ser de celosía, mástil tensado o tubular.

6.2.3_Elección aerogenerador

Para lograr una mejor comparativa en cuanto a modelos, esta se va a realizar con una única marca comercial de las muchas que actualmente ofrecen aerogeneradores de tamaño medio; por su amplio catálogo, eficiencia superior al 96% y precios competitivos nos centraremos en los modelos de la marca AEOLOS Wind Turbine.

En este catalogo encontramos dos tipos de aerogeneradores, de eje horizontal y tres palas y de eje vertical, ambos en diferentes tamaños y potencias desde 300w a 50kw, así como distintas torres de instalación según las necesidades.



Imagen 6.16. Tipos de torres para aerogeneradores. [Aeolos].

De izquierda a derecha: Torre de Mástil Tensado, Torre de un Solo Poste y Torre Hidráulica.

Dentro de la variedad del mercado, los aerogeneradores más apropiados a las necesidades son:

De eje horizontal.

Turbina de viento de 5 kW



Aplicación de la turbina de viento 5kw

Aeolos-H aerogenerador de 5 kW es el diseño actualizado con el generador de bajas RPM y un sistema de control del PLC. Es más fiable y más potencia de salida anual de la turbina de viento tradicional con cola. Aeolos-H aerogenerador de 5 kW estaba protegido por el control de guiñada y la electrónica de frenado (carga de la descarga) en más de la velocidad del viento, sobre las situaciones de tensión y otros defectos. hidráulico de frenos es la configuración opcional para los clientes del área de fuertes vientos.

La tensión de salida nominal 216V DC es tanto para su aplicación fuera de la red y la aplicación de conexión a red. Para la aplicación fuera de la red, se utilizó Aeolos-H 5kw no sólo para la casa y granjas, sino también para algunos pequeños equipos como motores, bombas de agua. Para la aplicación de conexión a red, Aeolos-H 5kw aerogeneradores se conectan normalmente con Power One Aurora R000w o inversores SMA 6000W viento Boy. Aeolos torre de elevación hidráulica está disponible para el aerogenerador de 5 kW, se reducen los costes de instalación y mantenimiento.

Aeolos viento Especificación de la turbina de 5 kW

Potencia nominal	5 kw
Potencia de salida máxima	6 kw
Tensión de salida	216V
cuchilla Cantidad	3 Hojas de fibra de vidrio
Diámetro del rotor de la lámina	6.4 m (21 pies)
La puesta en marcha de velocidad del viento	3.0 m / s (6.7 millas por hora)
Velocidad nominal del viento	10 m / s (22.3 millas por hora)
Velocidad de resistencia	45 m / s (100.7 mph)
Generador	Tres Fase generador magnético permanente
La eficiencia del generador	= 0.96
Peso de la turbina	380 kg (836 libras)
ruido	45 dB (A) a 5 m / s
Rango de temperatura	-20 ° C a + 50 ° C
diseño de por vida	20 años
Garantía	Estándar 5 Años

Wind Speed / Power Curve



NOISE CURVE



Wind Speed (m/s)	3	4	5	6	7	8	9	10
Generator Power(w)	120	290	605	1068	1765	2760	3820	5250
Annual Energy Output(kWh)	2102	4573	9010	14969	23192	33849	43502	55188

Tabla 6.16. Características técnicas modelo Aeolos-H 5 Kw

Aerogenerador 10kw



Aplicación de Aerogenerador 10kw


El aerogenerador Aeolos-H 10kw es el diseño actualizado con generador de bajas RPM y sistema de control PLC. Es más confiable y tiene mayor salida de energía anual que el tradicional aerogenerador con cola. El aerogenerador Aeolos-H 10kw tiene triple protección de seguridad con control de orientación, freno electrónico y freno hidráulico. La configuración opcional para el aerogenerador 10kw es el monitor y control remotos.

La salida fuera de la red del aerogenerador 10kw es DC 300v y en conexión con la red DC440v. En los últimos 10 años se han instalado más de cien aerogeneradores Aeolos-H en parques, supermercados, granjas, islas, estaciones de telecomunicaciones y en playas. La torre de elevación hidráulica Aeolos de 12m y 18m está disponible para el aerogenerador 10kw reducirá los costos de instalación y mantenimiento.


Especificaciones para Aerogenerador Aeolos 10kw

Potencia Nominal	10 kw
Máxima Potencia de Salida	13 kw
Generador	Generador de Impulsión Directa Magnético Permanente
Número de Pallas	3 Pallas de Fibra de Vidrio
Diámetro del Rotor de Pallas	8 m (26.2 pies)
Velocidad de Arranque del Viento	3.0 m/s (6.7 mph)
Velocidad Nominal del Viento	10 m/s (22.3 mph)
Velocidad de Supervivencia del Viento	45 m/s (100.7 mph)
Controlador	PLC Con Pantalla Táctil
Sistema de Seguridad	Control de Orientación, Freno Eléctrico y Freno Hidráulico
Peso de Turbina	420 kg (925.9 lbs)
Ruido	45 db(A) @ 5m/s
Rango de Temperatura	-20°C a +50°C
Vida Útil del Diseño	20 Años
Garantía	Estándar 5 Años

Wind Speed / Power Curve



NOISE CURVE

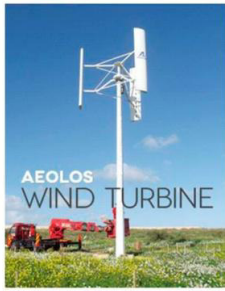


Wind Speed (m/s)	3	4	5	6	7	8	9	10
Generator Power(w)	198	485	1020	1850	3098	4852	7320	10080
Annual Energy Output(kWh)	3469	7647	15190	25930	40708	59505	83360	105961

Tabla 6.17. Características técnicas modelo Aeolos-H 10 Kw

De eje vertical:

Aerogeneradores Vertical Aeolos-V 5kw



¿Por qué elegir un aerogenerador vertical Aeolos?

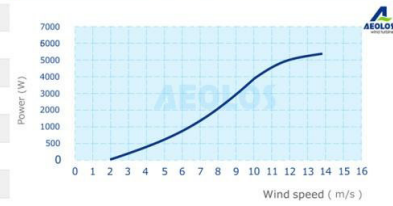
El aerogenerador de eje vertical Aeolos 5kw es un aerogenerador vertical con baja velocidad de arranque del viento, silencioso, seguro y confiable. Utilizamos un generador trifásico con rotor externo con una velocidad de arranque del viento de 1.5m/s. Los aerogeneradores de eje vertical Aeolos son ampliamente aplicados para iluminación urbana, escuelas, supermercados, hogar y áreas de bajo ruido.

Las palas son hechas de aleación de aluminio con un especial diseño aerodinámico. Este diseño limitará la máxima velocidad de rotación a 2600rpm incluso si la velocidad del viento es de 30m/s o 40m/s. Es más seguro y confiable que el aerogenerador tradicional de eje vertical.

Especificaciones para Aerogenerador Aeolos 5kw

Potencia Nominal	5 kw
Máxima Potencia de Salida	6kw
Voltaje de Salida	220 V
Altura del Rotor	3.6 m (11.8 pies)
Diámetro del Rotor	3.0 m (9.8 pies)
Velocidad de Arranque del Viento	1.5 m/s (3.4mph)
Velocidad Nominal del Viento	10 m/s (22.3 mph)
Velocidad de Sobrevivencia del Viento	50 m/s (111.5 mph)
Generador	Generador Magnético Permanente
Eficiencia del Generador	>0.96
Peso de Turbina	78 kg (171.6 lbs)
Ruido	<45dB(A)
Rango de Temperatura	-20°C a +50°C
Vida Útil del Diseño	20 Años
Garantía	Estándar 5 Años

Aeolos-V 5kW Power Curve



Aeolos-V 5kW Wind Turbine Annual Energy Output

Wind Speed(m/s)	Annual Energy Output (kWh)	Wind Speed(m/s)	Annual Energy Output (kWh)
3 m/s	1752 kWh	8 m/s	17520 kWh
4 m/s	3942 kWh	9 m/s	26280 kWh
5 m/s	5256 kWh	10 m/s	35040 kWh
6 m/s	7008 kWh	11 m/s	41172 kWh
7 m/s	10512 kWh	12 m/s	44676 kWh

Tabla 6.18. Características técnicas modelo Aeolos-V 3 Kw

Aerogeneradores Verticales Aeolos-V 3kw



¿Por qué elegir un aerogenerador vertical Aeolos?

El aerogenerador de eje vertical Aeolos 3kw es un aerogenerador vertical de baja velocidad de arranque del viento, silencioso, seguro y confiable. Utilizamos un generador trifásico con rotor externo con una velocidad de arranque del viento de 1.5m/s. Puede ser utilizado para la aplicación 120v fuera de la red o 220v en conexión con la red. Los aerogeneradores Aeolos de eje vertical 3kw son ampliamente aplicados en pequeños edificios, escuelas, supermercados, casas y áreas de bajo ruido.

Las palas son hechas de aleación de aluminio con un especial diseño aerodinámico. Este diseño limitará la máxima velocidad de rotación a 2600rpm incluso si la velocidad del viento es de 30m/s o 40m/s. Es más seguro y confiable que el aerogenerador tradicional de eje vertical.

Especificaciones para Aerogenerador Aeolos 3kw

Potencia Nominal	3 kw
Máxima Potencia de Salida	3600 w
Voltaje de Salida	120/220 V
Altura del Rotor	3.6 m (11.8 pies)
Diámetro del Rotor	3.0 m (9.8 pies)
Velocidad de Arranque del Viento	1.5 m/s (3.4mph)
Velocidad Nominal del Viento	10 m/s (22.3 mph)
Velocidad de Sobrevivencia del Viento	50 m/s (111.5 mph)
Generador	Generador Magnético Permanente
Eficiencia del Generador	>0.96
Peso de Turbina	45 kg (99 lbs)
Ruido	<45dB(A)
Rango de Temperatura	-20°C a +50°C
Vida Útil del Diseño	20 Años
Garantía	Estándar 5 Años

Aeolos-V 3kW Power Curve



Aeolos-V 3kW Wind Turbine Annual Energy Output

Wind Speed(m/s)	Annual Energy Output (kWh)	Wind Speed(m/s)	Annual Energy Output (kWh)
3 m/s	613 kWh	8 m/s	10240 kWh
4 m/s	1419 kWh	9 m/s	14235 kWh
5 m/s	2681 kWh	10 m/s	18501 kWh
6 m/s	4485 kWh	11 m/s	22356 kWh
7 m/s	6964 kWh	12 m/s	26368 kWh

Tabla 6.19. Características técnicas modelo Aeolos-V 5 Kw

COSTES APROXIMADOS DE CADA MODELO

AEOLOS -H 5KW

	USD	€
Turbina	6890	6839,38852
Controlador	1380	1369,86301
Inversor	1640	1627,95315
Torre 9m	1988	1973,39686
COSTE UNIDAD		11.810,60 €

AEOLOS -H 10KW

	USD	€
Turbina	10950	10869,5652
Controlador	1695	1682,54914
Inversor	3380	3355,17173
Torre 12m	3520	3494,14334
COSTE UNIDAD		19.401,43 €

AEOLOS -V 3KW

	USD	€
Turbina	5820	5777,24836
Controlador	1620	1608,10006
Inversor	860	853,682748
Torre 9m	1980	1965,45563
COSTE UNIDAD		10.204,49 €

AEOLOS-V 5KW

	USD	€
Turbina	11800	11713,3214
Controlador	1980	1965,45563
Inversor	1640	1627,95315
Torre 9m	3770	3742,30693
COSTE UNIDAD		19.049,04 €

Tabla 6.20. Características técnicas modelo Aeolos-V 5 Kw

*El transporte y la instalación es un coste variable tanto en el tiempo, como en cantidad y proveedor por lo que no se puede establecer de una forma tan precisa como los otros elementos cuyo coste viene fijado en catálogo (aunque existen descuentos por cantidad, que en nuestro caso puede ocurrir).

Al plantear la producción eólica como un complemento a la energía solar que garantice una producción en fases en las que esta no logra cubrir las demandas del municipio, esta resulta de vital importancia durante la noche garantizando el suministro a los equipos conectados como pueden ser congeladores o neveras, equipos en stand-by y especialmente alumbrado público.

Conociendo el recurso eólico en la localización, en donde destacan las rachas variables, se opta por un aerogenerador de eje horizontal el cual presenta un mayor rendimiento y menor coste respecto a los de eje vertical y de potencia similar, ya que la velocidad de arranque en esta casa comercial es similar en los modelos de eje horizontal y vertical (3 m/s), velocidad que no se alcanza con regularidad durante la noche.

De esta forma se pretende que durante los periodos nocturnos en los que esta se alcanza, la producción sea máxima para evitar una mayor profundidad de descarga de las baterías y de esta forma conseguir una mayor vida útil de estas; dado que estos modelos son más ruidosos que los de eje vertical se tendrá cuidado de no situarlos cerca de las viviendas. Durante el día que la velocidad media es superior a la de arranque nos aseguraremos una producción más o menos continuada con alta productividad en días ventosos –normalmente con menor producción solar-.

Dentro de la amplia gama comercial se opta por el modelo AEOLOS H-10KW ya que su potencia se adapta a las necesidades al ser un aerogenerador de potencia media con mayor rendimiento que otros y con un coste y tamaño accesible.

Se podría considerar la posibilidad de varios modelos de aerogeneradores pero por simplicidad de cálculo y dado que se encuentra más rentable este modelo, optaremos únicamente por un tipo de generador.

6.2.4_Cálculo aerogeneradores

La producción del aerogenerador se calcula con las formulas de aprovechamiento del recurso eólico antes descritas:

$$E = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot R \cdot t = \frac{1}{2} 1,075 A v^3 0,4575$$

diametro	8,00
radio	4,00
Area	50,27
Densidad	1,08
Rendimiento	0,46

	Día					Noche					TOTAL
	Velocidad	Velocidad 9m	Potencia (w)	Tiempo (h)	Energia (kw)	Velocidad 9m noche(m/s)	Velocidad arranque	Potencia (w)	Tiempo (h)	Energia (kw)	
Enero	3,41	4,251	949,82	12	11,40	2,126	3	333,7369	2,64	0,88	12,28
Febrero	3,82	4,762	1334,94	12	16,02	2,381	3	333,7369	2,64	0,88	16,90
Marzo	4,49	5,590	2159,64	12	25,92	2,795	3	333,7369	2,64	0,88	26,80
Abril	5,00	6,230	2988,99	12	35,87	3,115	3	333,7369	2,64	0,88	36,75
Mayo	4,54	5,660	2240,74	12	26,89	2,830	3	333,7369	2,64	0,88	27,77
Junio	3,99	4,972	1519,17	12	18,23	2,486	3	333,7369	2,64	0,88	19,11
Julio	4,30	5,357	1900,57	12	22,81	2,679	3	333,7369	2,64	0,88	23,69
Agosto	4,15	5,170	1707,97	12	20,50	2,585	3	333,7369	2,64	0,88	21,38
Septiembre	3,34	4,166	893,64	12	10,72	2,083	3	333,7369	2,64	0,88	11,60
Octubre	3,43	4,268	960,85	12	11,53	2,134	3	333,7369	2,64	0,88	12,41
Noviembre	3,14	3,905	735,84	12	8,83	1,952	3	333,7369	2,64	0,88	9,71
Diciembre	3,49	4,349	1016,49	12	12,20	2,174	3	333,7369	2,64	0,88	13,08

Tabla 6.21. Calculo producción aerogeneradores H10 KW

*La producción nocturna se toma del lado de la seguridad tomando una velocidad de 3 m/s (velocidad de arranque) durante un periodo de 2,64 h (22% correspondiente a velocidades mayores a 6m/s). Realmente durante este periodo se producirán momentos de mayor velocidad cuya productividad será mayor pero difíciles de cuantificar de una forma precisa.

Hay que añadir que este periodo no será de la misma duración todos los meses como está calculado pero al no disponer de datos durante la noche par cada mes, tomaremos este valor como aproximación.

6.3_PRODUCCIÓN TOTAL DIEMENSIONAMIENTO

6.3.1_Producción total

Inicialmente se plantea la instalación de 5 aerogeneradores para cubrir la demanda en los meses de invierno cuando la producción solar es menor y el consumo mayor.

PRODUCCIÓN TOTAL									
	Ayuntamiento	Teleclub	Frontón	Torres	x7 torres	Aerogen.	x5 Aerog	TOTAL	MENSUAL
Enero	16,54	31,78	30,97	7,49	52,46	12,28	61,39	193,14	5987,41
Febrero	23,45	44,59	45,75	9,80	68,62	16,90	84,50	221,16	6855,96
Marzo	32,45	60,53	67,83	11,88	83,18	26,80	133,98	310,14	9614,40
Abril	34,99	64,37	76,87	11,15	78,03	36,75	183,74	361,13	11195,03
Mayo	37,52	68,35	85,29	10,77	75,39	27,77	138,85	320,12	9923,60
Junio	40,62	73,61	93,56	11,06	77,44	19,11	95,56	287,23	8904,18
Julio	41,86	76,12	95,70	11,59	81,15	23,69	118,44	317,56	9844,45
Agosto	37,90	69,49	83,81	11,61	81,30	21,38	106,88	295,58	9162,87
Septiembre	32,67	60,66	69,22	11,46	80,23	11,60	58,02	231,58	7179,05
Octubre	27,01	50,98	54,16	10,80	75,60	12,41	62,06	215,65	6685,08
Noviembre	18,73	35,82	35,60	8,29	58,04	9,71	48,56	161,14	4995,47
Diciembre	15,88	30,68	28,82	7,52	52,67	13,08	65,39	164,63	5103,51
Anual									95451,01

*Producción en Kwh

EÓLICA ANUAL	37,59 %	SOLAR ANUAL	62,41 %
--------------	---------	-------------	---------

Tabla 6.22. Producción total (Kwh)

	Consumo medio	Producción	P. con perdidas	Diferencia
Enero	3689,77	5987,41	4101,37	411,61
Febrero	3332,69	6855,96	4696,33	1363,64
Marzo	3461,99	9614,40	6585,86	3123,87
Abril	3350,31	11195,03	7668,60	4318,28
Mayo	2741,65	9923,60	6797,67	4056,02
Junio	2653,20	8904,18	6099,36	3446,16
Julio	2138,16	9844,45	6743,45	4605,29
Agosto	2138,16	9162,87	6276,56	4138,40
Septiembre	2083,03	7179,05	4917,65	2834,62
Octubre	2152,47	6685,08	4579,28	2426,81
Noviembre	2788,77	4995,47	3421,89	633,12
Diciembre	2881,73	5103,51	3495,90	614,17

Tabla 6.23. Diferencia de producción (Kwh)

Como se ve en esta tabla, el dimensionamiento se ha realizado para los meses más desfavorables con un cierto margen de seguridad, viendo que en el mes de Enero que es el más problemático por la menor radiación solar, la producción es suficiente hasta llegar al punto de poder suministrar energía eléctrica a más de dos viviendas según el estudio del punto 4.1.2.1.

6.3.2_Producción por torres

TORRE 1-REPLACETA					
	Ayuntamiento	Teleclub	Torre	TOTAL	%
Enero	16,54	31,78	7,49	55,81	28,9
Febrero	23,45	44,59	9,80	77,84	35,2
Marzo	32,45	60,53	11,88	104,86	33,8
Abril	34,99	64,37	11,15	110,51	30,6
Mayo	37,52	68,35	10,77	116,64	36,4
Junio	40,62	73,61	11,06	125,30	43,6
Julio	41,86	76,12	11,59	129,57	40,8
Agosto	37,90	69,49	11,61	119,01	40,3
Septiembre	32,67	60,66	11,46	104,79	45,3
Octubre	27,01	50,98	10,80	88,79	41,2
Noviembre	18,73	35,82	8,29	62,84	39,0
Diciembre	15,88	30,68	7,52	54,08	32,9

TORRE 2-CINE					
	Aerogen.	x3 aerog.	Torre	TOTAL	%
Enero	12,28	36,84	7,49	44,33	23,0
Febrero	16,90	50,70	9,80	60,50	27,4
Marzo	26,80	80,39	11,88	92,27	29,8
Abril	36,75	110,25	11,15	121,39	33,6
Mayo	27,77	83,31	10,77	94,08	29,4
Junio	19,11	57,33	11,06	68,40	23,8
Julio	23,69	71,06	11,59	82,66	26,0
Agosto	21,38	64,13	11,61	75,74	25,6
Septiembre	11,60	34,81	11,46	46,28	20,0
Octubre	12,41	37,23	10,80	48,03	22,3
Noviembre	9,71	29,13	8,29	37,42	23,2
Diciembre	13,08	39,24	7,52	46,76	28,4

TORRE 3-FRONTON					
	Frontón	Torre	x2 aerog.	TOTAL	%
Enero	30,97	7,49	24,56	63,02	32,6
Febrero	45,75	9,80	33,80	89,35	40,4
Marzo	67,83	11,88	53,59	133,30	43,0
Abril	76,87	11,15	73,50	161,51	44,7
Mayo	85,29	10,77	55,54	151,60	47,4
Junio	93,56	11,06	38,22	142,84	49,7
Julio	95,70	11,59	47,38	154,67	48,7
Agosto	83,81	11,61	42,75	138,18	46,7
Septiembre	69,22	11,46	23,21	103,89	44,9
Octubre	54,16	10,80	24,82	89,79	41,6
Noviembre	35,60	8,29	19,42	63,32	39,3
Diciembre	28,82	7,52	26,16	62,51	38,0

Tabla 6.24. Producción por torres

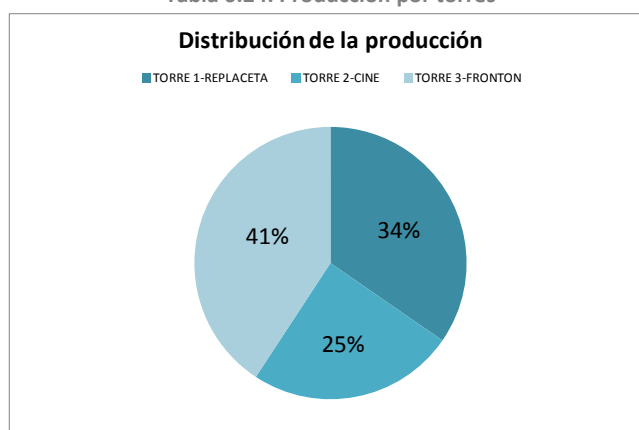


Grafico 6.1. Distribución por torres

6.4 SISTEMA DE CONEXIÓN

6.4.1_Instalaciones solares fotovoltaicas y eólicas

Cuando hablamos de este tipo de instalaciones, podemos referirnos a dos tipos distintos de instalaciones dependiendo del fin último de la energía producida, pudiendo tratarse de instalaciones aisladas que buscan el autoconsumo del usuario o usuarios o instalaciones conectadas a red, en las que la producción de electricidad se vierte a la red nacional obteniendo beneficios económicos por ello (este es el caso de los huertos solares en los que distintos inversores sitúan instalaciones fotovoltaicas en una misma parcela o terreno).

En nuestro caso, nos encontramos en busca de una red del primer tipo, aislada, buscando la autosuficiencia energética o autoconsumo (pudiendo plantear la venta de la energía no demandada).

Un sistema aislado aprovecha la irradiación solar para generar la energía que necesita la instalación en el caso de fotovoltaicas o la energía cinética del viento en el caso de instalaciones eólicas; para ello, además de un generador que consistirá en una serie de módulos fotovoltaicos o aerogeneradores, se necesitan otros elementos para completar el suministro, formando todos, un sistema completo y fiable, que estará compuesto a nivel global por:

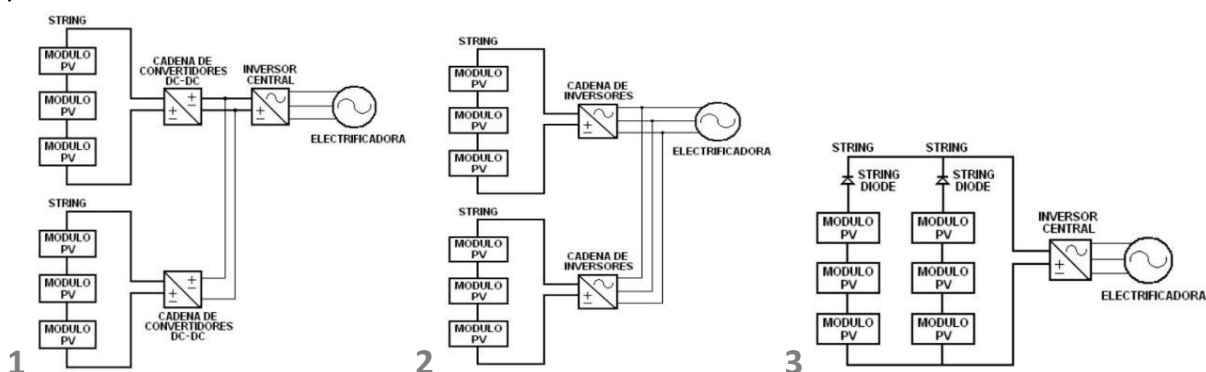
- Generador
- Regulador
- Baterías
- Red de suministro (dependiendo de la tensión del sistema necesitará de Inversores)
- Elementos de protección
- Otros (elementos de control, medición, temporizadores o sistemas de energía auxiliar)

6.4.2_Conexión

Existen distintos sistemas de conexión de los generadores con sus distintos elementos y entre ellos.

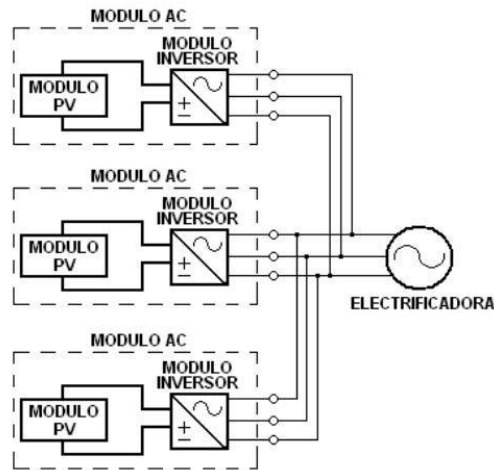
En el caso de la conexión entre los módulos fotovoltaicos podemos optar por una conexión en serie o en paralelo; optando por la primera si se pretende aumentar a tensión del sistema (V_{sist}) y reservando la conexión en paralelo si por el contrario lo que se pretende es aumentar la intensidad de corriente eléctrica (A) del sistema o bien, una conexión mixta (en este caso buscamos tres ramas paralelas iguales de elementos en serie para lograr una tensión uniforme de 24V).

Al contar con varios generadores independientes podemos contar con distintos métodos de conexión dependiendo del número de inversores utilizados: pudiendo utilizar distintos convertidores para regular los módulos con diferentes potencias y voltajes en el Pmax y un único inversor comunitario y de mayor dimensión o bien varios inversores.



Esquema 6.8. Ejemplos de distintos circuitos

Dadas las características del sistema y la búsqueda de un suministro fiable se opta por un sistema mixto. En primer lugar se crean tres emplazamientos de torres que alberguen los equipos, empleando en este punto distintos convertidores CC/CC para los distintos generadores fotovoltaicos cercanos conectados en este emplazamiento, utilizando a continuación un único regulador de carga para un sistema de baterías común y un único inversor trifásico conectado a la red. De esta forma, los tres inversores (uno por cada emplazamiento de torres) se conectarán de forma paralela al sistema y de forma independiente, asegurando el suministro en caso de fallo en uno de los emplazamientos.



Esquema 6.9. Ejemplo de circuito utilizado

Pese a ser más costoso al tener mayor cantidad de inversores, estos no están sometidos a tanta fatiga y pueden distribuir un voltaje adecuado a la red que se pretende crear. Asegurando la independencia en caso de avería de uno de ellos. Al ser de menor potencia, también el coste de sustitución en caso de avería será menor.

6.5_ ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

6.5.1_Convertidor CC/CC

Este tipo de convertidores son circuitos que transforman una tensión continua no regulada en otra continua y regulada.

El uso de convertidores CC/CC es especialmente adecuado cuando hay presencia, como es el caso de las torres de la "replaceta", de dos o tres cadenas con orientaciones, inclinaciones y/o potencias diferentes. De esta forma, cada cadena o generador está conectado a un convertidor que permite su trabajo en el punto de máxima potencia sin ocasionar avería o fallo en los otros generadores.

6.5.2_Regulador

El regulador es el elemento encargado de controlar el estado de carga y descarga de las baterías evitando sobrecargas y sobredescargas, así como de adaptar la producción para su mayor eficiencia situando el sistema en el punto de máxima eficacia.

Existen dos tipos de reguladores, en paralelo o shunt, o en serie, siendo estos segundos los empleados en sistemas de mayores potencias. Su coste es económico pero no logran hacer trabajar a los módulos en el punto de máximo rendimiento. Para el caso de estudio, interesan reguladores modernos MPPT (Maximum power point Tracking) que si logran hacer trabajar a los módulos en este punto.

En el cálculo debemos atender a la corriente máxima que proporcione el generador, sobredimensionándolo generalmente un 20% para garantizar la seguridad o para posibles ampliaciones. La intensidad del regulador podemos calcularla de la siguiente forma:

$$I_R > 1,20 \cdot N_p \cdot I_{SC}$$

N_p : numero de ramas en paralelo.

I_{SC} : intensidad de cortocircuito de uno de los módulos (A)

	Ramas	Isc	I calculo (A)	I Regulador (A)
TORRE 1-REPLACETA				
Ayuntamiento	3	8,42	30,312	40
Escuelas	3	8,42	30,312	40
Modulos torres	3	8,42	30,312	40
TORRE 2-CINE				
Aerogenerador 1		Casa comercial pack		
Aerogenerador 2		Casa comercial pack		
Aerogenerador 2		Casa comercial pack		
Modulos torres	3	8,42	30,312	40
TORRE 3-FRONTON				
Frontón	3	8,42	30,312	40
Aerogenerador 1		Casa comercial pack		
Aerogenerador 2		Casa comercial pack		
Modulos torres	3	8,42	30,312	40
	Ramas	Isc	I calculo (A)	I Regulador (A)
TORRE 1-REPLACETA	9	8,42	90,936	100
TORRE 2-CINE	3	8,42	30,312	40
TORRE 3-FRONTON	6	8,42	60,624	100

Tabla 6.25. Cálculo reguladores

En el caso de los aerogeneradores se optará por el regulador que recomienda la casa comercial y normalmente incluye en el pack.

6.5.3_Baterías

Además de los módulos que son el motor de nuestra instalación, debemos contar con un sistema de almacenamiento de energía –baterías- que permita adecuar la producción a los consumos que se solicitan.

Este sistema de almacenamiento tendrá las siguientes características:

-Serán capaces de satisfacer la demanda de los usuarios en periodos de baja o nula producción (en periodos nocturnos cuando la fuente eólica resulte insuficiente o en periodos diurnos aquellos días que el aporte de los módulos fotovoltaicos no cubra las necesidades).

- Las baterías almacenarán energía hasta el límite de diseño cuando la energía producida sea superior a la demandada.

El funcionamiento de las baterías se basa en una serie de reacciones químicas durante su fase de carga, durante el proceso de descarga, se suceden otra serie de reacciones químicas que liberan energía eléctrica aprovechable.

Tipos de baterías:

En el mercado encontramos gran variedad tipológica de sistemas de almacenamiento de energía (plomo ácido, níquel-cadmio, níquel-metal hidruro o lón litio), ninguno de ellos perfecto, por lo que deberemos encontrar el sistema que mejor se adapte a nuestras necesidades.

Las baterías solares o eólicas presentan grandes diferencias respecto a las baterías convencionales, principalmente su mayor vida útil y su capacidad para soportar descargas profundas continuas. Las más adecuadas en términos de vida útil, autodescarga y rentabilidad económica son las baterías de plomo-ácido.

Dentro de esta categoría (plomo-ácido) podemos encontrar distintos tipos aptos para instalaciones de este tipo:

-Baterías solares monoblock: son las más económicas centrandose su aplicación en pequeñas instalaciones de poca potencia y sin presencia de motores ya que no soportan bien los picos de arranque. No es necesario asociarlas para lograr 12V. Con un buen uso su vida útil llega a los 4-5 años. El modelo de máxima capacidad es de 250Ah.

-Baterías de gel y baterías AGM (Absorbed Glass Mat): son las llamadas baterías "secas" ya que el electrolito se encuentra inmovilizado al ser gel o al tener separadores de fibra, no necesitan mantenimiento y se encuentran selladas. Tienen aplicación en instalaciones medias con vidas útiles de 8-10 años. También presenta una capacidad máxima por unidad de 250Ah.

-Baterías estacionarias: tienen una gran vida útil llegando hasta 15-20 años y son habituales en instalaciones de media y gran potencia. Están formadas por vasos independientes de 2V cada uno alcanzando capacidades de almacenamiento de 4500Ah. Los vasos deben conectarse entre sí para lograr sistemas de 12V, 24V o 48V. Dentro de esta categoría existen los modelos OPZS (más habituales), OPZV (con electrolito gelificado) y TOPZS o UOPZS (como OPZS pero con envase translucido y más económicas).

El *Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red* del IDAE recomienda para este tipo de instalaciones las baterías estacionarias de placa tubular, por este motivo y dado que las características técnicas se adaptan a las necesidades serán de este tipo las baterías empleadas.

Tanto la capacidad como la vida útil del sistema de baterías están condicionadas por la temperatura ambiente, disminuyendo un 10% por cada 10°C de diferencia con la temperatura de referencia (25°C). Por este motivo, dadas las bajas temperaturas que se alcanzan en el municipio durante los meses de invierno resulta fundamental el aislamiento térmico del módulo de almacenamiento diseñado.



Imagen 6.17. Tipos de baterías y asociación de baterías estacionarias

Dimensionamiento de la capacidad del sistema:

$$C_{sist} = \frac{E \cdot N}{V_{cc} \cdot P_d} \quad (\text{Ah})$$

E: consumo real de la instalación (considerando las pérdidas)

N: días de autonomía (como norma general se toma la referencia de 3 días pero al existir una instalación mixta eólico-fotovoltaica este valor podría reducirse)

V_{cc}: tensión del suministro de corriente continua (V)

P_d: profundidad de descarga (la máxima profundidad de descarga no debe exceder del 80%. En casos de sobredescarga habitual -como puede ser el nuestro al contar con alumbrado público- el IDEA en su pliego de condiciones de instalaciones aisladas de red recomienda una profundidad de descarga máxima del 60%.

DATOS	
Consumo máximo registrado	127,78 Kwh
Consumo con pérdidas	186,534 Kwh
Autonomia	3 dias
Tension del sistema	24 V
Profundidad de descarga	60 %

	%	E (Wh)	Capacidad Ah	Capacidad bateria	nº paralelo	capacidad	nº total bat.
TORRE 1-REPLACETA	34,62	44236,45	3317,73	1650	2	3300	24
TORRE 2-CINE	24,62	31459,19	2359,44	1410	2	2820	24
TORRE 3-FRONTON	40,76	52080,17	3906,01	1990	2	3980	24
			9583,19			10100	72

Tabla 6.25. Catálogo baterías estacionarias OPZS –Classic Solar-

Type	Part number	Nom. voltage V	Nominal capacity C ₂₅ 1.85 Vpc 25 °C Ah	Length (l) max. mm	Width (b/w) max. mm	Height* (h) max. mm	Installed length (L) max. mm	Weight incl. acid approx. kg	Weight acid** approx. kg	Internal resistance mOhm	Short circuit current A	Terminal	Pole pairs
OPzS Solar 190	NVSL020190WC0FB	2	190	105	208	395	115	13.7	5.20	1.45	1400	F-M8	1
OPzS Solar 245	NVSL020245WC0FB	2	245	105	208	395	115	15.2	5.00	1.05	1950	F-M8	1
OPzS Solar 305	NVSL020305WC0FB	2	305	105	208	395	115	16.6	4.60	0.83	2450	F-M8	1
OPzS Solar 380	NVSL020380WC0FB	2	380	126	208	395	136	20.0	5.80	0.72	2850	F-M8	1
OPzS Solar 450	NVSL020450WC0FB	2	450	147	208	395	157	23.3	6.90	0.63	3250	F-M8	1
OPzS Solar 550	NVSL020550WC0FB	2	550	126	208	511	136	26.7	8.10	0.63	3250	F-M8	1
OPzS Solar 660	NVSL020660WC0FB	2	660	147	208	511	157	31.0	9.30	0.56	3650	F-M8	1
OPzS Solar 765	NVSL020765WC0FB	2	765	168	208	511	178	35.4	10.8	0.50	4100	F-M8	1
OPzS Solar 985	NVSL020985WC0FB	2	985	147	208	686	157	43.9	13.0	0.47	4350	F-M8	1
OPzS Solar 1080	NVSL021080WC0FB	2	1080	147	208	686	157	47.2	12.8	0.43	4800	F-M8	1
OPzS Solar 1320	NVSL021320WC0FB	2	1320	212	193	686	222	59.9	17.1	0.30	6800	F-M8	2
OPzS Solar 1410	NVSL021410WC0FB	2	1410	212	193	686	222	63.4	16.8	0.27	7500	F-M8	2
OPzS Solar 1650	NVSL021650WC0FB	2	1650	212	235	686	222	73.2	21.7	0.26	7900	F-M8	2
OPzS Solar 1990	NVSL021990WC0FA	2	1990	212	277	686	222	86.4	26.1	0.23	8900	F-M8	2
OPzS Solar 2350	NVSL022350WC0FA	2	2350	212	277	836	222	108	33.7	0.24	8500	F-M8	2
OPzS Solar 2500	NVSL022500WC0FA	2	2500	212	277	836	222	114	32.7	0.22	9300	F-M8	2
OPzS Solar 3100	NVSL023100WC0FA	2	3100	215	400	812	225	151	50.0	0.16	12800	F-M8	3
OPzS Solar 3350	NVSL023350WC0FA	2	3350	215	400	812	225	158	48.0	0.14	14600	F-M8	3
OPzS Solar 3850	NVSL023850WC0FA	2	3850	215	490	812	225	184	60.0	0.12	17000	F-M8	4
OPzS Solar 4100	NVSL024100WC0FA	2	4100	215	490	812	225	191	58.0	0.11	17800	F-M8	4
OPzS Solar 4600	NVSL024600WC0FA	2	4600	215	580	812	225	217	71.0	0.11	18600	F-M8	4

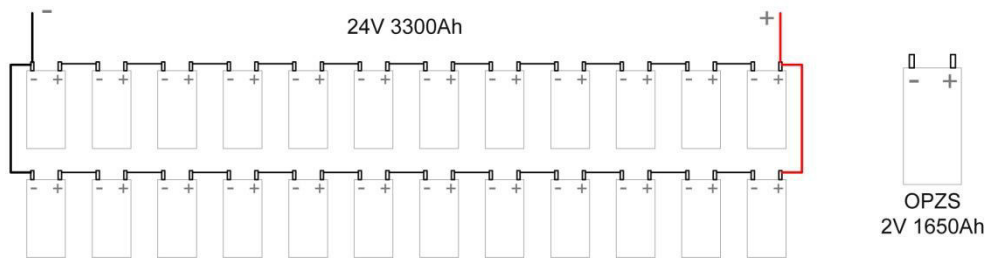
Tabla 6.26. Catálogo baterías estacionarias OPZS –Classic Solar-

Al contar con tres acumuladores diferenciados con generadores de distintas potencias, el método de dimensionamiento se basará en garantizar el suministro de cada conjunto de torres de forma independiente durante los tres días de autonomía en los meses más desfavorables (enero-febrero).

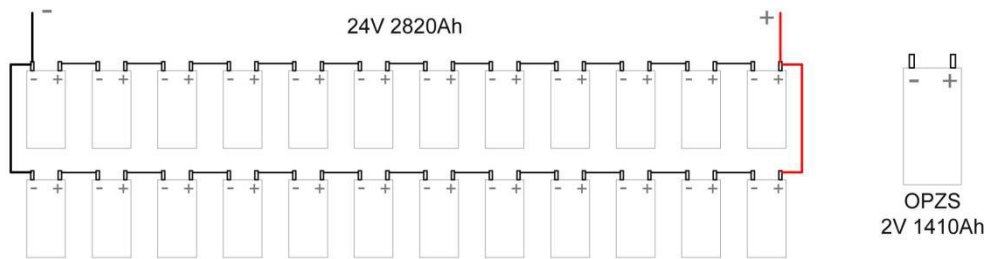
Al igual que ocurría en la asociación de los módulos fotovoltaicos, la conexión puede realizarse en serie para aumentar la tensión del sistema (V_{sist}) o en paralelo si lo que se pretende es aumentar la capacidad del conjunto (C_{sist bat}).

Por los condicionantes del acumulador, para lograr los 24V de tensión en la instalación, se deberán crear conjuntos de 12 baterías en serie. La acumulación total del conjunto deberá ser superior a la demandada.

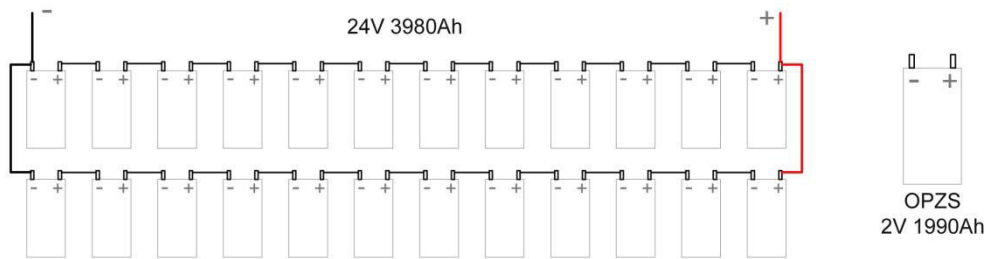
Torres 1



Torres 2



Torres 3



Esquema 6.10. Asociación baterías

Tras el dimensionamiento, se obtiene un total de 72 baterías estacionadas repartidas en las tres ubicaciones.

6.5.4_Inversores

Los inversores son los encargados de transformar en corriente alterna apta para el consumo la corriente continua que producen los generadores; para ello deben proporcionar una tensión y frecuencias adecuadas -230V a 50Hz- (son los denominados convertidores CC/CA). Dado que para optimizar el sistema los módulos deben trabajar en el punto de máxima potencia (PMP), el inversor será capaz de variar contantemente los valores de tensión y corriente del generador para lograr que la producción sea máxima.

Dependiendo de la calidad y características del inversor, la energía suministrada a la red será de mayor o menor calidad y podrá ser en salida monofásica o trifásica de dependiendo de la potencia (si la potencia del inversor es mayor de 6 kW normalmente será trifásico).

Para su dimensionamiento deberemos atender a dos principios diferentes por el tipo de instalación que tenemos:

1-Dado que nuestra instalación tiene el fin último de suministrar corriente eléctrica a los inmuebles municipales y alumbrado público de forma autosuficiente, los inversores deberán cubrir la potencia demandada.

El rendimiento de los inversores se sitúa en torno al 90%-96% cuando el equipo trabaja cerca de la potencia nominal por lo que en este aspecto no interesara sobredimensionar este elemento. Se puede dimensionar este elemento de forma que pueda suministrar el 110% de la potencia demandada por los usuarios.

$$P_{inv} = 1,1 \cdot P_{CA}$$

Dada la complejidad de calcular la potencia de todos los inmuebles por individual, se van a tomar las potencias contratadas para este cálculo en el caso del Ayuntamiento, escuelas, pabellón y cine, se introducirá un factor de uso o utilización ya que no todos los consumos se encontraran a la máxima potencia a la vez. También se introducirá un factor de simultaneidad ya que los horarios de uso no son semejantes al contar con inmuebles de uso diurno y alumbrado público cuyo uso es principalmente nocturno.

$$F_{uso} = 0.7 \quad F_{simultaneidad} = 0,7 \rightarrow C_{cálculo} \approx 0,5$$

	Potencia (W)
Ayuntamiento	3300
Escuelas	3300
Cine	5500
Pabellon	3300
Alumbrado	3350
TOTAL	18750

Tabla 6.27. Potencias contratadas

$$P_{CA} = 0,5 \cdot P_{sist} = 0,5 \cdot 18750 = 9375 \text{ W}$$

$$P_{inv} = 1,1 \cdot 9375 = 10.312,5 \text{ W} \quad \text{Esta será la potencia total de los inversores atendiendo a este principio.}$$

2- A la vez, el sistema se asemeja a una instalación conectada a red por lo que los inversores deberán además de extraer la máxima potencia de los generadores a través del seguimiento del punto de máxima potencia (PMP) además de suministrar esta con la forma de onda de la tensión de la red.

La potencia nominal de estos deberá situarse alrededor del 80-90% de la máxima potencia del generador.

$$0,8 \cdot P_{Gp} < P_{inv} < 0,9 \cdot P_{CA}$$

INVERSOR REPLACETA	Potencia (W)	nº	Total	0,8 PGp	0,9 PGp
Modulos fotovoltaicos	240	63	15120	12096	13608
Aerogeneradores	10000	0	0		
Potencia pico generador			15120 Kwp		

Se buscará un inversor de 12500 W

INVERSOR CINE	Potencia (W)	nº	Total	0,8 PGp	0,9 PGp
Modulos fotovoltaicos	240	12	2880	26304	29592
Aerogeneradores	10000	3	30000		
Potencia pico generador			32880 Kwp		

Dado que no existen inversores en el mercado de la potencia buscada, y para no sobredimensionar este dado que los aerogeneradores normalmente no llegarán a la máxima potencia debido al recurso eólico de la zona, se buscará un inversor de 25000 W.

INVERSOR FRONTÓN	Potencia (W)	nº	Total	0,8 PGp	0,9 PGp
Modulos fotovoltaicos	240	60	14400	27520	30960
Aerogeneradores	10000	2	20000		
Potencia pico generador			34400 Kwp		

Se buscará un inversor de 30000 W

Tabla 6.28. Cálculo inversores

La potencia de los inversores siguiendo este principio es superior al primer método y por lo tanto, cumple con las exigencias de potencia demandada además de lograr suministrar a la red para su posible venta la energía restante.

6.5.5_Red Suministro

Cableado

Para lograr el cumplimiento del REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) el dimensionamiento del cableado debe cumplir los siguientes criterios:

- Caída de tensión inferior a la permitida.
- Corriente nominal que atraviesa el cable menor a la máxima admisible.
- Sobredimensionamiento en un 125% de los siguientes tramos:

1-Cables a la salida del generador (CC).

2-Cables salida inversor (CA).

Caída de tensión

La sección mínima viene determinada por la siguiente expresión (mm²):

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{\Delta V(\%) \cdot V}$$

ρ : resistividad del conductor. Para cobre se puede tomar $\rho=0,022 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$

L: longitud (m).

I: intensidad máxima prevista (A)

ΔV : caída tensión permitida (%)

V: tensión nominal circuito (V)

Tramo	Máxima caída de tensión admisible. (%)	Máxima caída de tensión recomendada. (%)
Generador - Regulador	3%	1,5%
Regulador - Baterías	1%	0,5%
Regulador - Inversor	1%	0,5%
Regulador - Cuadro de consumos c.c.	3%	1,5%
Inversor - Cuadro consumos de c.a.	3%	1,5%

Tabla 6.29. Máxima caída de tensión permitida

Secciones de conductores comerciales de cobre (mm ²)															
1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300

Tabla 6.30. Secciones comerciales cobre

A modo de muestra se va a realizar el cálculo de la sección de los módulos fotovoltaicos a los reguladores que presentan grandes diferencias en relación a su distancia y en los que su intensidad y tensión es conocida ya que en fases posteriores los reguladores e inversores con seguimiento de máxima potencia variarán estas para lograr la máxima producción (PMP) de la instalación y sería necesarios procedimientos y programas de cálculo específicos.

Tramo	Caída tensión máxima	Caída tensión recomendable	Longitud aprox. (m)	Intensidad (A)	Tensión nominal (V)	Sección (mm)	Sección comercial	Caída tensión
Generador Escuelas -Regulador	0,03	0,015	89	24	336,6	18,614	25	0,011
Generador Ayuntamiento -Regulador	0,03	0,015	94	24	183,6	36,044	35	0,015
Generador T.replaceta -Regulador	0,03	0,015	4	24	61,2	4,601	6	0,012
Generador T.Cine-Regulador	0,03	0,015	4	24	61,2	4,601	6	0,012
Generador Fronton-Regulador	0,03	0,015	17	24	428,4	2,794	6	0,007
Generador T.Frontón-Regulador	0,03	0,015	4	24	183,6	1,534	6	0,004

Tabla 6.31. Cálculo secciones

Podemos observar que se necesita una sección mayor en los dos tramos de mayor longitud para lograr unas caídas de tensión aceptables, aumentando la sección desde 6mm del resto de tramos hasta 25mm y 35mm.

6.5.6_Separación torres

Para lograr un buen aprovechamiento sin perdidas como se ha calculado, las torres además de estar orientadas al sur no deben producirse sombra entre ellas.

Este factor no importa en el caso de las torres paralelas como las situadas junto al cine y en la replaceta; por el contrario, en el caso de las ubicadas junto al frontón, por la limitación de espacio algunas de estas deben alinearse situándose detrás de otra en relación a la orientación sur. Por este motivo, se debe calcular la distancia de separación entre estas cuando la altura o número de módulos es la misma:

$$d = \frac{h}{\text{tg}(61 - \phi)}$$

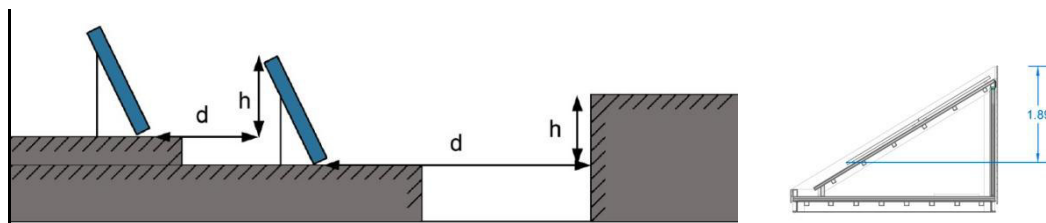


Imagen 6.18. Cálculo separación

ϕ = latitud del lugar, que para Villar del Salz es de 40°N.

h = altura comprendida entre la base de los módulos y el obstáculo más alto = 1,89

De esta forma la distancia resultante es:

$$d = 1,89/\text{tg}(21) = 4,92\text{m}$$

En caso de torres con distinto número de módulos, se situara la de mayor altura en la parte norte.

6.6_RECUPERACIÓN AGUA LLUVIA

A continuación vamos a analizar el potencial de recuperación de agua presente en los espacios inmediatos a las torres proyectadas.

Recogiendo los datos obtenidos en el apartado 1.2.2. :

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
MEDIA	21,39	24,98	26,74	51,54	70,84	46,85	23,75	30,82	39,22	43,51	36,36	29,32
	MEDIA MENSUAL					37,11	TOTAL ANUAL					445,33

Tabla 6.32. Estudio mensual precipitaciones Villar del Salz

ZONA FRONTÓN	Superficie	Mes desfavorable	Mes favorable	Media Anual
Módulos	36	770,0	2550,3	16032,0
Cubierta frontón	413,73	8849,2	29308,9	184248,1
Cubierta lavadero	73,38	1569,5	5198,3	32678,6
Cubierta local frontón	69,63	1489,3	4932,6	31008,6
Campo de futbol	540,39	11558,3	38281,6	240654,1
TOTAL (litros)		24236,39	80271,77	504621,51



ZONA CINE	Superficie	Mes desfavorable	Mes favorable	Media Anual
Módulos	24	513,3	1700,2	10688,0
Cine	151,43	3238,9	10727,4	67437,0
Iglesia	430,74	9213,1	30513,9	191823,2
		12965,30	42941,53	269948,22



ZONA REPLACETA	Superficie	Mes desfavorable	Mes favorable	Media Anual
Módulos	24	513,33	1700,18	10688,02



Tablas 6.33, 6.34 y 6.35 -Imagen 6.19, 6.20, 6.30. Potencial recuperación agua lluvia

Se observa como el potencial de recuperación de agua es muy distante en los distintos emplazamientos. Se plantea en la primera fase un único módulo de acumulación de agua que sirva para el

mantenimiento de las zonas verdes y servicio de apoyo a vehículos de bomberos y la posible renovación del agua del lavadero en el caso del módulo situado junto a este.

Se opta por depósitos de polietileno de alta densidad de 3000l de capacidad con bandas metálicas y de medidas 2200x990x1565 mm que permite disponer de espacio libre dentro del módulo para ubicar la bomba necesaria para elevar el agua hasta el depósito y otros elementos de mantenimiento.

Dada la capacidad inicial de 3000l en cada una de las ubicaciones, en la fase inicial solo sería necesaria la canalización de las cubiertas de los módulos en los tres casos, y del frontón y cine en los dos primeros ya que ambas cubiertas presentan potencial suficiente para una renovación mensual de la totalidad del depósito. En el tercer caso, no se encuentran cubiertas de titularidad municipal cercanas y se deberá esperar al consentimiento de los vecinos cercanos para instalar la canalización necesaria en sus cubiertas.



Imagen 6.31. Depósitos agua Schutz Aquablock

7_RESUMEN INSTALACIÓN

Este trabajo dispone proyectar la colocación de siete torres distribuidas en 3 zonas distintas: "replaceta", "cine" y "frontón".

*TORRES REPLACETA

- 63 módulos fotovoltaicos *Trina Solar* de 240Wp distribuidos en tres generadores: ayuntamiento (3x6), escuelas (3x11) y torres (3x4).
- Inversor de 12500W.
- Sistema de acumulación de 3300Ah en 24 baterías OPZS 2V de 1650Ah (2x12).

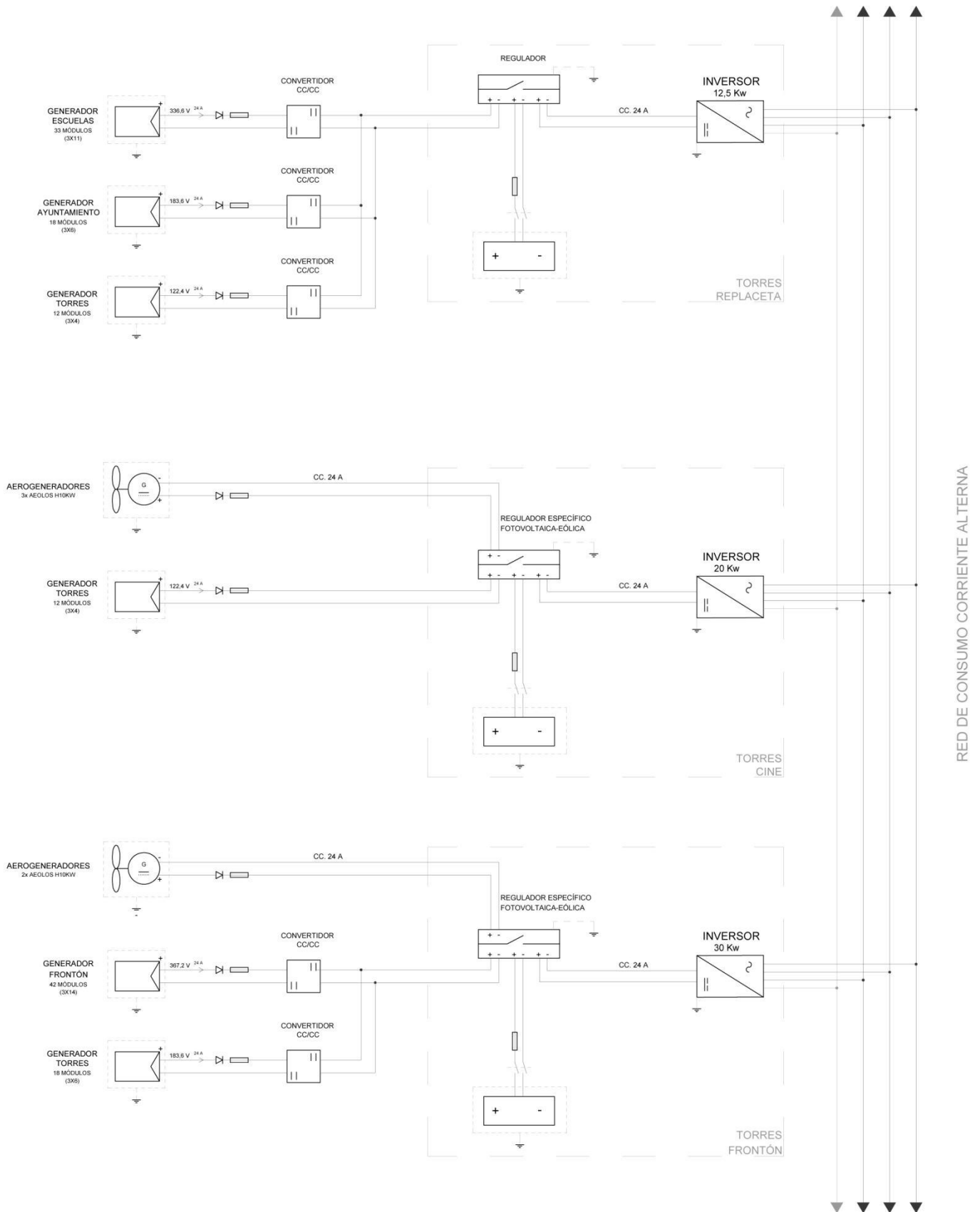
*TORRES CINE

- 12 módulos fotovoltaicos *Trina Solar* de 240Wp sobre las torres (3x4).
- 3 aerogeneradores tripala de eje horizontal *Aeolos H 10kw*.
- Inversor de 25000W.
- Sistema de acumulación de 3820Ah en 24 baterías OPZS 2V de 1410Ah (2x12).

*TORRES FRONTÓN

- 60 módulos fotovoltaicos *Trina Solar* de 240Wp distribuidos en dos generadores: cubierta frontón (a oeste) (3x14) y torres (3x6).
- 2 aerogeneradores tripala de eje horizontal *Aeolos H 10kw*.
- Inversor de 30000W.

- Sistema de acumulación de 3980Ah en 24 baterías OPZS 2V de 1990Ah (2x12).



Esquema 7.1. Esquema unifilar simplificado instalación

8_PRESUPUESTO

Previamente al presupuesto del proyecto se van a indicar los trabajos a realizar posteriormente descritos y cuantificados.

En primer lugar se debe realizar una fase previa denominada **OBRA CIVIL** en la cual se engloban los trabajos de acondicionamiento previos tanto de las zonas de instalación de las "torres de instalaciones" como de las cubiertas en las que se plantea la instalación de módulos fotovoltaicos.

Se deberá completar la limpieza superficial, con desbrozado de unos 10cm y nivelado de la superficie, realizando también la excavación necesaria para cimentación superficial en zapatas aisladas centradas (0,8x0,8x0,6m). Las zapatas se realizarán encofradas contra el terreno por lo que la excavación será algo mayor para corregir posibles rugosidades y asegurar un recubrimiento óptimo para la armadura, se completarán con acero B 500S, una placa de anclaje de acero S275 y 25x25cm con 4 pernos soldados para la unión del módulo de apoyo y hormigón de 25MPa vertido desde camión, por lo que conviene realizar esta operación a la par en las 28 previstas para ahorrar costes y obliga a tener preparadas todas ellas simultáneamente. Además de las zapatas de las torres de almacenamiento de equipos, también se debe realizar la cimentación de los aerogeneradores, las cuales podrían ser circulares con un diámetro de 3m y 1m de canto a una profundidad de 1,20m (se deberá realizar estudio topográfico)

Posteriormente se acondicionara superficialmente estas zonas realizando una solera de hormigón de 10cm extendido y vibrado manualmente, realizando los correspondientes alcorques para plantación de especies vegetales entre las que se incluyen especies arbustivas de la zona y algunos árboles de mayor porte.

También se incluye en este apartado la instalación de la red paralela de suministro ya que la actual pertenece a la Red Eléctrica de España y se debe mantener para dar servicio hasta la completa implantación del sistema. Se plantea un sistema trifásico enterrado de forma radial ramificada con sección uniforme como indica la *Norma técnica para instalaciones en baja tensión* de forma que se garantice el suministro; se emplean cables unipolares de aluminio de 50mm sobre lecho de arena de 10cm de espesor compactado con una capa también de 10cm sobre estos. Al ser una línea enterrada también se mejoran las visuales al liberar calles y fachadas.

Respecto a la colocación de los módulos fotovoltaicos, las cubiertas deben acondicionarse con una estructura de acero inoxidable y aluminio con la orientación e inclinación del mismo (diferente en cada caso) a base de rastreles en ambas direcciones. Esta labor puede realizarse simultáneamente a las anteriores ya que las zonas de trabajo son diferentes al igual que el campo de actuación de los operarios.

Para finalizar este apartado, se debe realizar la instalación de la canalización en ambos faldones de las cubiertas del cine y frontón así como las bajantes de estas con el fin de canalizar las precipitaciones hasta los depósitos habilitados.



Imagen 8.1. Actuaciones Obra Civil

En una segunda partida del presupuesto se incluye la totalidad de los **EQUIPOS**, módulos fotovoltaicos y aerogeneradores así como todos los equipos necesarios para la transformación y distribución segura de la energía (reguladores, inversores, protecciones...) y los equipos de acumulación

que consistirán en la conexión de baterías estacionarias de gran acumulación distribuidas en las diferentes zonas de instalación de torres.

La instalación deberá comenzar por los equipos generadores como son los módulos fotovoltaicos y los aerogeneradores ya que el resto de equipos solo deben ser conectados y su alojamiento se realiza en los módulos prefabricados que deberán estar acabados. El sistema de amarre de los módulos fotovoltaicos sobre la estructura deberá contar con juntas de goma para evitar el par galvánico entre el marco de aluminio de los módulos y la estructura de acero galvanizado. Los aerogeneradores cuentan con torres específicas para cada modelo; en nuestro caso la torre será de 12m y será suministrada por la propia empresa Aeolos.

El resto de equipos como pueden ser las baterías, convertidores, reguladores o inversores deberán ser instalados por personal especializado ya que son de gran delicadeza y elevado coste. Para facilitar su montaje se realizara en lo posible antes de elevar los módulos reservando la elevación de equipos por las trampillas dispuestas para labores de mantenimiento y reposición a excepción del llenado de ácido de las baterías que por seguridad se realizará una vez asentado el módulo.

Pese a que la instalación de los equipos se podría realizar en locales del ayuntamiento o construidos para tal fin, se pretende incluir una visión arquitectónica y no limitar el trabajo únicamente a un cálculo de instalaciones. Por este motivo, como se ha descrito anteriormente se propone la creación de unos MÓDULOS apilables que posibiliten la creación de pequeñas zonas verdes que dinamicen la población, sirvan de elemento de concienciación social y renueven la imagen del municipio.

Por esto, se determina de manera aproximada el coste unitario del elemento contenedor el cual se basara en una estructura metálica, formada por perfiles UPN que se dispondrán en cajón en el caso de los apoyos para transmitir mejor las cargas. Los forjados serán a base de perfiles tubulares de acero y tablero estructural con tratamiento para la humedad de 30mm en doble capa, la cubierta estará formada por una cubierta industrial basada en panel sándwich grecado con chapas de acero galvanizado con un interior de poliuretano inyectado de 40kg/m^3 de 5cm de espesor. El cerramiento del modulo se realizará con el sistema de estructura simple LMW111C "KNAUF" (12,5+48+12,5+12,5)/600 (48) con panel exterior "aquapanel" especial para exteriores; a estos se anclara una fachada ventilada como elemento de protección, compuesta por una estructura metálica de acero galvanizado y un conjunto de lamas de diferente material (se plantea el uso de madera por su bajo coste inicial pero podrían ser de otros materiales más resistentes a la intemperie pero también más costosos; por su sencillo sistema exterior podrían ser modificadas más adelante) a modo de fachada ventilada para tratamiento exterior y elemento protector, de fácil sustitución y mantenimiento.

Para el acceso a estos, se libera un lateral con escaleras técnicas plegables y trampillas alineadas para poder elevar mediante poleas equipos pesados como baterías en caso de sustitución o avería.

Finalmente, también se incluye un ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD obligatorio en cualquier proyecto.

A pesar de ser un proyecto de cierta envergadura, la independencia y disparidad de los distintos trabajos a realizar, permite que la fase de ejecución sea relativamente baja al poder desarrollar trabajos tanto in situ sobre el terreno, en las cubiertas a tratar o en taller de forma simultánea y por distintos profesionales sin solapar tareas.

Los precios descompuestos del siguiente presupuesto han sido extraídos de distintas fuentes e incluyen en su precio el coste de las labores de mano de obra e instalación de los equipos:

- Software online *Generador de Precios. España CYPE Ingenieros.*
- Catálogos de casas comerciales.
- Presupuesto del "Proyecto de instalación fotovoltaica" en el propio municipio cortesía de *Rebarbados Royo SL.*

Presupuesto parcial nº 1 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1-CIMENTACIONES					
1.1.1	m ³	(7x4) 28x Zapata de cimentación en superficie de hormigón armado, realizada con hormigón HAF-25/P-1,8-3,0/F/12/IIa fabricado en central, con un contenido de fibras con función estructural de 3 kg/m ³ , y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m ³ , encofrada contra terreno. Mano de obra Oficial 1 ^º ferrallista. Ayudante ferrallista. Oficial 1 ^º estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón. Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón			
			10,75	153,61	1.651,61
1.1.2	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 250x250 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 12 mm de diámetro y 50 cm de longitud total.			
			32,00	20,33	650,56
Total subcapítulo 2.1-Cimentaciones					2.302,17
1.2-ACONDICIONAMIENTO ZONAS					
1.2.1	m ²	Solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-15/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual.			
			175,00	10,12	1.771,00
1.2.2	Ud	Plantación de árbol menor de 14 cm de perímetro de tronco a 1 m del suelo, suministrado con raíz desnuda, en hoyo de 60x60x60 cm realizado con medios manuales en terreno arenoso, con aporte de un 25% de tierra vegetal cribada.			
			5,00	9,52	47,60
Total subcapítulo 2.1-Acondicionamiento zonas					1.818,60
1.3-INFRAESTRUCTURA					
1.3.1	ml	Suministro e instalación de línea subterránea de distribución de baja tensión directamente enterrada formada por 4 cables unipolares RV con conductor de aluminio, de 50 mm ² de sección, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, colocados sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de los cables, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Incluso placa de protección y cinta de señalización. Totalmente montada, conexionada y probada.			
			486,03	21,45	10.425,34
1.3.2	ml	Derivación individual monofásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 3G6 mm ² , siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 32 mm de diámetro			
			54	8,88	479,52
1.3.3	ml	Línea aérea de alumbrado público complementaria formada por cable multipolar RZ con conductores de cobre de 4x4 mm ² de sección, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.			
			25	10,53	263,25
1.3.4	Ud	Formación de arqueta de paso enterrada, de hormigón en masa "in situ" HM-30/B/20/I+Qb, de dimensiones interiores 40x40x50 cm, sobre solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, cerrada superiormente con marco y tapa de fundición clase B-125 según UNE-EN 124.			
			3	79,54	238,62
1.3.5	ml	Suministro y montaje de canalón circular de PVC con óxido de titanio, para encolar, de desarrollo 250 mm, color gris claro según UNE-EN 607, para recogida de aguas de cubierta, formado por piezas preformadas, fijadas mediante gafas especiales de sujeción al alero, con una pendiente mínima del 0,5%. Incluso p/p de piezas especiales, remates finales del mismo material y piezas de conexión a bajantes. Totalmente montado, conexionado y probado.			
			85,54	12,7	1086,358
1.3.6	ml	Suministro y montaje de bajante circular de PVC con óxido de titanio, de Ø 125 mm, color gris claro, para recogida de aguas, formada por piezas preformadas, con sistema de unión por enchufe y pegado mediante adhesivo, colocadas con abrazaderas metálicas, instalada en el exterior del edificio. Incluso p/p de codos, soportes y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).			
			18,5	12,39	229,215
Total subcapítulo 2.1-Infraestructura					12.722,31
1.4-SOPORTES					
1.4.1		Estructura de aluminio 6030 y acero inoxidable calculada según CTE DB-SE-AE, para ubicación sobre techo de módulos fotovoltaicos. Incluido montaje e instalación			
			129	50	6.450,00
Total subcapítulo 2.1-Soportes					6.450,00
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº1: OBRA CIVIL					23.293,08 €

Presupuesto parcial nº 2 BIENES Y EQUIPOS

Nº	Ud	Descripcion	Medición	Precio	Importe
2.1-MÓDULOS FOTOVOLTAICOS					
2.1.1	Ud	Módulo fotovoltaico de la marca Trina Solar TSM-240DC05 de 240Wp, eficiencia del 14,7%, Vmpp=30,6V, Imp=7,84.			
			Total Ud....:	135	155,00
					<u>20.925,00</u>
		Total subcapitulo 2.1-Módulos Fotovoltaicos			20.925,00
2.2-AEROGENERADORES					
2.2.1	Ud	Aerogenerador AEOLOS H 10Kw de bajas RPM, de eje horizontal y tres palas de fibra de vidrio. Generador de impulsión directa magnético permanente. Potencia nominal 10kw a una velocidad del viento nominal de 10m/s y velocidad de arranque del viento 3,0 m/s. Controlador PLC con pantalla táctil. Control de orientación, freno eléctrico y freno hidráulico..			
			Total Ud....:	5	10869,56
					<u>54.347,80</u>
2.2.2	Ud	Torre de un solo poste 12m AEOLOS			
			Total Ud....:	5	3494,14
					<u>17.470,70</u>
		Total subcapitulo 2.1-Aerogeneradores			71.818,50
2.3-EQUIPOS COMPLEMENTARIOS					
2.3.1	Ud	Batería / Acumulador OPZS Exide Classic 1410Ah con mantenimiento,C-100 2V.			
			Total Ud....:	24	365,63
					8.775,12
2.3.2	Ud	Batería / Acumulador OPZS Exide Classic 1650Ah con mantenimiento,C-100 2V.			
			Total Ud....:	24	392,11
					9.410,64
2.3.3	Ud	Batería / Acumulador OPZS Exide Classic 1990Ah con mantenimiento,C-100 2V.			
			Total Ud....:	24	449,24
					10.781,76
2.3.4	Ud	Controlador de carga AEOLOS H-10 KW Grid Off			
			Total Ud....:	4	1682,54
					6.730,16
2.3.5	Ud	Convertidor CC-CC Victron Orion 24V/12V-40A			
			Total Ud....:	3	98,72
					296,16
2.3.6	Ud	Regulador de carga r Xantrex C-40. 40A (gen. o con.) 12/24/48Vcc			
			Total Ud....:	1	124,33
					124,33
2.3.7	Ud	Regulador de carga r Xantrex C-60. 60A (gen. o con.) 12/24/48Vcc			
			Total Ud....:	1	148,29
					148,29
2.3.8	Ud	Regulador de carga solar MPPT de 100A para sistemas de baterías de 12, 24, 36 o 48 voltios y de hasta 150V de campo fotovoltaico, de la marca Victron Energy modelo BlueSolar MPPT 150/100-Tr (con conexionado para entrada solar con tornillo). Seguimiento ultra-rápido del punto de máxima potencia.			
			Total Ud....:	1	699,95
					699,95
2.3.9	Ud	Inversor de Conexión a Red 30000W INGECON Sun Smart 30 kW			
			Total Ud....:	1	11116,85
					11.116,85
2.3.10	Ud	Inversor de Conexión a Red 25000W INGECON Sun Smart 25 kW			
			Total Ud....:	1	10944,27
					10.944,27
2.3.11	Ud	Inversor de Conexión a Red FRONIUS Symo 15-3-M light 12,5kW			
			Total Ud....:	3	2687,17
					<u>8.061,51</u>
		Total subcapitulo 2.1-Equipos complementarios			67.089,04
2.4-CABLEADO					
2.4.1	ml	Cable Unipolar de corriente continua SZ1-K o RZ1-K de 0,6/1kV 2x1x4mm ² modelo Afumex Firs 1000V (AS+) o similar. Incluso parte proporcional de pequeño material (bridas, terminales, manguitos, etc.)			
			Total ml....:	105	1,9
					199,50
2.4.2	ml	Cable unipolar de Cobre RV-K 0,6/1kV de 3x1x4mm ² para las fases y 1x4mm ² para el neutro. Incluso montaje sobre bandeja, parte proporcional de pequeño materia (bridas, terminales, manguitos, etc.)			
			Total ml....:	5	5
					25,00
2.4.3	ml	Cable unipolar de Cobre RV-K 0,6/1kV de 3x1x6mm ² para las fases y 1x6mm ² para el neutro. Incluso montaje sobre bandeja, parte proporcional de pequeño materia (bridas, terminales, manguitos, etc.)			
			Total ml....:	10	6,2
					<u>62,00</u>
		Total subcapitulo 2.1-CABLEADO			286,50

2.5-PROTECCIONES			
		Caja de protección en corriente continua, IP65, formada por: 1 x Armario de Poliéster Reforzado con fibra de vidrio, IP65, IK09. ; 3xInterruptores Automaticos Magnetotérmicos 10A, 2P, 500V CC. ; 3xProtecciones contra sobretensiones; 1 x Zocalo modelo V20-C/U-3PH de la marca Obo Betterman o similar; 3 x Cartuchos modelo V20 C/0-385 Surger Controller (Uodc < 745V) de la marca Obo Betterman o similar.	
2.5.1	Ud		
		Total Ud...:	6 195 <u>1.170,00</u>
Total subcapitulo 2.1-PROTECCIONES			<u>1.170,00</u>
2.6-OTROS			
		Estación de recarga de vehículos eléctricos para modo de carga 1 compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "SIMON", acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con una toma Schuko de 16 A	
2.6.1	Ud		
		Total Ud...:	1 391,7 <u>391,7</u>
		Deposito de agua Schutz Aquablock soplado 3000l de Polietileno de alta densidad con bandas metalicas y tapa superior de DN250. Posibilidad de montar boya con flotador y/o rebosadero,	
2.6.2	Ud		
		Total Ud...:	3 691 <u>2073</u>
		Bomba de agua domestica PRISMA 15-4/M 0.8 CV ESPA	
2.6.3	Ud		
		Total Ud...:	3 164,6 <u>493,80</u>
Total subcapitulo 2.1-Otros			<u>2.958,50</u>

TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº2: BIENES Y EQUIPOS

164.247,54 €

Presupuesto parcial nº 3 MODULO TORRES

Nº	Ud	Descripcion	Medición	Precio	Importe
3.1-ESTRUCTURA					
		Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para vigas y correas, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.			
3.1.1	Kg				
		Total Kg...:	1213	2,07	<u>2.510,91</u>
		Estructura metálica ligera autoportante, sobre espacio no habitable formada por acero UNE-EN 10025 S235JRC, en perfiles conformados en frío de las series L, U, C o Z, acabado galvanizado, con una cuantía de acero de 5 kg/m²			
3.1.2	m²				
		Total m²...:	12	26,12	<u>313,44</u>
		Suministro y colocación de entablado base de tablero estructural de madera, de 2400x900 mm y 30 mm de espesor, machihembrado en sus cuatro cantos, colocado con clavos de acero galvanizado. Incluso p/p de cortes y refuerzo de cantos con tornillos			
3.1.3	m²				
		Total m²...:	24	15,6	<u>374,40</u>
Total subcapitulo 2.1-Estructura					<u>3.198,75</u>
3.2-PARTICIONES					
		Tabique "KNAUF" con estructura simple LMW111C "KNAUF" (12,5+48+12,5+12,5)/600 (48) con panel exterior "aquapanel" y disposición normal "N" de los montantes; aislamiento acústico mediante panel semirrígido de lana mineral. Soporte para fachada ventilada. Sistema de fachada compuesta por una estructura metálica de acero galvanizado especial, una placa Aquapanel por la cara exterior y dos placas de yeso laminado por el interior. Listo para recibir por la cara exterior un sistema de fachada ventilada.			
3.2.1	m²				
		Total m²...:	31	48,35	<u>1.498,85</u>
		puerta de paso de una hoja de 38 mm de espesor, 700x1945 mm de luz y altura de paso, acabado galvanizado formada por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor con rejillas de ventilación troqueladas en la parte superior e inferior, de 200x250 mm cada una, plegadas, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, incluso bisagras soldadas al cerco y remachadas a la hoja, cerradura embutida de cierre a un punto, cilindro de latón con llave, escudos y manivelas de nylon color negro			
3.2.3	Ud				
		Total Ud...:	1	88,65	<u>88,65</u>
Total subcapitulo 2.1-Particiones					<u>1.587,50</u>

3.3-REVESTIMIENTO				
3.3.1	m ²	Revestimiento de lamas de madera tratada en autoclave para exteriores		
			Total m ² ...:	35 12,00 <u>420,00</u>
Total subcapitulo 2.1-Revestimiento				<u>420,00</u>
3.4-COMPLEMENTOS				
3.4.1	m ²	Impermeabilización forjado superior mediante revestimiento continuo elástico impermeabilizante a base de polímeros acrílicos en dispersión acuosa, color blanco, con un rendimiento de 1,5 kg/m ²		
			Total m ² ...:	8,8 11,54 101,55
3.4.2	Ud	Luminaria, de 1276x170x100 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL de 36 W.		
			Total Ud...:	1 52,51 52,51
3.4.3	Ud	Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.		
			Total Ud...:	1 154,13 154,13
3.4.4	Ud	Estantería modular para almacén y taller,		
			Total Ud...:	2 110 <u>220,00</u>
Total subcapitulo 2.1-Complementos				<u>528,19</u>

TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº3: MÓDULO TIPO TORRES **5.734,44 €**

Presupuesto parcial nº4 EBSS

Nº	Ud	Descripcion	Medición	Precio	Importe
4.1	Ud	Estudio Basico de Seguridad y Salud.			
			Total Ud...:	1 2.764,36	<u>2.764,36</u>

TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº4: EBSS **2.918,49 €**

RESUMEN PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO PARCIAL Nº1: OBRA CIVIL	23.293,08 €
Cimentaciones	2.302,17
Acondicionamiento zonas	1.818,60
Infraestructura	12.722,31
Soportes	6.450,00
PRESUPUESTO PARCIAL Nº2: BIENES Y EQUIPOS	164.247,54 €
Módulos Fotovoltaicos	20.925,00
Aerogeneradores	71.818,50
Equipos complementarios	67.089,04
Cableado	286,50
Protecciones	1.170,00
Otros	2958,5
PRESUPUESTO PARCIAL Nº3: MODULO TORRES	5.734,44 €
Estructura	3.198,75
Particiones	1.587,50
Revestimiento	420,00
Complementos	528,19
nºmodulos primera fase 15	86.016,63 €
PRESUPUESTO PARCIAL Nº4: EBSS	2.918,49 €
TOTAL...:	276.475,74 €

Tabla 8.1. Resumen por capítulos del presupuesto.

9_VIABILIDAD

La viabilidad de implantar un sistema de tan ambicioso como el propuesto se debe estudiar desde cuatro variantes: económica, sostenible, técnico y social.

ECONÓMICA:

Desde el punto de vista económico de una instalación, la viabilidad reside en lograr la amortización de esta y lograr posteriormente los beneficios/ahorros esperados. Dado el carácter municipal, el único fin económico por lo tanto es el de la amortización a largo plazo y ahorro en la factura eléctrica.

Vamos a calcular el periodo de amortización:

Consumo medio mensual (kWh)	3.693,1
Consumo medio anual (kWh)	44.316,8
Coste mensual	644,93 €
Coste anual	7.739,11 €
Costes fijos anuales	1.681,00 €

Tabla 9.1. Consumo ayuntamiento

A este ahorro inmediato de la factura eléctrica, podemos sumarle la posible venta de la energía sobrante especialmente en los meses de verano cuando la producción es mayor ya que el dimensionamiento se realiza para el mes más desfavorable (enero).

	Consumo medio	Producción	P. con pérdidas	Diferencia
Enero	3689,77	5987,41	4101,37	411,61
Febrero	3332,69	6855,96	4696,33	1363,64
Marzo	3461,99	9614,40	6585,86	3123,87
Abril	3350,31	11195,03	7668,60	4318,28
Mayo	2741,65	9923,60	6797,67	4056,02
Junio	2653,20	8904,18	6099,36	3446,16
Julio	2138,16	9844,45	6743,45	4605,29
Agosto	2138,16	9162,87	6276,56	4138,40
Septiembre	2083,03	7179,05	4917,65	2834,62
Octubre	2152,47	6685,08	4579,28	2426,81
Noviembre	2788,77	4995,47	3421,89	633,12
Diciembre	2881,73	5103,51	3495,90	614,17
			TOTAL	31972,00

Precio medio €/Kwh	0,1161-0,14521
Precio medio anual venta €/Kwh	0,045 €
Potencial de venta red anual	1.438,74 €
Potencial de venta interno anual (0,10 €/kwh)	3.197,20 €

Tabla 9.2. Potencial de venta Kwh

De esta forma, observamos un potencial de energía sobrante que podría ser vendida para mejorar la rentabilidad y el periodo de amortización (como se ha mencionado en el apartado 3-normativa, el real Decreto actual no permite la remuneración en instalaciones de autoconsumo de potencia inferior a 100 kW). Por este motivo se trabaja con dos hipótesis, una primera basada en un cambio de normativa que permita la venta remunerada a estas instalaciones o en la fase final cuya potencia total del sistema será superior a la mínima, y una segunda en la que la venta se realiza dentro del municipio a modo de "cooperativa" cuyo precio de venta puede ser superior al ser un precio de mercado interno.

Al valor de venta debemos descontar el 7% debido al *Modelo 583-Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica* que grava con este porcentaje la venta de energía incorporada al sistema eléctrico, realizado en un único pago anual.

1-Ahorro municipio venta red	9.077,14 €
2-Ahorro municipio venta interna a vecinos	10.712,51 €

Finalmente obtenemos el periodo de amortización de la instalación dividiendo el coste total de la instalación entre el ahorro municipal en materia de energía.

Periodo amortización 1	30,46
Periodo amortización 2	25,81

Dado que los bienes y equipos elegidos tienen en su mayoría una vida útil de 25 años, la instalación no resulta viable desde el punto de vista económico únicamente utilizando las partidas económicas del ayuntamiento en materia de energía (El ayuntamiento podría destinar otras partidas de inversión del municipio).

Ayudas:

Sin embargo, por las características del proyecto se puede señalar la posibilidad de costear parte o incluso la totalidad de la instalación con distintos tipos de subvenciones que ayuden a mejorar la rentabilidad o posibiliten la implantación del sistema en una localidad con recursos económicos limitados. Estas subvenciones pueden clasificarse en distintas categorías:

- Subvenciones europeas, normalmente destinadas a proyectos de investigación y desarrollo. Como ejemplo, la aldea de Feldheim mencionada en el punto 1.4 y con similar planteamiento recibió la mitad del coste de su planta con ayudas de este tipo.

- Subvenciones estatales, en la actualidad son casi inexistentes.

- Subvenciones autonómicas, aunque son escasas y variables en función de la comunidad en el caso de Aragón existen ayudas para núcleos aislados en medio rural de hasta 40% de la inversión.

- También se pueden encontrar otro tipo de ayudas como las ofrecidas por el Instituto para la diversificación y ahorro de la Energía (IDAE) como el fondo JESSICA-F.I.D.A.E. que tiene como propósito "financiar proyectos de desarrollo urbano que mejoren la eficiencia energética y/o utilicen las energías renovables" y es compatible con otro tipo de subvenciones.

- En el caso de Teruel, desde 2012 existe un Fondo de inversiones específico (FITE) para proyectos estratégicos en la provincia.

Como precedente se puede señalar la construcción reciente (2013) de la casa de turismo rural en el municipio con una inversión de 540.000€ en 4 fases, procedentes del Fondo de Inversiones de Teruel (FITE) y la Diputación de Teruel (DPT).

Por estos motivos, puede pensarse que este proyecto sería fácilmente beneficiario de algunas de las ayudas descritas anteriormente, las cuales implicarían una clara mejora de la rentabilidad y la reducción del periodo de amortización que supondría la clara viabilidad del proyecto.

SOSTENIBLE:

Dado el largo periodo de uso de la instalación se debe estudiar su mantenimiento.

Los equipos utilizados en el proyecto presentan en su mayoría un mantenimiento escaso o nulo siendo necesarias únicamente labores de limpieza periódicas de los módulos fotovoltaicos para mejorar su rendimiento y el cuidado de las baterías para lograr una vida útil prolongada.

El mantenimiento de las zonas verdes de proyecto se prevé mediante la recogida de agua de lluvia de forma que se ayude a mejorar la capacidad del sistema de suministro de agua potable.

La utilización de fuentes de energía sostenible como solar y eólica permite la independencia del municipio utilizando recursos propios sin contaminar el medio ambiente creando además una labor de concienciación.

TÉCNICA:

El sistema está pensado con equipos utilizados comúnmente en instalaciones domésticas o de pequeña y mediana escala de fácil instalación, en ubicaciones propiedad del ayuntamiento que hagan viable su implantación. Además el diseño de los módulos de las torres para ser fabricados en taller para lograr abaratar costes y con pequeñas dimensiones que permitan su transporte por carreteras no acondicionadas para camiones de gran tonelaje y dentro de poblaciones rurales.

Explicados algunos de los posibles problemas de suministro, el proyecto permite solucionar parte de ellos al crear un anillo radial ramificado de suministro eléctrico alimentado en tres puntos de conexión independientes que evite que un fallo en el único transformador deje sin suministro a la población y al crear depósitos de agua que permitan el riego, suministro a vehículos de bomberos o reposición de agua del lavadero municipal, evitando el agotamiento de los depósitos y reservando estos al consumo humano, si bien este factor depende en última medida de la climatología.

SOCIAL:

Este factor es quizás el más importante y también el más difícil de cuantificar y prever.

En un municipio de apenas 74 habitantes en su mayoría de avanzada edad, que en invierno se reducen a una treintena (si bien en algunas semanas de verano multiplica su población por 5 y 6), y con una tasa de población decreciente, parece complicado asegurar la viabilidad en el aspecto social si esta se plantea a largos plazos de 20-25 años.

A la vez, el proyecto se plantea como un elemento dinamizador y de atracción social, en el que las nuevas zonas urbanas de estancia y el uso de energías renovables permitan, como en otros ejemplos de este tipo -aldea Feldheim o el poblado Goizeder-, atraer a la población y evitar la despoblación de estas zonas, con un reclamo ecológico y económico al ofrecer viviendas y tarifas eléctricas más económicas. También, el mantenimiento de los equipos crearía un puesto de trabajo de alta cualificación en energías renovables, pudiendo atraer población joven al municipio. Señalar que en los casos descritos, también se ha producido un incremento exponencial del turismo mejorando la economía local.

10_CONCLUSIONES

Si bien este es un trabajo académico y cuenta con sistemas aproximados de cálculo en algunas partes por las limitaciones temporales de este y que deberían ser corregidas con estudios de larga duración y sistemas informáticos especializados, estos permiten aproximar una respuesta global al problema planteado.

Puede concluirse que una vez analizada la viabilidad en todas sus variantes y con una visión realista, esta queda condicionada a la obtención de algún tipo de subvención o ayuda ya que por la gran inversión que supone para el municipio, resulta arriesgada y puede limitar los recursos del municipio a corto plazo. Sin embargo, la obtención de subvenciones por parte de organismos públicos para este proyecto no se plantea difícil por coincidir con el perfil de proyecto buscado por algunas fuentes de financiación.

De esta forma, se ha creado un proyecto ambicioso en varias fases -una primera pública "a modo de llamada" y una segunda fase de carácter privado- que con una correcta coordinación podría lograr el objetivo inicial, la autosuficiencia energética en un plazo relativamente corto; además de poder ser un sistema exportable a otros municipios de similares características, variando el número de módulos fotovoltaicos y aerogeneradores y buscando las localizaciones oportunas para la instalación de los distintos sistemas y "torres" de instalaciones.

El fenómeno más problemático encontrado es el dimensionamiento de la instalación ya que el municipio presenta los consumos más altos en el mes de enero cuando las temperaturas son más bajas (especialmente por el uso de estufas y acumuladores eléctricos en el Ayuntamiento), mes en el que la producción fotovoltaica es menor presentando un gran desfase entre producción y consumo en los meses más cálidos.

Finalmente, la dinamización social con la incorporación de nuevas tecnologías y la relación de estas con la población en las zonas de estancia puede resultar el factor más beneficioso para un municipio envejecido con un pobre futuro si no se toman medidas. Por este motivo, en municipios de este tipo resulta difícil de cuantificar el beneficio social que un proyecto de estas características puede suponer y deben también ser considerados como una inversión social y no solo desde el punto de vista económico.

11_BIBLIOGRAFÍA

14.1 BIBLIOGRAFIA DOCUMENTAL

DOCUMENTOS

- JAIME LANGA -DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS. *Apuntes Energía Eólica ENRE - Energías Renovables en Edificación- (2015-2016)* Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Valencia.
- J.M.ESCUADERO LÓPEZ, *Manual de energía eólica, 2ª Edición. Investigación, diseño, promoción, construcción y explotación de distinto tipo de instalaciones.* Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-México, 2011.
- MIGUEL PAREJA APARICIO. *Energía solar fotovoltaica. Cálculo de una instalación aislada.* Marcombo , Barcelona, 2015
- JULIÁN CANTOS SERRANO. *Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas.* Paraninfo, Madrid, 2016
- ANTONIO MADRID. *Autoconsumo solar. Con el decreto sobre autoconsumo completo y comentado.* AMV Ediciones. Madrid, 2016
- WILLIAM FERNANDO, LAURA ALEJANDRA, ANDREA CATALINA. *Aplicación de la ecuación de Weibull para determinar potencial eólico en Tunja-Colombia.* XX SIMPOSIO PERUANO DE ENERGÍA SOLAR, Noviembre 2013 Tacna, Perú.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACION Y AHORRO DE LA ENERGÍA, IDAE, *Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red,* IDEA, Madrid
- EMIN INGENIERÍA MULTIDISCIPLINAR; VICTOR GARCÍA IBAÑEZ. *Proyecto instalación fotovoltaica en Villar del Salz.* Junio 2010.
- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (AEMET), *Atlas de Radiación solar España.*

TFG

- DODERO, JUAN BAUTISTA y GARCIA FERNANDEZ, MARIA. *Generador eólico de baja potencia.* UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO. Bueno Aires, 5 de noviembre del 2012

ARTÍCULOS

- FERNANDO PUENTE. *Un estudio propone que los paneles solares apunten al oeste, en lugar de al sur.* El Economista 3/12/2014
<http://www.economista.es/tecnologia/noticias/6298457/12/14/-Un-estudio-propone-que-los-paneles-solares-apunten-al-oeste-en-lugar-de-al-sur.html>
- JOSE A. ROCA. *El selecto club de los países con electricidad '100% renovable'.* El Periodico de la Energia. 14/01/2016
<http://elperiodicodelaenergia.com/la-energia-hidroelectrica-la-casa-comun-del-club-de-los-paises-100-renovables/>
- ANA MARTINEZ. *Los encantos de Alcalá del Júcar.* La Tribuna de Albacete 3/04/2016
<http://www.latribunadealbacete.es/noticia/Z6D6DA1BC-AF34-B8CE-886E29977870FEEA/20160403/encantos/alcala/jucar>

PAGINAS WEB

- *Contrary to some confused bloggers, solar panels produce the most electricity over the course of a year when pointed south, not west.*
<http://www.pecanstreet.org/2013/11/your-solar-panels-arent-facing-the-wrong-way/>
- *Xilocapedia, Villar del Salz*
http://xiloca.org/xilocapedia/index.php?title=Villar_del_Salz
- *Peirones Villar del Salz*
<http://www.peirones.com/villardelsalz.htm>
- *Tipos de baterías*

- http://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/que-bateria-necesito-en-mi-instalacion-solar_1
- Tipos de aerogeneradores
http://opex-energy.com/eolica/tipos_aerogeneradores.html
 - Generador de Precios. España. CYPE Ingenieros. S.A.
<http://www.generadordeprecios.info>
 - Ayudas IDAE
<http://www.idae.es/index.php/relcategoria.3957/id.833/relmenu.408/mod.pags/mem.detalle>
 - Normativas fotovoltaica en España
https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar_en_Espa%C3%B1a#Normativa_urban.C3.ADstica
 - Precios y catalogo baterías, Lidarsolar
<http://www.lidarsolar.es/Baterias/Baterias-OPZS/EXIDE-CLASSIC-SOLAR>
 - Depósitos de agua, Ferretería Bricolandia
<http://www.bricolandia.es/schutz-depositos-agua-aquablock-soplado-con-bandas-3000-l/>
 - Variación viento con altura
<http://www.industriaytecnologia.com/velocidad-del-viento.html>

14.2 BIBLIOGRAFÍA FOTOGRÁFICA

1_INTRODUCCIÓN

1.1 EL MUNICIPIO

Imagen 1.1 y 1.2. Situación y vista aérea Villar del Salz. Imágenes propias

Tablas 1.1 y 1.2. Datos demográficos Villar del Salz. Padrón municipal de habitantes a 1-1-2014 INE-IAEST

Tablas 1.3 y 1.4. Datos vivienda Villar del Salz. Censo de población y vivienda 2011 INE-IAEST

Tabla 1

-Auntamiento: <http://www.turismojiloca.es/servicio.php/servicio/villar-del-salz/2799/46>

-Iglesia: <http://www.turismojiloca.es/servicio.php/servicio/villar-del-salz/2799/46>

-Local 1: http://www.panoramio.com/user/235942/tags/ARAGON-TERUEL?photo_page=33

Tabla 2.

Tabla 1.. Irradancias global

1.3 ENERGIA

Gráfico 1. Variación anual de la demanda peninsular y PIB. Informe España 2015. Red Eléctrica de España

Gráfico 2. Estructura de la generación anual de energía eléctrica peninsular 2014-2015. [REE]. Informe España 2015. Red Eléctrica de España

Tabla 1.5. Balance de energía eléctrica nacional [REE]. Informe España 2015. Red Eléctrica de España

Gráfico 1.3. Evolución de la generación renovable y no renovable peninsular. [REE] Informe España 2015. Red Eléctrica de España

Imagen 1.3. Mapa España energías sucias.

Imagen 1.4. Mapa España energías renovables.

1.4 EJEMPLOS AUTOCONSUMO Y ENERGÍAS RENOVABLES

Imagen 1.5 y 1.6. Aldea de feldheim y visitantes.

Imágenes 1.7 y 1.8. Aerogeneradores en el Atlántico portugués y Montalegre.

1.5 SIGNOS VIABILIDAD

Imágenes 9, 10 y 11. Signos de Viabilidad. Imágenes propias

1.6 INVENTARIO DE LOCALIZACIONES

Imágenes 1.12 y 1.23. Inventario. Juan Francisco Corellano Muñoz

Imágenes 1.12 y 1.23. Inventario. Google Street View

Imagen 1.20, 1.21, 1.22. Inventario. José María Viu Domínguez

Imagen 1.16. Inventario.

Imágenes 1.13,14,17,18,19,23 y24. Inventario. Imágenes propias

Imagen 1.26. Plano localizaciones (E: 1.3000). Imagen propia

2_ ESTATEGIA DE PROYECTO

2.1 PLANTEAMIENTO

Esquema 2.1. Planteamiento. Imagen propia

Imagen 2.1. Plano ámbito torres (E: 1.3000). Imagen propia

Imagen 2.2. Torretas de acceso y ventilación de un depósito de agua subterráneo. Garces y Soria. 1971

http://www.jordigarces.com/es/portfolio_page/torretas-de-acceso-y-ventilacion-de-un-deposito-de-agua-subterraneo/

2.2 DISEÑO MÓDULOS

Imagen 2.3. Concepto módulo. Imagen propia

4_ ESTUDIO CONSUMOS Y SUMINISTRO

4.1 ESTUDIO DEL CONSUMO

Tabla 4.1. Encuesta consumo. Tabla propia

Tablas 4.2.-4.10 Estudio consumos Tabla propia

4.2 ESTUDIO DEL SUMINISTRO

Imagen 4.1. Depósitos y pozo. Imagen propia

Imagen 4.2. Plano suministro agua. Imagen propia

Tabla 4.11. Altura y perfil de suministro agua potable. Tabla propia

Imagen 4.3. Plano suministro eléctrico. Imagen propia

Tabla 4.12. Producción eléctrica en Villar del Salz. Instituto Aragonés de Estadística, IAEST

Imagen 4.4 y4.5. Suministro eléctrico. Imágenes propias

5_ OBTENCIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS

5.1 TEMPERATURAS

Tabla 5.1 y 5.2. Comparativa valores temperatura. Tabla propia

Imagen 5.1. Localización municipios de estudio. Imagen propia

5.2 PLUVIOMETRÍA

Imagen 5.2. Localización municipios de estudio. Imagen propia

Tabla 5.3 y 5.4. Precipitaciones históricas Ródenas y ojos Negros.

Precipitaciones mensuales y anuales, por estación y año disponible, Instituto Aragonés de Estadística, IAEST

Gráficos 5.1 y 5.2. Estudio histórico precipitaciones Rodenas y Ojos Negros. Gráficos propios

Tabla 5.5. Precipitaciones históricas estimadas Villar del Salz. Tabla propia

Gráficos 5.3 y 5.4. Estudio histórico y mensual precipitaciones Villar del Salz. Gráficos propios

5.3 VIENTO

Imagen 5.3 y 5.4. Lugar de medición y anemómetro utilizado. Imágenes propias

Tabla 5.6. Formato anotación mediciones viento. Tabla propia

Tabla 5.7. Resultados mediciones viento. Tabla propia
Grafico 5.5. Frecuencia de las distintas velocidades (m/s). Gráfico propio
Graficos 5.6 y 5.7. Porcentajes acumulados velocidad del viento. Gráficos propios
Tabla 5.8. Ajuste estacionario viento. Tabla propia
Esquema 5.1. Velocidad viento con altura. <http://www.industriaytecnologia.com/velocidad-del-viento.html>
Tabla 5.9. Factor de corte del terreno. <http://www.industriaytecnologia.com/velocidad-del-viento.html>
Imagen 5.5. Atlas eólico Aragón. Atlas eólico Aragón. IDAE

6_CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

6.1 GENERADORES FOTOVOLTAICOS

Imagen 6.1. Tipos de radiación solar.
<https://pedrojherandez.com/2014/03/08/radiacion-directa-difusa-y-reflejada/>
Imagen 6.2. Características técnicas módulo solar Trina Solar 240kw TSM-240DC05. Catálogo casa comercial
Imagen 6.3. Irradiancia Global media (1983-2005) (Kwh m2 dia) SIS (CM-SAF) Atlas de Radiación, IDAE
Imagen 6.4. Irradiancias global, directa y difusa Teruel. Atlas de Radiación, IDEA
Imagen 6.5. Orientación módulos. <http://www.solarweb.net/forosolar/fotovoltaica-sistemas-aislados-lared/36618-orientacion-placas.html>
Tabla 6.1. Inclinaciones óptimas. JULIÁN CANTOS SERRANO. Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas. Paraninfo, Madrid, 2016
Imagen 6.5. Curva de generación solar y perfil de consumo residencial.
<https://www.smartgridsinfo.es/comunicaciones/ii-congreso-sg-autoproduccion-de-energia-electrica#>
Imagen 6.6. Altura del Sol verano e invierno y horizonte Villar del Salz. PVGIS (Photovoltaic geographical Information System)
Imagen 6.7. Pantalla de visualización plataforma PVGIS. PVGIS
Tabla 6.2 y 6.3. Perdidas límite por orientación, inclinación y sombras / Características de los generadores fotovoltaicos. JULIÁN CANTOS SERRANO. Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas. Paraninfo, Madrid, 2016
Imagen 6.8 – 6.10. Pérdidas orientación. Imágenes propias (base gráfica IDAE)
Imagen 6.11. HPS equivalentes a la irradiación de ese día. <http://calculationsolar.com/blog/>
Imagen 6.12. Curva tensión-intensidad y curva de potencia de un modulo fotovoltaico
<http://www.monografias.com/trabajos82/energia-solar-fotovoltaica-y-sus-aplicaciones/energia-solar-fotovoltaica-y-sus-aplicaciones2.shtml>
Tabla 6.4. Valor de las pérdidas. JULIÁN CANTOS SERRANO. Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas. Paraninfo, Madrid, 2016
Tabla 6.5. Coeficientes temperatura módulos elegidos. Catálogo casa comercial módulo TSM-240DC05.
Tabla 6.6. Pérdidas por temperatura. Tabla propia
Imagen 6.13. Comparativa temperaturas media diarias 24h y diurnas para Villar del Salz. PVGIS
Tabla 6.7, 6.9, 6.11, 6.13. Valores de Irradiación PVGIS
Tabla 6.8, 6.10, 6.12, 6.14. Producción eléctrica módulos. Tablas propias
Esquema 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7. Asociación y situación módulos. Esquemas propios

6.2 GENERADORES EÓLICOS

Tabla 6.15. Rendimientos aproximados. Apuntes Energía Eólica ENRE, Jaime Langa
Imagen 6.14. Evolución del tamaño de aerogeneradores <https://jmirez.wordpress.com/category/maquinas-electricas/page/2/>
Imagen 6.15. Tipos de aerogeneradores.
http://opex-energy.com/eolica/tipos_aerogeneradores.html
http://4.bp.blogspot.com/_5fr52xnWxE/T65_uNM9Oml/AAAAAAAAAKg/D_pYqriQPXg/s320/Savonius.png
<http://www.renovablesverdes.com/aerogeneradores-verticales/>

Imagen 6.16. Tipos de torres para aerogeneradores. Catálogo comercial Aeolos

Tabla 6.16 – 6.19. Características técnicas. Tablas propias, imágenes catálogo comercial Aeolos

Tabla 6.20. Características técnicas modelo Aeolos-V 5 Kw Tablas propias, fuente catálogo comercial Aeolos

Tabla 6.21. Calculo producción aerogeneradores H10 KW. Tabla propia

6.3 PRODUCCIÓN TOTAL-DIMENSIONAMIENTO

Tabla 6.22. Producción total (Kwh). Tabla propia

Tabla 6.23. Diferencia de producción (Kwh). Tabla propia

Tabla 6.24. Producción por torres. Tabla propia

Grafico 6.1. Distribución por torres. Gráfico propio

6.4 SISTEMA DE CONEXIÓN

Esquema 6.8. Ejemplos de distintos circuitos

Esquema 6.9. Ejemplo de circuito utilizado

6.5 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Tabla 6.25. Cálculo reguladores. Tabla propia

Imagen 6.17. Tipos de baterías y asociación de baterías estacionarias

https://autosolar.es/images/produkte-bae-batterien_1.jpg

<http://solarmat.es/img/cms/baterias-energia-solar.jpg>

Tabla 6.25. Cálculo baterías. Tabla propia

Tabla 6.26. Catálogo baterías estacionarias OPZS. Catálogo comercial OPZS Classic Solar

Esquema 6.10. Asociación baterías. Esquema propio

Tabla 6.27. Potencias contratadas. Tabla propia

Tabla 6.28. Cálculo inversores. Tabla propia

Tabla 6.29 y 6.30. Máxima caída de tensión permitida / Secciones comerciales cobre. Tablas propias, fuente: JULIÁN CANTOS SERRANO. Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas. Paraninfo, Madrid, 2016

Tabla 6.31. Cálculo secciones. Tabla propia

Imagen 6.18. Cálculo separación. <https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/01/18/calculo-de-la-distancia-minima-entre-placas-solares/>

6.5 RECUPERACIÓN AGUA DE LLUVIA

Tabla 6.32. Estudio mensual precipitaciones Villar del Salz. Tabla propia

Tablas 6.33, 6.34 y 6.35 Potencial recuperación agua lluvia. Tablas propias

Imagen 6.19, 6.20, 6.30. Potencial recuperación agua lluvia. Imágenes propias; base *BING maps*

Imagen 6.31. Depósitos agua Schutz Aquablock. <http://www.bricolandia.es/schutz-depositos-agua-aquablock-soplado-con-bandas-3000-l/>

7_ RESUMEN DE LA INSTALACIÓN

Imagen 7.1. Placa de anclaje. <http://andorra.generadordeprecios.info/EAS/EAS005.html>

Esquema 7.1. Esquema unifilar simplificado instalación. Esquema propio

8_ PRESUPUESTO

Tabla 8.1. Resumen por capítulos del presupuesto. Tabla propia

Imagen 8.1. Actuaciones Obra Civil. CYPE generador online de precios

9_ VIABILIDAD

Tabla 9.1. Consumo ayuntamiento. Tabla propia

Tabla 9.2. Potencial de venta Kwh. Tabla propia