



Universidad
Zaragoza

T.F.M. Master universitario de arquitectura

**HACIA UNA ARQUITECTURA RURAL DE BALANCE CERO
EL CASO DE LA VIVIENDA DEL MAESTRAZGO**



Autor: Mar Nadal Febrer

Directora de TFM, Belinda López Mesa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura .Universidad de Zaragoza

NOVIEMBRE 2014

INDICE:

1. INTRODUCCIÓN.OBJETIVO DEL TRABAJO
2. ESTUDIO DE LA MASÍA TRADICIONAL, MATERIALES Y ARQUITECTURA.
3. DISTINTOS SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA Y AHORRO ENERGÉTICO.
4. USO DEL AGUA EN EL ENTORNO RURAL.
5. EJEMPLO REAL DE UNA VIVIENDA DE NUEVA CONSTRUCCIÓN EN EL ENTORNO RURAL DEL MAESTRAZGO.
6. CONCLUSIÓN
7. BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN.OBJETIVO DEL TRABAJO

Las masías o viviendas en el ámbito rural han sido históricamente un símbolo de autosuficiencia y sostenibilidad en el medio rural. En el contexto actual, sin embargo, y con la llegada de los servicios básicos, prácticamente en la totalidad de las poblaciones del Maestrazgo de Castellón, las masías y el hábitat disperso han quedado en desventaja.

Si nos atenemos a la etimología de la palabra “masía” según Marcos Antonio de Orellana [1923] es “casa con tierra principalmente de secano y en situación mas remota y distante”. Tanto “masía” como “mas” o “masada” proceden del latín, pero está por demostrar que la denominación “masía” venga directamente de las fincas de recreo y de labor aisladas, que los romanos tenían en el campo. Sin embargo es durante el periodo de dominación islámica cuando surgen en mayor cantidad y extensión, tal y como se expone en el libro “La vivienda Rural Valenciana” [Almela y Vives, 1960]

El objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento de estas masías tradicionales del Alto Maestrazgo y entender como funcionaban energéticamente y como eran autosuficientes. Para ello se hace un estudio teórico de la masía, su enclave, sus materiales, su construcción y sus recursos, tal y como funcionaban en el pasado. Para ello me he basado en libros como “Els masos de Rossell: estudi i mostra fotográfica de micropoblacions tradicionals al terme de rossell” [Adell Ortigues, 2001], “Casa rural i poblament disseminat a les comarques castellonenques” [Ortells Chabrera et al., 1993] y “L’ Arquitectura rural tradicional a la Ribera del Milars-Castello” [Melchor Monserrat, 2001]. Por otro lado se ha hecho un estudio de campo de varias masías tradicionales del Alto Maestrazgo de Castellón, y se han explicado a través de ellas, su localización, sus materiales y su construcción.

Paralelamente se enumeran las distintas técnicas existentes en la actualidad de generación de energía térmica y eléctrica, que se están aplicando en masías rehabilitadas. Entre los libros que he consultado se encuentran “Energías renovables en el mundo rural” [Ruiz et al., 2012], “Evolución de la arquitectura sostenible” [Behling et al., 2002] y “Eficiencia energética en rehabilitación de vivienda unifamiliar mediterránea tipo” [Martinez Tejada, 2012].

Por ultimo, se desarrolla un caso práctico, de una vivienda de nueva planta, situada en La sierra de Engarcerán en el Alto Maestrazgo de Castellón, donde se pone en práctica lo estudiado hasta el momento de la masía tradicional en cuanto a las orientaciones, materialidad y construcción a la vez que se hace una comparativa real de los distintos sistemas de generación de energías existentes en el mercado que se pueden aplicar, justificando la solución adoptada para hacer la vivienda autosuficiente y sostenible.

2. ESTUDIO DE LA MASÍA TRADICIONAL DEL MAESTRAZGO, MATERIALES, LOCALIZACIÓN Y ARQUITECTURA.

Las masías eran autosuficientes y geológicamente la morfología del terreno condicionaba la ubicación de la misma, tanto para el cultivo de cereales, como para la protección climatológica, viento, sol, cambios de temperaturas etc. Castellón y las regiones Ibéricas valencianas tienen en común la gran abundancia de rocas calcáreas alternando con niveles de margas del jurásico y cretácico. Las montañas de la región de Castellón muestran diversas subcavidades de acuerdo a la dispersión estructural del suelo: nos encontramos con las “muelas” de Els Ports y Alto Maestrazgo, las serranías en la zona de l’Espardán, cuencas de ríos y sierras prelitorales del bajo Maestrazgo.

La morfología del terreno y la cercanía del Mar Mediterráneo, condicionan el clima del interior de la provincia de Castellón, pues si bien el clima es Mediterráneo, existen variantes y matices locales y comarcales, como el caso que estamos estudiando de las tierras del alto Maestrazgo, donde el frío y las precipitaciones en forma de nieve son mas altas que en el resto de la provincia de Castellón. [Mina, 1983]



FOTO 1. Mas d’Insa (Fotografía internet, web benifassa.es)

Como ejemplo ponemos el caso que se expone en el libro “Els masos de Rossell” [Adell Ortigues, 2001] del mas d’Insa. Es una masía de montaña, integrada con el paisaje que la rodea aprovechando la pendiente natural de la montaña en su construcción. Esta masía, aun estando abandonada en la actualidad, es un ejemplo de cómo se vivía utilizando los recursos naturales de la comarca y su enclave.

Para aislarse de las bajas temperaturas y los bruscos cambios climáticos, utilizaron en su construcción gruesas paredes de piedra caliza de mas de 60 cm de espesor. Su orientación también era clave, la cara Norte, no tiene ventanas (esta siempre en la sombra) y la cara Sur, es la principal, la mas soleada y donde se abren las ventanas, aunque de tamaño pequeño y escaso. En su composición funcional, la masía se distribuía de la siguiente manera: la vivienda principal, se ubicaba en el piso intermedio para aprovechar el calor de los animales ubicados en la planta baja, junto con la cocina. En la ultima planta se construían los graneros y las “pallises” para almacenar grano y paja, aislando también de esta manera el techo de la planta vividera. De esta manera la perdida de calor era mínima. El agua de lluvia se recogía a través de canalones en las cubiertas, se solía almacenar en una construcción especial frente a la fachada: las cisternas. Normalmente este agua era para consumo humano. Para alimentar a los animales de los corrales (aves y caballos) y el ganado, se construían unas balsas de pastos que se excavaban en el terreno aprovechando la

pendiente natural del mismo. Estas charcas se impermeabilizaban con arcilla para evitar las filtraciones de las aguas.

Económicamente su sustento era, por una parte los cereales, que en este caso se cultivaban en los bancales de las tierras que rodeaban el mas d'Insa y por otra parte, y la mas importante, la ganadería, para la que construían corrales adosados a la construcción principal.

Las tipologías de las masías existentes en el Maestrazgo de Castellón las podemos agrupar según “La vivienda rural valenciana” [Almela y Vives, 1960], en dos tendencias: asentamientos dispersos anteriores al siglo XVIII y las posteriores al siglo XVIII.

Las masías anteriores al siglo XVIII.

Aunque se han encontrado restos de villas romanas, la ausencia de documentación dificulta esta vía de investigación, así pues nos centramos en las que comprenden el periodo entre la conquista de Jaime I y el siglo XVIII.

En la zona que nos ocupa, las comarcas septentrionales de Els Ports y el Alto Maestrazgo, la gran abundancia de masías dispersas hace que aparezcan una gran variedad de formas de viviendas, una de las mas especiales, es la formada por una torre, la cual aparece en ocasiones como casa habitación y en otros casos como explotación principal de la explotación agraria, y lo mas frecuente es que su forma hace referencia a la función defensiva de estas construcciones.

Un ejemplo de masía de este tipo es el mas de la torre Alfonso, de origen medieval, consta de una torre compacta en varias plantas, la planta baja cumple la función de almacén de útiles y establo para caballos, en la planta primera se encuentra la cocina y en la planta segunda y tercera es donde estaban las habitaciones para dormir. Al edificio principal se le van añadiendo pequeñas construcciones para guardar el ganado y aves de corral. La fabrica de la torre es de piedra y mortero a dos caras, y consta de dos ventanas de arco de media punta. [Pérez de los Cobos Girones, 2005]

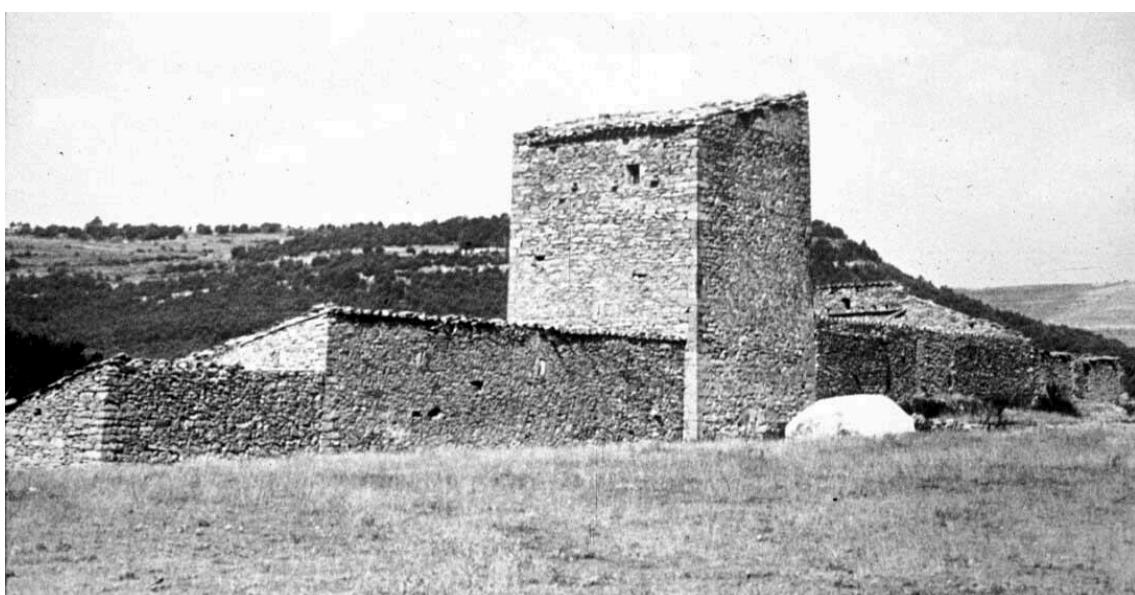


FOTO 2. Mas Torre Alfonso (Fotografía internet, blog arquitecturaruralvalenciana.blogspot.com)

Estructuralmente, la masía formaba un complejo donde la casa y los edificios adyacentes (corrales, pozos etc.) son indisolubles del conjunto de las tierras que

componen la propiedad, la explotación agrícola y la ganadera se complementan. El espacio se organizaba de la siguiente manera: el edificio principal, la casa, que incluye también los almacenes, delante un espacio abierto rodeado de corrales. En este espacio se desarrolla la vida cotidiana. La parte agrícola que se articula alrededor de la "era" ocupa la parte posterior del edificio principal, y su acceso directo al mismo es a través de la planta alta, donde se situaba el granero.

Las masías posteriores al siglo XVIII.

La masía a partir de este momento comienza un nuevo esplendor, pero ya más próximo a la simple casa de labrador integrada en una economía de intercambio distinto a la masía autosuficiente tradicional.

En esta etapa la casa compacta es la más frecuente, un edificio de dos crujías paralelas a la fachada principal, concebida como habitable en la planta baja. Esta tipología aparece ya como estable a partir de siglo XVIII, conservando a lo largo del País Valenciano una uniformidad tipológica importante.

Un ejemplo de este tipo de masías es la masía del Salando, en el desierto de las Palmas de Benicasim. El conjunto está formado por el edificio principal, la ermita y el corral. Todos son edificios exentos articulados por la fachada. Un espacio apergolado articula el espacio anterior a la casa con el edificio de los corrales. De las tres crujías del edificio principal, las dos primeras se dedican a vivienda en las plantas inferiores, mientras la superior se destina a almacén agrícola. La tercera crujía de todas las plantas se destinan a los corrales y las cuadras.

Para poder entender mejor como funcionaban las masías tradicionales en el Maestrazgo de Castellón hay que previamente tener en cuenta, su emplazamiento, la formación de esos núcleos urbanos y el estudio formal y arquitectónico de la masía. Vamos a explicarlo cogiendo varios ejemplos de masías tradicionales y explicarlo con ellos.

2.1. FACTORES AMBIENTALES. ORIENTACIÓN

La buena orientación y la adaptación al clima de la construcción es el punto de partida de cualquier masía. La implantación en el terreno es estratégica para el control de las temperaturas, el control de los vientos y la humedad. [Ortell Chabrer et al., 1993]

La media ladera de la montaña suele ser el punto ideal para situarse, evitando la humedad del valle y al mismo tiempo los vientos fríos de norte que llegan muy fuertes en las cumbres en esta zona. La vivienda se sitúa orientada al sur prioritariamente, influyendo también criterios como las vistas o la topografía. Es el caso del Mas de Mallorca en la población de Xert, donde la orientación de la vivienda es a sur siguiendo la pendiente de la montaña.

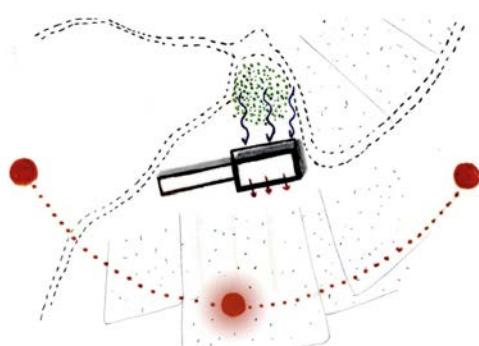


FIG.1. Esquema orientaciones Mas de Mallorca
(autoría estudio Sanahuja&partners)

2.2. APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES.

Las masías se colocan muy a menudo en zonas que presentan recursos naturales favorables, como son los ríos, arroyos, valles, ramblas ...etc.

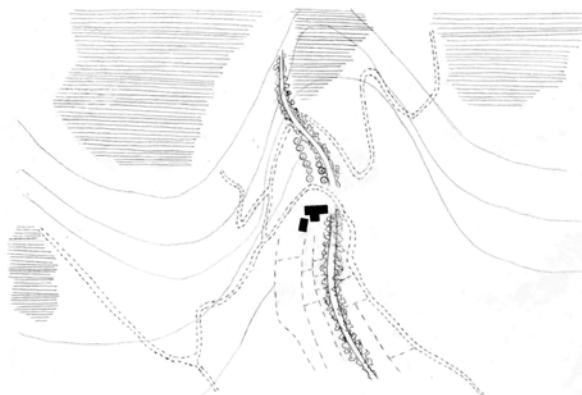


FIG.2. Esquema localización Mas del Moliná Dalt (autoría estudio Sanahuja&partners)

Es el caso del Mas del Moliná Dalt, en la término de Xert, se sitúa a la llegada a la llanura de un río. En este punto el torrente se ensancha y forma un pequeño meandro aprovechado como parque, merendero, etc. La masía está rodeada por el valle, excepto por la zona sur. Esto hace que la pendiente de la montaña que surge en la parte norte, la proteja de los fuertes vientos de tramontana.

En el término de Xert encontramos otra masía que aprovecha la topografía para escoger su situación: el Mas del Juncar. Con una orientación perfecta a sur, garantiza las favorables condiciones climáticas. Aún así, la masía utiliza los campos de cultivo para separarse de la masa de arbolado de norte, para evitar la alta humedad acumulada, pero aprovechándose de la barrera que constituyen los árboles contra el viento.

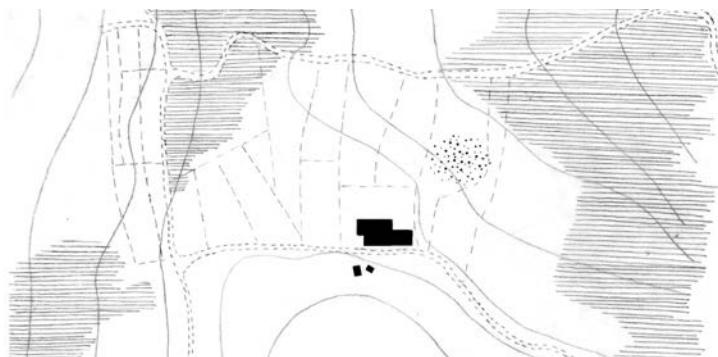


FIG.3. Esquema localización Mas del Juncar (autoría estudio Sanahuja&partners)

2.3. RELACIÓN CON LAS PREEEXISTENCIAS.

Algunas masías se colocan en situaciones estratégicas para disfrutar al máximo de las preeexistencias. Las buenas vistas y el control del territorio son otros factores que afectan a la elección del terreno.

El Mas de Rei, en el término de Xert, se sitúa en un punto desde el que se controla el territorio y disfruta de unas vistas muy buenas del valle que le queda por delante.

Podemos asegurar que uno de los grandes atractivos de esta casa son las buenas vistas a las que sólo dan, el espacio común de relación y las fachadas principales.



FOTO 3. Mas de Rei (Fotografía autoría estudio Sanahuja&partners)

Cuando una masía goza de una preexistencia tan valorada como son las vistas, el espacio común queda definido prácticamente por su protagonismo.

Sería prácticamente imposible entender la uniformidad y cohesión de las masías de esta zona sin contar con la participación de las preexistencias del territorio, que juegan un papel delimitador muy importante.

2.4. ELEMENTOS QUE FORMAN LA MASÍAS.

Las masías suelen estar formados por cuatro elementos: la vivienda, la era, los corrales y los pajares. La orografía del terreno, la orientación y el acceso son los encargados de determinar la forma en planta que adoptarán estos cuatro elementos. [Ortells Chabrera et al., 1993]

Encontramos un ejemplo casi perfecto de organización en el mas de los Catinell de Baix (término de Xert). La vivienda se sitúa próxima al acceso y preferiblemente orientada a sur, si tuviera que ampliar con más viviendas, se dispondrían formando una C con el primer núcleo. Así el espacio intermedio entre ambos núcleos actuaría como plaza del mas o espacio común de relación.

Situada en el norte, se encuentra la era ya que no necesita óptimas condiciones climáticas, la era es un espacio circular, aplanado y firme donde se baten las mieles. La era va siempre acompañada de los pajares, que se colocan entre ésta y la vivienda. De esta forma los pajares actúan como filtro para evitar que las bajas temperaturas de norte lleguen directamente a la vivienda.

A menudo se utiliza una sección escalonada, como es el caso del Mas de Catinell de Baix, para ayudar a la protección del frío de norte. La era se sitúa en la planta piso y el acceso a planta baja, de forma que esta queda enterrada y el suelo guarda el calor.

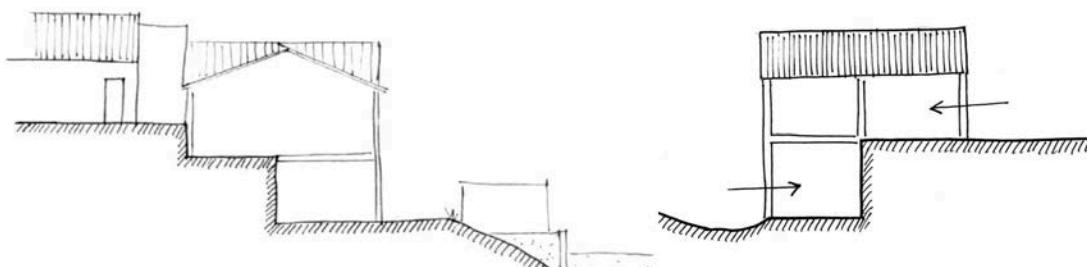


FIG.4. Esquema sección Mas Catinell de Baix(autoría estudio Sanahuja&partners)

El Mas de Nogueret, en la Serratella, es un ejemplo de esta organización. Está formado por un solo núcleo pero varias viviendas. En este caso, sin embargo, la topografía obliga a situar las fachadas a suroeste y la era en noreste, elevada respecto a las viviendas.

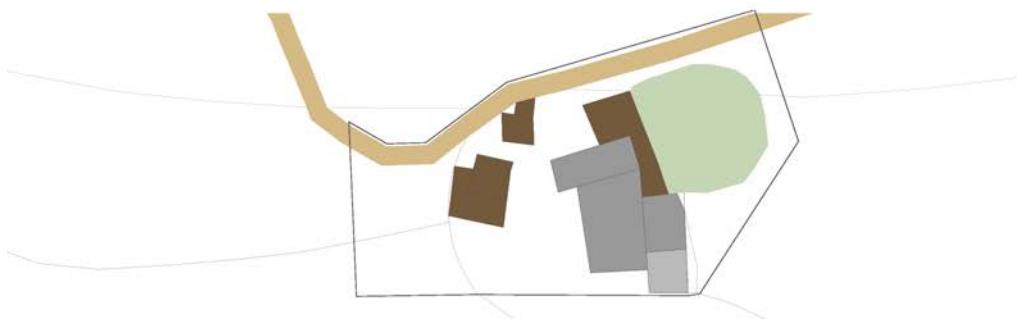


FIG.5. Esquema organización Mas Nogueret (autoría estudio Sanahuja&partners)

Las “pallises” actúan como protectoras para el viento, el frío y las condiciones climatológicas adversas que asume la era. La edificación se abre a oeste, donde se encuentran los accesos a las viviendas, y cierra el espacio con una serie de corrales pequeños a oeste.

El orden y la disposición de estos cuatro elementos viene determinado por su función, aunque pueden adquirir otras funciones. Un ejemplo es la era, que a menudo se transforma en espacio común de relación o punto de llegada y recepción del mas, filtro para la entrada directa. Las “pallises” y corrales que deben servir la era han sido transformados en espacios de almacenamiento que dan servicio al espacio exterior, e incluso algunos han llegado a funcionar como vivienda.

A pesar de la reutilización de los elementos que conforman la casa y la libertad en su función, es necesario establecer un orden de relaciones y de proporciones. Un ejemplo de esto es el Mas de Encanet en La Serratella, el uso de las construcciones destinadas a granja han sobrepasado las de la vivienda, la unidad del proyecto se ha perdido porque si las piezas que se articulan, no responden a diferentes funciones del espacio intersticial, pierden el sentido.

2.5. ANÁLISIS DE LA TIPOLOGÍA ARQUITECTÓNICA.

Siguiendo las directrices del libro “Casa rural i poblament disseminat a les comarques castellonenques” [Ortells Chabrera et al., 1993] se hace un estudio tipológico arquitectónico de las masías basándolo en ejemplos prácticos.

Generalmente, las masías se colocan formando un núcleo compacto en el territorio, a fin de aprovechar mejor los recursos y estar más protegidos. Por eso es normal que las diferentes viviendas se mimetizan unas con otras y adoptan características muy semejantes. Estas son un poco diferentes dependiendo de la zona y las especificaciones del terreno donde se emplacen.



FOTO 4 Mas d'en Coll (Fotografía autoría estudio Sanahuja&partners)

Fachadas

En cuanto a la altura de las edificaciones de este conjunto, varía entre 1 y 3 alturas según su función, según la topografía del lugar donde están y de las edificaciones vecinas que tienen.

La fachada principal, fachada sur o sureste, tiene dos alturas, la planta baja está destinada a actividades más dinámicas y la primera planta es de descanso y de almacenamiento

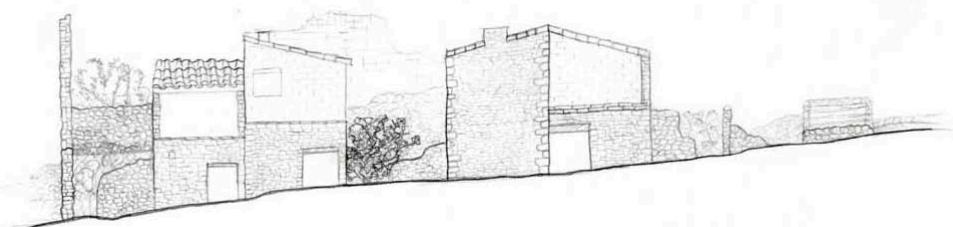


FIG.5. Esquema alzados Mas d'en Coll (autoría estudio Sanahuja&partners)

Esta misma fachada, también es muy habitual encontrar PB + P1 + altillo. El altillo es muy característico y se sitúa retrasado respecto al plano de fachada para no romper la uniformidad del conjunto. Esto hace que la distribución de las viviendas cambie un poco. En la planta baja tienen una entrada que distribuye el establo y una escalera que sube al primer piso donde encontramos la cocina y los dormitorios. Finalmente encontramos el "angorfa" que se utilizaba para el almacenamiento.

La fachada trasera, está orientada a norte y por tanto es la que está más expuesta al frío y al viento de tramontana. Es muy habitual que esta fachada esté directamente comunicada con la era por planta piso.

Sección tipo.

Lo comentado anteriormente de la comunicación del primer nivel de vivienda con la era hace que muchas veces en la parte posterior de la casa, en el 2º nivel, estuviera el pajar, como es el caso del Mas d'en Coll. De esta manera entraba el viento y secaba antes la cosecha, además, la proximidad con la era hacía que el almacenamiento fuera más fácil. Esta distribución de las piezas, hace que la siguiente sección fuera la más frecuente de encontrar en las masías.

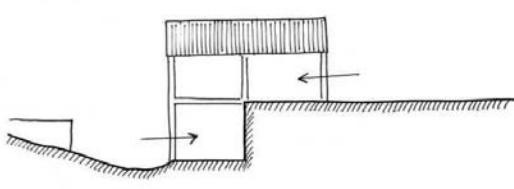


FIG.6. Esquema sección tipo , foto Mas d'en Coll (autoría estudio Sanahuja&partners)

Esquema estructural

Las masías suelen ser núcleos compactos de casas formadas por crujías estrechas y alargadas que menudo comparten los muros portantes laterales., tal y como se describen en el libro "*L'Arquitectura Rural Tradicional a la Ribera del Millars-Castelló*" [Melchor Monserrat, 2001].

En nuestro caso, se adapta a la pendiente montañosa, esto se ve reflejado en su distribución interior, estableciendo diferentes accesos a diferentes niveles según su uso. Las cubiertas son inclinadas para adaptarse a las condiciones climáticas. A menudo se vacían patios en el interior del bloque para mejorar la ventilación, iluminación o accesos secundarios para el ganado.

Distribución.

Las masías solían estar distribuidas según sus dos usos principales: el rebaño y el almacenamiento, y las zonas dedicadas a las personas. En el Mas d'en Coll, la casa está formada por dos crujías. En planta baja, una de ellas está dedicada exclusivamente al rebaño; mientras que en la otra encontramos en la parte sur la cocina y en la norte, justo donde está la era, el pajar. En la planta piso encontramos una franja dedicada exclusivamente a dormitorios.

Aperturas

Este tipo de construcciones, intentan beneficiarse al máximo de los recursos naturales que tienen alrededor para hacer la vivienda lo más confortable posible, ya que los recursos materiales no son los mejores. Por eso intentan aprovechar la radiación solar, abriendo las estancias utilizadas por las personas a sur. De esta manera obtienen iluminación y calor.



FOTO 5 Fachada sur del " mas dels Domenech" (Fotografía autoría estudio Sanahuja&partners)

Lo podemos observar muy bien en el ejemplo del Mas del Domenech, donde la fachada norte es una fachada sin casi ninguna apertura para protegerse del viento de tramontana y del frío. Se utilizaba para almacenar la cosecha y como corrales para el ganado. Mientras que la fachada sur es donde se encuentran todas las aperturas de la vivienda.



FOTO 6 Fachada norte del “ mas dels Domenech” (Fotografia autoría estudio Sanahuja&partners)



FOTO 7 Fachada norte del “ mas d'en Rei ” (Fotografía autoría estudio Sanahuja&partners)

Cuando la era está en la parte norte de la masía y justo pegada a las edificaciones, es muy frecuente que las viviendas estén enterrados una planta respecto la era y que así tengan acceso directo desde esta hasta las “pallises”. Además, así aprovechan el viento de norte para secar antes la cosecha. Este es el caso de la masía Mas d'en Rei

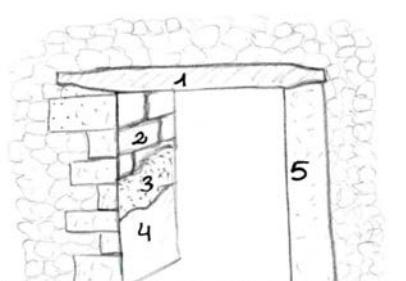


FOTO 8 Fachada norte del Mas Mallorca
(Fotografía autoría estudio Sanahuja&partners)



FOTO 9 Fachada sur del Mas Mallorca
(Fotografía autoría estudio Sanahuja&partners)

Las características constructivas principales de las aberturas eran las siguientes:



1. Umbral de piedra o una rama de árbol
2. Bloques grandes de piedra caliza para ganar estabilidad
3. Rebozado de argamasa
4. Capa de pintura blanca o azul
5. En algunos casos, gran bloque de piedra caliza en vertical para tener estabilidad

FIG.6. Esquema puerta (autoría estudio Sanahuja&partners)

Los materiales.

Los materiales comunes a todas estas construcciones son: madera, piedra, cerámica/barro y la cal:

1. Los forjados hechos de vigas de madera perpendiculares a los muros portantes, mas cañizo o madera, viguetas de madera una capa de mortero y un pavimento cerámico de barro colocado a junta discontinua.
2. Los muros portantes, son de piedra de la zona, ejecutados con morteros a base de agua y cal y revestidos en muchos caso por una capa de cal.
3. Las cubiertas, la mayoría inclinadas, son de teja cerámica árabe.

2.6. CONSTRUCCIÓN POR FASES.

Como ya hemos explicado anteriormente este tipo de construcciones suelen comenzar siendo un conjunto de viviendas formados por diferentes crujías con una estructura muy clara. Pero poco a poco se van añadiendo piezas que pueden ser corrales, "pallises" u otros espacios. Al mismo tiempo, las diferentes piezas también van cambiando de función de las necesidades de cada momento.

También se hacen nuevas particiones y nuevas piezas cuando se reparten los bienes según las herencias, tapiar algunas entradas y ventanas y abren nuevas. Esto hace que las plantas de las masías acaben teniendo una estructura muy compleja y que no se sepa exactamente dónde empieza y dónde termina cada casa.

El mas de Domenech se puede observar claramente la adhesión y la transformación que han ido sufriendo las diferentes piezas con el paso del tiempo



FOTO 10 Mas de Domenech" (Fotografía autoría estudio Sanahuja&partners)

3. DISTINTOS SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA Y AHORRO ENERGÉTICO.

En la actualidad algunas masías siguen siendo autosuficientes en cuanto a una parte de la alimentación, del abastecimiento de agua o de la energía para calefactar. Muchos municipios han logrado hacer llegar la red eléctrica, el agua potable, e incluso sistemas de saneamiento a una parte importante de las masías, pero la lejanía y la dispersión de estas aumentan la dificultad y el coste de unos servicios que, para la mayoría de gente que vive en pueblos o núcleos más grandes, son un derecho normalizado.

Vamos a estudiar algunas de las soluciones que se podrían adoptar en cualquier masía, vivienda aislada y, en general, en cualquier vivienda en el medio rural, tal y como se expone en el libro "Eficiencia energética en rehabilitación de vivienda unifamiliar mediterránea" [Martinez Tejada, 2012], para ser más sostenibles y reducir la dependencia en el suministro externo de energía y agua potable, a los servicios de tratamiento de aguas residuales y la gestión de residuos domésticos.

Antiguamente, todo el gasto energético de un hogar se limitaba a cubrir las necesidades de la cocina y la climatización. Las posibilidades de conseguir energía eran muy limitadas, por lo que los recursos se optimizan al máximo y la mayoría de viviendas se construían de tal forma que pudiera optimizar el calor y la luz del sol. Los avances posteriores provocaron que muchos de los conocimientos tradicionales aplicados a la arquitectura y la construcción se suplieran utilizando nuevas fuentes energéticas y al mismo tiempo que aumentara el consumo no sólo asociado a la climatización, sino a la iluminación, el uso de electrodomésticos, del vehículo, de maquinaria agrícola, etc.

En el caso de las masías donde no llega la red eléctrica, suponen una alternativa viable para disfrutar de autosuficiencia energética; para vivir con comodidad y de forma más sostenible.

La medida más efectiva para ahorrar energía es necesitar poca. Una casa bien aislada, con pocas pérdidas energéticas, necesitará menos aportación externa para mantener la temperatura interior. Si, además, está bien orientada y se optimiza la energía que llega del sol, el consumo para climatizar la disminuye considerablemente., tal y como se expone en "La guía práctica para la rehabilitación y construcción sostenible" [Espasa, 2011].

Factores arquitectónicos como la forma de un edificio, la situación y el tamaño de las ventanas, la presencia de toldos u otras protecciones solares o la ventilación pueden influir considerablemente en la capacidad de un edificio para captar, conservar, almacenar, liberar o protegerse del calor exterior. En un edificio antiguo es difícil modificar algunos de los factores arquitectónicos a los que se puede optar en una obra nueva. Aun así, hay que tenerlos en cuenta a la hora de hacer pequeñas reformas o incorporar soluciones de bajo coste, ya que pueden ayudarnos a ahorrar energía.

En la actualidad existen distintos sistemas para generar energía y electricidad, vamos a enumerarlos y desarrollarlos esquemáticamente.

3.1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Este apartado desarrolla los distintos sistemas de producción de energía eléctrica aplicables a una masía.

3.1.1 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica se basa en la utilización de células solares o fotovoltaicas, fabricadas con materiales semiconductores cristalinos que, por efecto fotovoltaico, generan corriente eléctrica cuando sobre los mismos incide la radiación solar. El silicio es la base de la mayoría de los materiales más ampliamente utilizados en el mundo para la construcción de células solares.

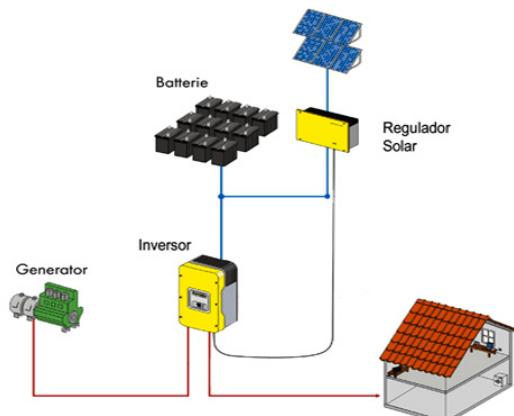
De toda la energía que llega a la célula solar en forma de radiación luminosa, sólo una parte es convertida en energía eléctrica disponible. La eficiencia de conversión en células comerciales al silicio normalmente está comprendida entre el 13% y el 17%.

Un módulo fotovoltaico está formado por un conjunto de células fotovoltaicas conectadas entre sí. Para conseguir una tensión de trabajo más operativa que las que da una única célula (0,5V) los paneles suelen tener interconectadas entre si una cantidad de entre 40 y 60 células con una superficie que oscila entre los 0,8 y 2 m² llegando a tensiones de 20 o 30 V en C.C. Para conseguir la potencia deseada en el generador fotovoltaico (kW) es necesario interconectar los módulos (en serie, paralelo o mixto serie/paralelo).

El coste de cada kWh obtenido mediante un sistema fotovoltaico depende del coste de la instalación, la cual debe amortizarse a lo largo de la vida útil, del coste de explotación y de la energía producida, que depende en gran medida de la radiación solar del emplazamiento.

El coste de la instalación depende del coste de los siguientes elementos: sistema de captación energética, sistema de regulación, sistema de acumulación y sistema de adaptación de corriente.

La energía fotovoltaica no conlleva ningún tipo de emisiones contaminantes ni ningún tipo de amenazas a la seguridad medioambiental durante el funcionamiento, aunque si se genera una pequeña cantidad de emisiones de CO₂ durante la fase de producción. La energía fotovoltaica solo emite de 21 a 65 gramos de CO₂ por kWh.



ESQUEMA 1 "Sistema autónomo de generación de energía solar fotovoltaica" (www.solarta.com)

3.1.2. ENERGÍA EÓLICA.

La energía eólica hace referencia a aquellas tecnologías y aplicaciones en que se aprovecha la energía cinética del viento, convirtiéndola a energía eléctrica o mecánica. Las instalaciones no conectadas a la red, normalmente cubren aplicaciones de pequeña potencia.

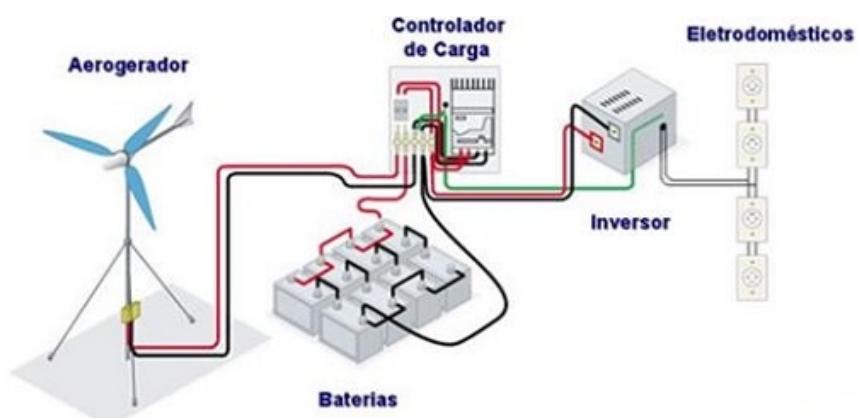
El dispositivo que se utiliza para aprovechar la energía contenida en el viento y transformarla en eléctrica es la turbina eólica. Una turbina obtiene su potencia de entrada convirtiendo la energía cinética del viento en un par (fuerza de giro), el cual actúa sobre las palas o hélices de su rotor. Para la producción de electricidad la energía rotacional es convertida en eléctrica por el generador que posee la turbina; en este caso, llamado aerogenerador. La electricidad generada se puede almacenar en baterías, o utilizar directamente.

El coste de cada kWh obtenido mediante un sistema eólico depende del coste de la instalación, la cual debe amortizarse a lo largo de su vida útil; del coste de explotación; y de la energía producida, que dependen en gran medida del viento del emplazamiento.

El coste de la instalación depende del coste de los siguientes elementos: aerogeneradores, obra civil (accesos, cimentaciones, edificaciones), sistema eléctrico (líneas eléctricas, transformadores, sistemas de control).

Para instalaciones aisladas se requiere de un sistema de almacenamiento en batería de la energía generada, para poder disponer de energía cuando no haya suficiente viento. Esto representa un costo adicional al sistema.

Su impacto al medio ambiente es mínimo: no emite sustancias tóxicas o gases, por lo que no causa contaminación del aire, el agua y el suelo, y no contribuye al efecto invernadero y al calentamiento global. La producción de energía por medios eólicos no presenta incidencia alguna sobre las características fisicoquímicas del suelo o su erosiónabilidad, ya que no se produce ninguna contaminación que incida sobre este medio, ni tampoco vertidos o grandes movimientos de tierra.



ESQUEMA 2 “Sistema autónomo de generación de energía minieólica” (energias-renovables-y-limpias.blogspot.es)

3.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA

Este apartado desarrolla los distintos sistemas de producción de energía térmica aplicables a una masía y está basado parte en *"Sistemas eficientes de calefacción para vivienda de Turismo Rural"* [Morell Fernández, 2008] y parte en la experiencia profesional adquirida en los últimos años.

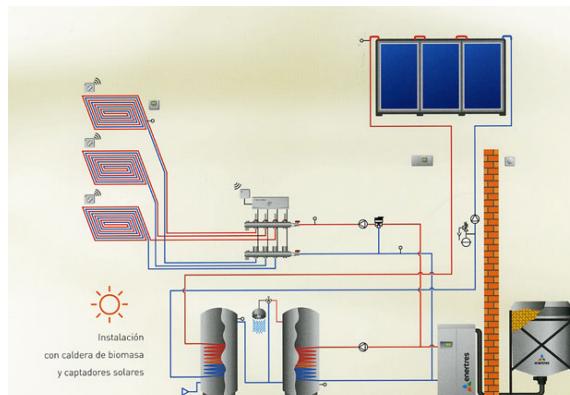
3.2.1. ENERGÍA DE LA BIOMASA

La biomasa es el nombre dado a cualquier materia orgánica de origen reciente que haya derivado de animales y vegetales como resultado del proceso de conversión fotosintético. La energía de la biomasa deriva del material de vegetal y animal, tal como madera de bosques, residuos de procesos agrícolas y forestales, y de la basura industrial, humana o animales.

La biomasa puede utilizarse para obtener energía térmica (el más común), eléctrica y mecánica. En el caso de las viviendas, la única aplicación rentable es la energía térmica, por calefacción y para la obtención de agua caliente sanitaria.

Antes de que la biomasa pueda ser usada para fines energéticos, tiene que ser convertida en una forma más conveniente para su transporte y utilización.

Los costes totales están ligados a los costes de amortización de la inversión, a los costes del combustible y a los costos de operación y mantenimiento. Entre estos costes, el generado por la adquisición del combustible (biomasa) representa aproximadamente el 50% del coste de la unidad energética producida. Los costes de inversión son función de la capacidad instalada. Estos costes pueden suponer un 30% de costes de la unidad energética generada. Los costes de operación y mantenimiento dependen de muchos factores, pero pueden estimarse entre el 16-22% del coste de la unidad energética generada.



ESQUEMA 3 "Instalación con caldera de biomasa" (www.fontaneria-cubillas.es)

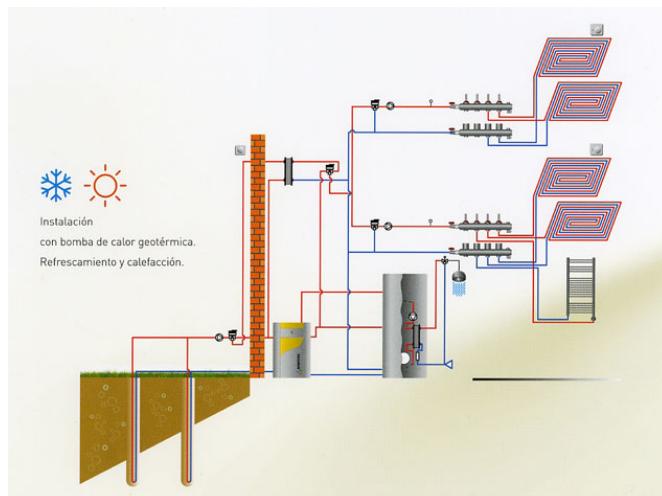
3.2.2. ENERGÍA GEOTERMICA

La bomba de calor es un sistema reversible que puede suministrar calor o frío, a partir de una fuente externa cuya temperatura es inferior o superior a la del local a calentar o refrigerar, utilizando para ello una cantidad de esfuerzo eléctrico comparativamente pequeña.

Una bomba de calor geotérmica es una bomba de calor, que mediante un fluido que circula por una sonda enterrada, absorbe o cede calor al subsuelo. Este tipo de bomba de calor tiene una eficiencia energética superior a la bomba de calor aire-aire o aire-agua, puesto que se beneficia de la característica que el suelo presenta una temperatura constante a lo largo de todo el año.

Las ventajas de las BCG son múltiples, ya que se conjugan el concepto de ahorro y eficiencia (entre el 40% y el 60% de la energía primaria que se utiliza en climatización, según el sistema con el que se compare), el hecho de ser una fuente de energía renovable y múltiples ventajas en cuanto a integración arquitectónica, facilidad de mantenimiento y escasez de ruido.

Los costes totales están ligados a los costes de amortización de la inversión, y a los costos de operación y mantenimiento. Entre los costes de la inversión están la adquisición de los equipos, que representa un 55% de la inversión, la perforación para la instalación de los pozos de intercambio un 25%, aunque este porcentaje dependerá del terreno. Los costes de inversión son función de la capacidad instalada.



ESQUEMA 4 "Instalación con bomba de calor geotérmica" (www.fontaneria-cubillas.es)

3.2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.

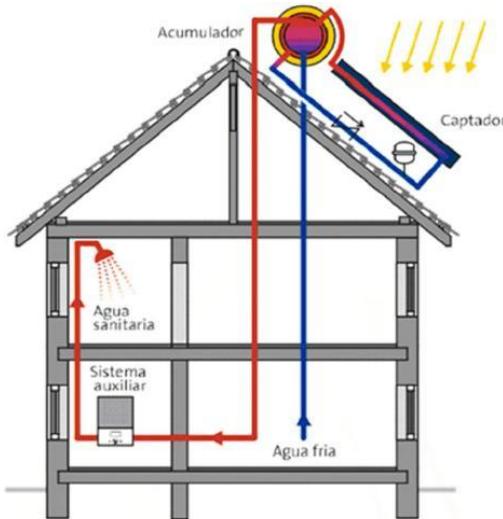
El principal objetivo de una instalación solar es generar un ahorro significativo de la energía convencional y reducir emisiones de CO₂.

El sol es una fuente de energía inagotable, su aprovechamiento depende de muchos factores algunos de los cuales podemos controlar, como son los que afectan a la inclinación y ubicación de los captadores.

El objetivo es diseñar una instalación que garantice el aporte energético en función de la demanda, sin olvidar que es inevitable el apoyo de otro sistema como sistema de energía auxiliar.

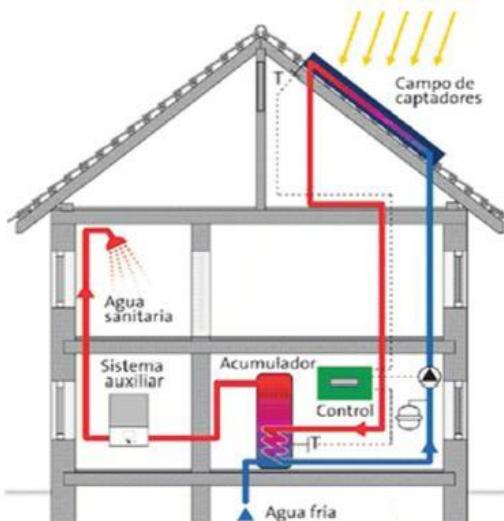
Los sistemas solares térmicos son, mayoritariamente, sistemas indirectos, esto es, el fluido que circula por los captadores solares está físicamente separado del circuito de consumo. Se diferencian principalmente por la configuración del circuito primario, que conecta los captadores y el acumulador.

Los equipos por termosifón presentan una circulación natural, basada en las corrientes de convección que se forman en los fluidos a baja temperatura, en este caso el captador solar debe estar situado a un nivel inferior al del acumulador y el circuito primario debe ser lo más corto posible.



ESQUEMA 5 "Instalación solar térmica con termosifón" (www.lidersolar.es)

Los circuitos con circulación forzada disponen de un circulador o bomba que impulsa el fluido en dirección a los captadores. Se trata siempre de sistemas indirectos compuestos por captadores, acumulador, sistema de control, grupo de circulación y elementos de seguridad



ESQUEMA 6 "Instalación solar térmica con circulación forzada" (www.lidersolar.es)

4. USO DEL AGUA EN EL ENTORNO RURAL.

En las masías y casas rurales, aparte de los problemas habituales de abastecimiento de agua que se dan en toda la cuenca mediterránea, se suman los problemas para hacer llegar la red pública. En este contexto, las medidas de aprovechamiento, reutilización y ahorro tienen todavía mayor alcance y relevancia.

Aprovechar las aguas pluviales, instalar sistemas de reutilización de las aguas grises y sistemas de ahorro son medidas bastante sencillas y muy eficientes para disminuir el consumo de agua de un hogar sin afectar la calidad de vida.

Estas soluciones, acompañadas de una instalación autónoma de saneamiento de aguas puede ayudar a que las viviendas aisladas sean autosuficientes en todos los aspectos que hacen referencia al ciclo del agua, y que se minimice el impacto ambiental en términos de contaminación de las aguas terrestres y subterráneas.

Hay una gran cantidad de sistemas que se pueden aplicar a una vivienda. Algunos requieren ser planificados previamente y una cierta inversión de dinero, como la instalación de un sistema de captación o recogida de agua de lluvia o de reutilización de aguas grises. Otros sin embargo, se fundamentan en la incorporación de sistemas y dispositivos más sencillos que se pueden instalar fácilmente.

Algunos de los sistemas para ahorrar agua en una vivienda están destinados a reducir el consumo de los grifos, los electrodomésticos, los sanitarios y los jardines.

A continuación, vamos a exponer el funcionamiento de la reutilización de esta agua.

4.1. RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES.

El agua de lluvia puede sustituir al agua potable para diferentes usos domésticos. Podemos utilizar el agua de lluvia para hacer funcionar la lavadora, el lavavajillas, el inodoro o para regar las plantas y el huerto. Con sistemas de depuración adecuados, incluso se puede utilizar para el consumo humano.

Cuando llueve, el agua se recoge en una superficie como puede ser el tejado de la masía o de una vivienda. Dependiendo de la superficie de la cubierta, se recogerá más o menos agua. Esta agua se canaliza y se hace pasar por un filtro para evitar que entren residuos. Si el agua se recoge sin filtro, no es aconsejable utilizar-la para instalaciones domésticas (lavadora, lavavajillas ...). En todo caso, puede usarse para regar las plantas o el huerto.

El agua se almacena en un depósito. De depósitos hay de muchos tipos diferentes (exteriores, enterrados, con bomba de distribución, etc). Es importante evitar que le dé la luz o que esté expuesto al calor. Para dimensionar el depósito correctamente, debemos estudiar las precipitaciones del municipio.

El agua se distribuye en la casa mediante una bomba que puede ser exterior o sumergida. Si además se instala un sistema de depuración por rayos ultravioletas, el agua puede ser apta para el consumo humano.

4.2. APROVECHAMIENTO DE AGUAS GRISES

Las aguas grises son las que provienen de la cocina, la lavadora, el lavavajillas y el cuarto de baño (ducha y grifos). Normalmente se tratan como aguas residuales, pero con una instalación adecuada pueden ser reutilizadas para usos no potables como la cisterna del baño, el riego del huerto, la limpieza de exteriores o la limpieza del coche. De esta manera, podemos ahorrar una gran cantidad de agua (hasta un 25%).

El sistema de recogida se basa en la recuperación de las aguas residuales de la vivienda poco contaminadas para ser reutilizadas, una vez filtradas y tratadas, para tener una nueva funcionalidad y uso a la vivienda.

El agua utilizada del cuarto de baño y la lavadora se canaliza y se hace pasar por unas tuberías independientes que tienen instalados unos filtros de tamaño adecuado para evitar que entren residuos. Esta agua se dirige a un depósito donde se depura y desinfecta. Para devolver el agua hacia las cisternas del baño, por ejemplo, se requieren unas bombas de bajo consumo.

En caso de que la vivienda cuente con un sistema de recogida de aguas pluviales y éstas no se utilicen para el consumo humano, las instalaciones pueden ser complementarias con la reutilización de las aguas grises.

4.3. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales domésticas son las aguas procedentes de viviendas y servicios, generados por las actividades domésticas y por el mismo metabolismo humano. Estas aguas han sufrido una alteración de sus características naturales, pueden ser contaminantes, por ello deben ser tratadas específicamente. El vertido y tratamiento en núcleos urbanos se soluciona mediante los sistemas de alcantarillado y plantas depuradoras; en masías y viviendas aislados, se deben buscar alternativas que permitan devolver las aguas en el medio natural en condiciones adecuadas para que no sean contaminantes.

Existen distintos sistemas para conseguir esto:

Fosa séptica (decantador-digestor)

Consiste en una cámara cilíndrica dividida en dos compartimientos. Provista de un respiradero para facilitar la salida de los gases. En su interior se suceden dos procesos: decantación (para la eliminación de las partículas menores de un determinado tamaño, sólidos en suspensión, que no se han podido eliminar en el pretratamiento) y fermentación (las bacterias en determinada concentración dentro de los reactores biológicos realizan la eliminación de los contaminantes biodegradables hasta límites adecuados). El mantenimiento necesario consiste en la extracción de los lodos cada 1 ó 2 años.

Compacto fosa-filtro biológico

Consiste en una cámara cilíndrica dividida en tres compartimientos, donde se suceden dos formas de tratamiento, uno físico, la decantación que tiene lugar en el primer compartimento, otro biológico la digestión anaeróbica (proceso bacteriano que se

realiza en ausencia del oxígeno) en el segundo compartimiento, y en el tercero se complementa la depuración mediante un proceso de filtración y oxidación (el agua residual se introduce en el recinto de aireación de la depuradora donde se realiza un aporte de aire a través de difusores). El mantenimiento necesario consiste en la extracción de los lodos cada 1 ó 2 años.

Depuradora de oxidación total

Consiste en una cámara cilíndrica dividida en dos compartimientos. Provista de un respiradero para facilitar la salida de los gases. Es ideal para tratar las aguas fecales de viviendas familiares. En su interior se suceden tres procesos: Desbaste, Oxidación Biológica y Decantación.

Pozos filtrantes

Los pozos filtrantes o pozos de infiltración son excavaciones normalmente cilíndricas de una profundidad entre 4,00-6,00m y un diámetro entre 1,50-3,00m. El terreno debe de estar lleno por gravas, arenas gruesas o medias. Esta técnica permite filtrar el agua residual pretratada en el suelo en espacios muy reducidos, obteniéndose agua bastante limpia.

La depuración de las aguas residuales se consigue mediante el conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos, que tienen lugar en su discurrir a través del terreno. La capacidad de infiltración del terreno es el parámetro clave para el dimensionamiento de este tipo de sistemas de depuración, descartándose aquellos suelos de naturaleza excesivamente permeable o impermeable. La aplicación del agua residual al suelo debe realizarse de forma intermitente, para permitir la necesaria aireación del terreno, imprescindible para la degradación bacteriana vía aerobia.

Zanjas filtrantes

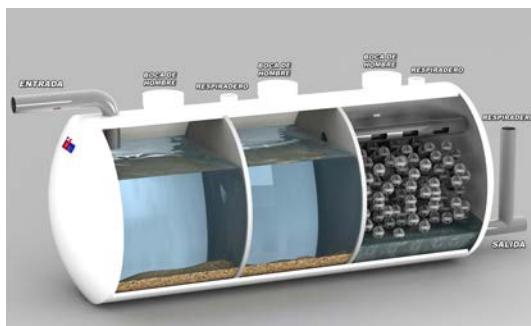
Son zanjas de poca profundidad (< 1,00m) y anchura (0,40-0,80m), excavadas en el terreno, que recogen y distribuyen las aguas residuales pretratadas, a través de una tubería de drenaje, colocada sobre un lecho de arena y cubierta de grava.

La superficie de infiltración está constituida por el fondo de las zanjas, aunque en caso de posibles atascamientos, las paredes verticales pueden contribuir a la infiltración de las aguas.

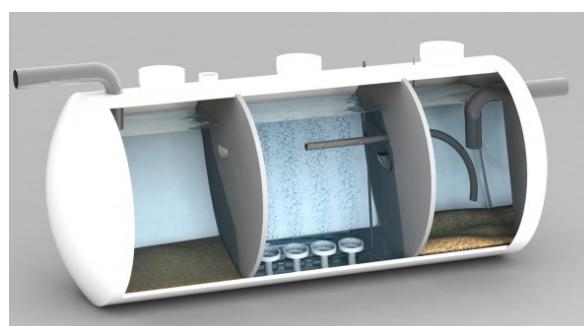
Las aguas residuales procedentes del tratamiento primario descargan en una arqueta de reparto, que permite la alimentación alternada de las distintas zanjas, lo que facilita la oxigenación de las que quedan en reposo.

No deben existir acuíferos someros que puedan contaminarse con efluentes sin el debido grado de tratamiento.

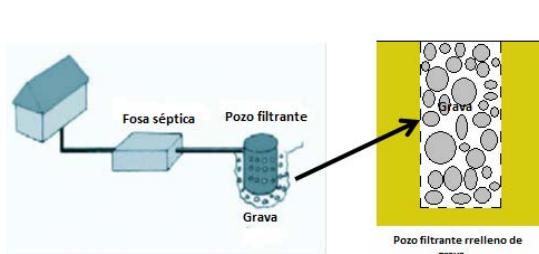
A continuación se describen los sistemas con unos esquemas de funcionamiento:



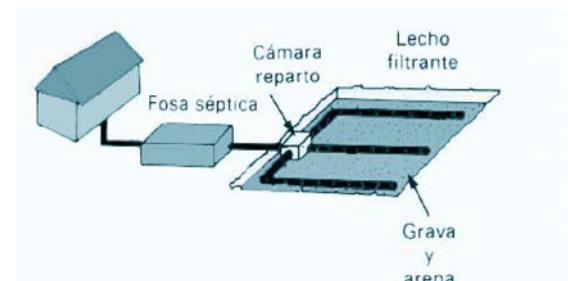
ESQUEMA 7 Equipo compacto fosa-filtro biológico
(www.idmsl.net)



ESQUEMA 8 Equipo depuradora de oxidación total
(www.idmsl.net)



ESQUEMA 9 Pozos filtrantes (www.tecdepur.com)



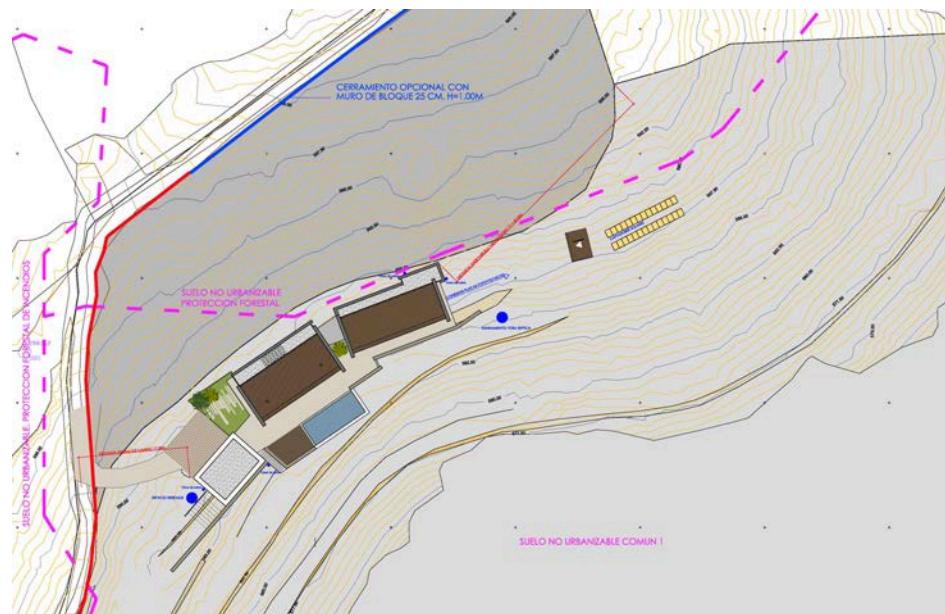
ESQUEMA 10 Equipo compacto fosa-filtrobiológico
(www.idmsl.net)

5. EJEMPLO REAL DE UNA VIVIENDA DE NUEVA CONSTRUCCIÓN EN EL ENTORNO RURAL DEL MAESTRAZGO.

Tras haber hecho un breve recorrido, por los distintos sistemas de generación de energías, y tras estudiar el funcionamiento de las masías tradicionales, vamos a explicar el caso real de una vivienda de nueva construcción en el Maestrazgo de Castellón, un estudio comparativo de los sistemas de generación de energía mas adecuados para este caso particular, y como influye esto en el diseño de la vivienda y viceversa.

La vivienda unifamiliar que vamos a desarrollar es un proyecto del estudio de arquitectura Sanahuja&partners, con fecha de proyecto de 2012 y en fase de construcción en la actualidad.

El emplazamiento donde se ubica la vivienda es un solar en la sierra de Engarceran, de muy difícil acceso y en lo alto de la montaña. El solar esta abancalado, para poder labrarlo, siendo los almendros uno de los arboles mas predominantes en el mismo. En el solar había una antigua masía, la cual no se pudo rehabilitar debido al mal estado de la misma, pero si utilizamos su ubicación para el emplazamiento de la nueva vivienda.



Emplazamiento en topográfico vivienda.

El utilizar el emplazamiento original de la masía previa existente, nos hace remarcar las buenas orientaciones que ya tenían las masías de aquella época. En el emplazamiento de la nueva vivienda, se tuvo en cuenta las orientaciones, colocando la vivienda con orientación sur, permitiendo el máximo de radiación solar al día, (tal y como ya estaba la masía original). Pero pensando que debido al clima Mediterráneo esa orientación sur tendría que tener unas protecciones solares especialmente para verano que es cuando el sol tiene mayor incidencia. Otro factor que se ha tenido en cuenta en la implantación de la vivienda es la topografía del solar, se ha intentado insertar la vivienda de manera que quede lo mas integrada posible en el paisaje.



Sección de la vivienda

paredes de piedra en seco de gran espesor, lo que les da mas inercia y permite también conservar mas las temperaturas interiores de la vivienda frente a las exteriores, permitiendo que la vivienda se mantenga fresca en los meses de verano y cálida en los meses de invierno. Grandes ventanales donde podemos captar luz (orientación sur) y ventanas mas pequeñas y protegidas (orientación norte) en las orientaciones donde no se capta tanta luz solar y además permite protegerse de las precipitaciones.

En el diseño de la vivienda, se ha tenido en cuenta, la doble ventilación, es decir ventilación cruzada en todas las estancias, esto permite refrescar la vivienda de manera natural sin tener que usar ningún otro sistema energético. Por otro se han utilizado materiales autóctonos, como son las



Planta distribución vivienda

Es una vivienda en una sola planta, con varios módulos uno de uso para garaje, otro para uso de día, donde se encuentra el salón comedor y la cocina y otro modulo que es donde se encuentran los dormitorios. Los tres módulos están situados en la parcela siguiendo la topografía de la misma, buscando al máximo la integración de la vivienda en el paisaje y en su entorno. En su emplazamiento se han utilizado la reconstrucción de bancales de piedra, recreando aun mas su estado original. Todos los volúmenes están formados por cubierta inclinadas, tanto por la climatología de la zona como por la integración en el paisaje. La vivienda se abre al sur con unos grandes ventanales, mientras que a la fachada norte se cierra con ventanales de sección menor.

En la construcción del edificio, se han utilizado materiales autóctonos de la zona como la piedra de los muros que forman la vivienda y los bancales que se han reconstruidos y además hemos ido materiales como el hormigón visto, el hierro para las carpinterías, a cerámica y la madera, que son materiales básicos y típicos de las construcciones del maestrazgo.



Al encontrarse la vivienda totalmente aislada de cualquier núcleo de población, esto nos obligó a tener que buscar soluciones alternativas para la generación de las energías necesarias para poder ser habitada, distintas de lo convencional, que es conectarse a una red existente en la ciudad.

En la tabla adjunta se presentan las necesidades energéticas de la vivienda, tanto eléctricas como térmicas, para ello se ha estimado un consumo medio de energía eléctrica de aproximadamente 7,00kWh/día y una utilización de la energía térmica de 1500 h/año.

POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA	4,00 kW
ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA	2.600 kWh/año
POTENCIA TÉRMICA INSTALADA	20,00 kW
ENERGÍA TÉRMICA CONSUMIDA	30.000 kWh/año

En base a estos datos se plantean unas instalaciones capaces de satisfacer estas necesidades tanto eléctricas como térmicas. Para el estudio se ha simplificado la instalación teniendo en cuenta que la instalación de energía solar térmica es reglamentariamente obligatoria y por tanto, supone un coste fijo en los dos tipos de instalación.

En lo que respecta a la energía eléctrica, el primer aspecto a tener en cuenta es el coste de instalación de cada uno de los sistemas, existen costes comunes a ambos sistemas como son la instalación de regulación, carga, control e inversores, así como también la instalación de acumulación y la de generación alternativa, ya que en ambos sistemas es necesario la instalación de un grupo electrógeno que sirva de apoyo en caso de que no se disponga de la suficiente energía tanto solar como eólica. En tercer lugar se valora la posibilidad de conexión a la red eléctrica, en cuyo caso, será necesario la realización de las infraestructuras necesarias para la conexión, debiendo realizar el tendido de la red correspondiente desde la vivienda hasta el punto más próximo que disponga la compañía suministradora.

	CAPTACIÓN	REGULAC.	ACUMUL.	APOYO	TOTAL
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLT.	7.660€	11.885€	31.980€	6.410€	57.935€
ENERGÍA EÓLICA	12.600€	11.885€	31.980€	6.410€	62.875€
CONEXIÓN A RED ELÉCTRICA					115.000€

Una vez determinado el coste instalación, otro factor a tener en cuenta es el coste de funcionamiento, para ello será necesario calcular el coste que supone cada uno de los sistemas.

	COSTE INSTALAC. (€)	COSTE FUNCION. (€/año)	COSTE FUNCION. (€/kWh)	INCREM. ANUAL (%)	TOTAL 10 años	TOTAL 25 años
E. SOLAR FOTOVOLT.	57.935€	1.350€	0,519	5,00%	74.915€	122.366€
E. EÓLICA	62.875€	1.280€	0,492	5,00%	78.975€	123.966€
RED ELÉCTRICA	75.000€	3.892€	1,497	5,00%	123.966 €	260.754€

En cuanto al sistema de producción de energía eléctrica, la conexión a la red eléctrica es lo más costoso en cuanto a inversión dada la inexistencia de infraestructura en la zona, mientras que los costes de instalación del sistema de energía solar fotovoltaica y energía eólica son similares aunque la energía eólica es sensiblemente más costosa debido principalmente a su menor recorrido e implantación lo que hace que el coste de los equipos sea mayor.

Los costes de funcionamiento, en el caso de las energías renovables se reducen a los costes de mantenimiento mientras que en la energía eléctrica se tiene que tener en cuenta la facturación del término de potencia contratada y de la energía consumida, por lo tanto, nuevamente es el sistema más costoso, por lo que se debería descartar esta opción.

Por su parte, cuando se evalúa el coste a medio y largo plazo de los sistemas renovables se puede observar que aunque a largo plazo los costes de se equiparan,

inicialmente la energía solar fotovoltaica es la más económica, motivo por el cual se eligió dicho sistema para la vivienda objeto de estudio.

Los inconvenientes que presenta este sistema, como pueden ser la necesidad de espacio para el campo de captación y el impacto visual de la instalación se han subsanado aprovechando el terreno disponible en la parcela.

Por otra parte, para la energía térmica se realizará un procedimiento análogo, comparando los costes asociados a cada uno de los sistemas. La instalación interior en ambos casos es la misma por lo que únicamente se compara la instalación para generación de energía térmica.

En el caso de la instalación con caldera de biomasa se debe valorar la caldera, el sistema de almacenamiento y el de alimentación de la caldera; mientras que en el caso de la bomba de calor geotérmica hay que tener en cuenta tanto los equipos como la instalación del intercambiador de calor con el terreno.

Para obtener una visión más general, se compararán los sistemas descritos con un sistema tradicional de caldera convencional alimentada con gasóleo.

GASÓLEO C	12.100€
GEOTERMIA	22.961€
BIOMASA	17.905€

Una vez analizado el coste de instalación, otro factor a tener en cuenta es el coste de funcionamiento, para ello será necesario calcular el coste por kWh que supone cada uno de los diferentes sistemas. En la tabla siguiente se recoge el coste que representa cada uno de los sistemas, tanto en calefacción como en ACS.

	COSTE INSTALAC. (€)	COST FUNCION. (€/año)	COSTE FUNCION. (€/kWh)	INC. ANUAL (%)	TOTAL 10 años	TOTAL 25 años
GASÓLEO C	12.100€	3.356€	0,112	5,00%	54.311€	172.272€
GEOTERMIA	22.961€	3.902€	0,130	5,00%	72.040€	209.192€
BIOMASA	17.905€	2.250€	0,075	5,00%	46.205€	125.291€

En el caso de la bomba de calor geotérmica hay que tener en cuenta que la alimentación de este sistema es mediante electricidad por lo que se deberá tener en cuenta la necesidad de incrementar la capacidad del sistema de generación de electricidad y que dicho coste se debe repercutir en la instalación. A su vez, cabe señalar que para los cálculos se ha tomado un valor de COP estacional de 3,99.

En lo que respecta a la caldera de biomasa, un factor importante es la necesidad de espacio para almacenamiento de combustible, para este caso, se considera, en base a la experiencia, unas necesidades de 250kg de combustible por kW de potencia de la caldera, lo que supone unos 5.000kg de combustible por temporada, que en términos

de volumen representan aproximadamente 8m^3 de volumen de almacenamiento, a razón de 650kg/m^3 .

En referencia a la producción de energía térmica, comprobando los costes de instalación ya se puede comprobar que el sistema de bomba de calor geotérmica es con diferencia el más costoso, si a ello le añadimos el hecho de que por tratarse de un sistema que funciona con energía eléctrica se le añade el sobrecoste de ampliar la instalación de generación de electricidad, podemos descartar dicha alternativa.

Entre la caldera de biomasa y otra convencional, aunque el coste de instalación es algo superior en el primer caso, el coste de funcionamiento es mucho menor por lo que a medio y largo plazo es el sistema más rentable, además de tratarse de una energía mucho más limpia.

El inconveniente es, una vez mas, el espacio necesario que en este caso se tuvo en cuenta y se realizó un diseño apropiado disponiendo de un espacio para almacenamiento adecuado capaz de satisfacer la demanda por lo que únicamente será necesaria una recarga del silo por temporada.

En relación al uso del agua, se ha desarrollado una red separativa en la vivienda, las aguas pluviales y las aguas residuales. Al encontrarseemplazada la vivienda en un punto tan alto del municipio está cerca del deposito municipal, lo que nos ha permitido engancharnos a la red potable de agua del municipio. No obstante las aguas pluviales se acumulan en un aljibe y se aprovecharan para el regadío de la parcela. Las aguas residuales, van a una fosa séptica conectada a un sistema de filtrado para devolverlas al terreno a una distancia prudencial de la vivienda.

6. CONCLUSIONES.

Tras haber desarrollado un estudio de la masía tradicional, su emplazamiento, los materiales que utilizaban, como eran autosuficientes, como la topografía, la protección respecto al sol y los vientos condicionaban su ubicación en el terreno, podemos determinar que, ya en aquella época, las viviendas del Alto Maestrazgo, utilizaban métodos para poder hacer las viviendas sostenibles, adaptadas a sus necesidades.

Si es verdad, que la sociedad de hoy en día ha cambiado mucho, sus costumbres, sus hábitos y sus demandas son distintos respecto a la época de las masías del siglo XVIII, sin embargo si podemos afirmar que muchos de los métodos que ya usaban nuestros antepasados en la construcción de las viviendas son nuevamente utilizados en la actualidad, combinándolos con la utilización de sistemas de generación de energías, electricidad y de reutilización de las aguas, haciendo las viviendas en el ámbito rural mas sostenibles.

¿Qué hay que tener en cuenta tras lo estudiado para la proyección de una vivienda de nueva planta sostenible en un entorno rural similar a Alto Maestrazgo castellonense?

Lo primero y mas importante es la implantación en el terreno, diseñar la vivienda buscando las buenas orientaciones, abriéndose hacia al sur y protegiéndose hacia el

norte y permitiendo una ventilación cruzada entre sus fachadas opuestas. A su vez insertar la vivienda en la topografía del terreno adaptándola a la misma, evitando de esa manera el impacto visual en el paisaje. Algo que ya hacían nuestros antepasados con las masías tradicionales.

Lo segundo, buscar materiales autóctonos de la zona, como las paredes de mampostería de gran sección e inercia, que permitan mantener el calor en invierno y el frío en verano, las cubiertas inclinadas de teja cerámica, que facilitan de manera más sencilla la evacuación de las aguas pluviales, los pavimentos de barro o cerámica, que son buenos transmisores de frío y de calor.

Lo tercero, según las características del terreno y su localización hay que hacer un estudio comparativo de costes y de implantación, de los diferentes sistemas que hay para la generación de energías eléctricas, suponiendo que no tenemos red eléctrica en el emplazamiento, y decidir entre la energía solar fotovoltaica o la energía eólica. Lo mismo habría que hacer respecto a la generación de energía térmica, comparando entre biomasa y geotermia, descartando desde un principio el uso de combustibles tradicionales (por no ser sostenibles) y destacando un inconveniente de la geotermia, que requiere de electricidad para su puesta en funcionamiento. En esta comparativa además de los costes económicos hay que tener en cuenta, desde la fase de anteproyecto de la vivienda, que sistemas se decide, ya que ellos influirá en el diseño y reserva de los espacios de la vivienda ya que por ejemplo en un sistema de biomasa es muy importante el espacio para el almacenamiento de la biomasa (en esta comarca el más típico son los “pelets” pieles secas de almendras), mientras que con un sistema de geotermia no lo necesitamos, con un sistema de energía fotovoltaica o eólica, hay que ver su incidencia en el terreno colindante a la vivienda, su buena orientación para una buena captación solar o de viento. El sistema de calefacción más óptimo para la menor perdida de calor es mediante el suelo radiante.

Por último, como ya se hacían en las masías tradicionales, hay que diseñar la vivienda con red separativa, pensando en la recuperación de agua pluvial y en su reutilización, del mismo modo que con las aguas residuales hay que utilizar un sistema que permitan devolver las aguas al medio natural en condiciones adecuadas para que no sean contaminantes. (Fosa séptica, depuradora de oxidación total, pozos filtrantes y zanjas filtrantes).

Podríamos afirmar que en el marco del Maestrazgo de Castellón, podemos combinar la ejecución de una vivienda de arquitectura tradicional mediterránea, con muros de piedra de gran sección junto con la generación de energías renovables. Podemos calefactarla mediante suelo radiante con una caldera abastecida de un sistema de energía térmica de biomasa y obtener la energía eléctrica mediante un sistema de placas fotovoltaicas. Además habría mejorar sus ventilaciones mediante el diseño de ventilaciones cruzadas para mejorar las temperaturas en los meses de verano, colocar protecciones solares en las orientaciones sur mediante sistemas de brisolei o toldos y recuperar las aguas pluviales mediante aljibes de recogida de agua. Con todo esto podemos concluir que nos estamos acercando “*hacia una arquitectura rural de balance cero*”

7. BIBLIOGRAFÍA

[Adell Ortigues, 2001] Adell Ortigues, Joan. *Els masos de Rossell: estudi i mostra fotogràfica de micropoblacions tradicionals al terme de rossell*, 230 páginas, ISBN 8460728579, 2001

[Almela y Vives, 1960] Almela y Vives, Francisco. *La vivienda rural valenciana*, 95 páginas, Semana Gráfica (editorial), 1960.

[Espasa, 2011] Espasa, Laia (responsable tècnica), Consorci per al Desenvolupament de la Catalunya Central, Proyecto Masovera, , *La Masia sostenible. Guia practica para la rehabilitación y construcción sostenible*, 79 páginas, Gràfiques Muval (editorial), Consorcio para el desarrollo de Cataluña central, 2011

[Martinez Tejada, 2012] Martinez Tejada, Alejandro Samuel, *Eficiencia energética en rehabilitación de vivienda unifamiliar mediterránea tipo*, 150 páginas, Universitat Politècnica de València (editorial), 2012

[Melchor Monserrat, 2001] Melchor Monserrat, José Manuel. *L'Arquitectura Rural Tradicional a la Ribera del Millars-Castelló*, 96 páginas, Servicio de Publicaciones Diputación de Castellón (editorial), ISBN 8489944210, 2001

[Mina, 1983] Mina , Joan F., *Temas d'etnografía Valenciana. Volume I*, Diputación Valenciana, 1983

[Morell Fernández, 2008] Morell Fernández, Alejandro, *Sistemas eficientes de calefacción para vivienda de Turismo Rural*, 42 páginas, VII Jornadas abulense de energías renovables, Agencia Provincial de la Energía, Diputación de Ávila (editorial), 2008

[Ortells Chabrera et al., 1993] Ortells Chabrera, Vicent y Selma Castell, Seri. *Casa rural i poblament disseminat a les comarques castellonenques*, 56 páginas, Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana, Demarcación de Castellón (editorial), 1993

[Pérez de los Cobos Girones, 2005] Pérez de los Cobos Girones, Francisco. *Alquerias, masías y Heredades de la Comunidad Valenciana*, Frederico Domenech (editorial), 233 páginas, ISBN 8495031531, 2005

[Ruiz et al., 2012] Ruiz, Valeriano; Andrades, Francisco D.; Ruiz, Sergio; García, Diego; Dominguez, Abel; Rodríguez, Fátima; Alcauza, Jorge; Castejón, Gema. *Energías renovables en el mundo rural – El caso práctico de una granja abastecida por energía solar*, 51 páginas, Series Tecnologías Energéticas de Futuro. Centro Tecnológico Avanzado de Energías Renovables (editorial), 2012