



---

# Universidad de Valladolid

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA  
GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

**REDISTRIBUCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE UNA FINCA GANADERA  
EN UNA GRANJA ESCUELA CON AUTOSUFICIENCIA ENERGÉTICA**  
LEVANTAMIENTO Y DESARROLLO DE LAS INSTALACIONES MEDIANTE  
SISTEMAS BIM

AUTOR: LORENZO PUENTE RECUERO

TUTOR: MIGUEL ÁNGEL PADILLA MARCOS

SEPTIEMBRE 2020

## **RESUMEN**

Este trabajo trata sobre la remodelación de una finca ganadera desde su estado actual hasta la transformación y acondicionamiento en una granja escuela, atendiendo principalmente al desarrollo de las instalaciones para conseguir la autosuficiencia energética en la misma.

Desde un punto de vista personal se abarca el tema de la necesidad de transformar el espacio actual de la finca en uno nuevo apto para el turismo, y así lograr el cambio en el modelo productivo para adecuarlo a las exigencias del momento presente. Se plantea un desarrollo del conjunto mediante modelaje en tres dimensiones para comprender la visión y relación total de los espacios, tanto en el momento actual como en la propuesta de reforma que se aborda.

Existe un eje central del trabajo basado en el funcionamiento del sistema de instalaciones como punto principal de la propuesta, exponiendo la necesidad de conseguir un entorno autosuficiente en el que la energía solar lo hace posible, como fuente renovable no contaminante. Todos los desarrollos de las principales instalaciones se ejecutan mediante un trazado en planta y espacio, y un cálculo de los elementos principales.

## **PALABRAS CLAVE**

- Granja escuela
- Energía solar
- Fotovoltaica
- Autosuficiencia energética
- Instalaciones



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. MOTIVACIÓN PERSONAL.....	7
3. ¿QUÉ ES UNA GRANJA ESCUELA?.....	8
4. DEFINICIÓN DEL PROYECTO.....	9
5. PROPUESTA.....	17
5.1 REFORMA DE LOS EDIFICION EXISTENETES.....	19
5.2 NUEVAS CONSTRUCCIONES.....	23
6. EL SOL COMO FUENTE DE ENERGÍA.....	17
6.1 CLASIFICACIÓN DE LA ENERGÍA.....	32
6.2 FUNDAMENTOS DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	23
6.3 NORMATIVA VIGENTE.....	39
6.1 CARACTERÍSTICAS DEL SOL EN EL PROYECTO.....	40
7. DESARROLLO DE LASINSTALACIONES.....	47
7.1. INSTALACIONES DE AGUA.....	47
7.1.1. AGUA FRÍA Y AGUA CALIENTE.....	47
7.1.2. SANEAMIENTO.....	60
7.2. INSTALACION DE CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN.....	66
7.3. INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN.....	77
7.4. INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD FOTOVOLTAICA.....	88
7.5. INSTALACIONES PASIVAS.....	99
8. CONCLUSIONES.....	101
9. BIBLIOGRAFÍA.....	103



Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

# 1. INTRODUCCIÓN

El mundo de la vivienda sostenible y la autosuficiencia son dos conceptos claves en el presente y futuro de la arquitectura en el mundo. En este trabajo se pretende aplicar estos conceptos a una finca rústica destinada a la producción ganadera, para darle una nueva visión al concepto de producción agraria transformando y reestructurando dicha finca para adaptarla a los nuevos tiempos, y convertirla en lo que se denomina una granja escuela sin ningún tipo de dependencia exterior.

Se busca dicha transformación mediante la reconstrucción de los edificios presentes para acondicionarlos a unas exigencias de habitabilidad marcados por el Código Técnico de la Edificación. Habrá que incorporar nuevas piezas y sobre todo un desarrollo de las instalaciones desde un punto de vista de su trazado que lo haga viable.

Así mismo, los nuevos sistemas de modelaje BIM (Building Information Modeling) son una de las grandes herramientas para el futuro de esta profesión y nos permiten entender el proyecto desde una visión global. Se incorporan a este trabajo aplicándolo al modelaje del proyecto y al desarrollo de las instalaciones para darnos una idea general de su desarrollo.



Modelo de una granja sostenible

Fuente: Agronomía, Fitotecnia y Más.

## **2. MOTIVACIÓN PERSONAL**

Uno de los puntos claves para entender el desarrollo de este trabajo es la motivación personal que me ha llevado a plantearlo.

El mundo rural está sufriendo un éxodo constante hacia las grandes ciudades que ha generado que en pequeños municipios, como el que yo resido, la despoblación forme parte del presente y sea muy difícil concebir un futuro en estos, pues los modelos de negocio están desapareciendo ante la falta de adaptación a los nuevos tiempos. La arquitectura, desde mi punto de vista, debe contribuir en la medida de lo posible a que esta despoblación no se produzca, aplicando nuevas tecnologías y conocimientos en estos núcleos rurales para facilitar su adaptación y hacerlos más atractivos.

Mi familia se ha dedicado al sector ganadero desde hace varias generaciones, y actualmente desarrolla su actividad en el municipio de Aldeacipreste (provincia de Salamanca), en el cual se sitúa la finca ganadera sobre la que se cimenta este trabajo. Mi plan de futuro se desarrolla en este mismo municipio y manteniendo la explotación ganadera de mi familia, pero intentando adaptarla mediante la arquitectura a estas nuevas exigencias.

Otro concepto que me motiva es la preocupación por el medio ambiente, por la permanencia de la naturaleza que se está viendo amenazada ante un desarrollo humano a nivel global que se ha instaurado, como es el caso de España, sobre el suelo rústico y que la destruye. El cambio en el modelo energético buscando las fuentes de energía renovables, debe ser un hecho para poder mantener este mundo. Esta profesión tiene que formar parte de ello pues es la arquitectura la que construye el mundo en el que queremos vivir.

Es por ello que hay que buscar un modelo que presente una autosuficiencia energética y de medios que no obligue a depender de los grandes núcleos urbanos. Las instalaciones juegan un papel clave ya que permiten que dicha independencia se produzca con nuevos recursos energéticos renovables y que contribuyan a la sostenibilidad.

Como modelo teórico se plantea la construcción de una granja escuela que servirá para aunar la ganadería con un nuevo modelo productivo en auge como es el turismo. Las instalaciones serán el hilo conductor entre estos dos planteamientos, el cambio en el uso y la búsqueda de la eficiencia. Con nuevos sistemas a nivel pasivo y activo que principalmente tienen su base en el recurso natural principal, el Sol.

### 3. ¿QUÉ ES UNA GRANJA ESCUELA?

Las granjas escuela son un modelo de aprendizaje medioambiental que conecta a las personas con la naturaleza y les enseña a comprometerse con el medioambiente, ayudando a la adquisición de conciencia sobre estos temas. Aunque se suelen atribuir con la enseñanza infantil no solo se desarrollan para estas edades, sino que son muchos los casos en los que los adultos pueden recibir unos conocimientos diferentes de los desarrollados exclusivamente en los entornos urbanos, es un nuevo contacto con el mundo rural, que actualmente se encuentra en un decremento constatable.

Las granjas escuelas se empezaron a desarrollar a finales del siglo pasado con una respuesta a la demanda de un conocimiento que ya no se cultiva en las áreas urbanas. Desde el punto de vista urbano la monotonía de estos trazados en los que las personas se concentran en un mundo de hormigón ha provocado la desconexión de los niños y adultos con la naturaleza. En estos espacios se encuentran actividades principalmente unidas al mundo animal y al agrario, aunque dependiendo de cada una las actividades pueden ser muy diversas.



Granjas escuela



Fuente: google imágenes

El turismo se ha convertido en uno de los factores que sirven para desarrollar estas actividades. Ya no es tanto aplicar el nombre de granja escuela a los centros para la enseñanza de los niños sino como lugar de unión entre las personas y estas actividades que puede desarrollarse para un público adulto.

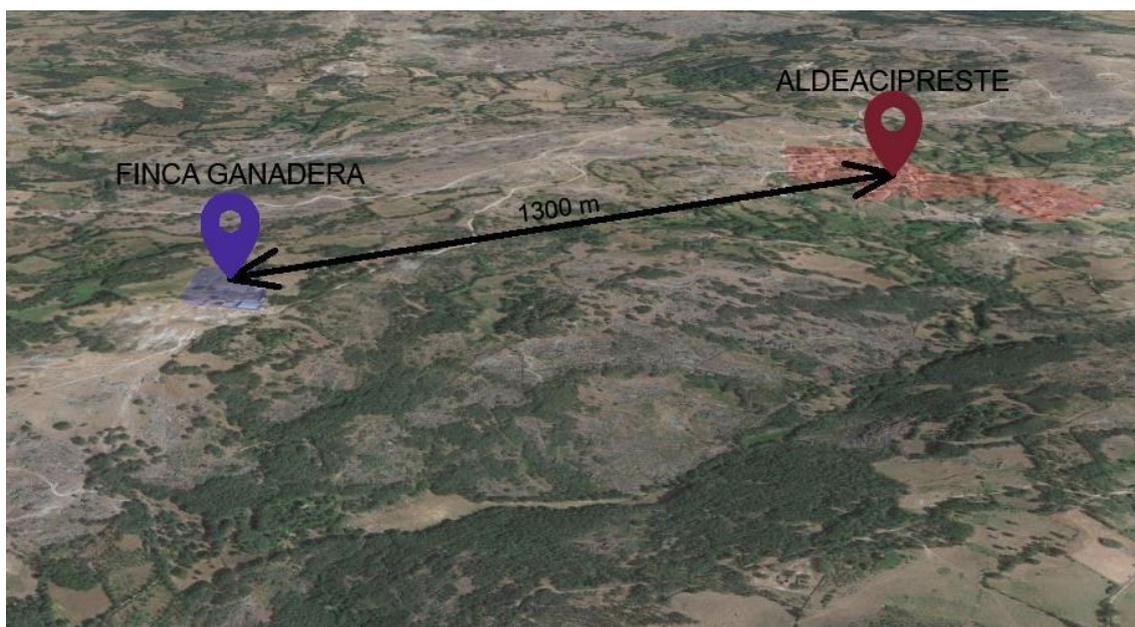
Teniendo en cuenta estos conceptos la arquitectura se adentra en este mundo como un sistema de generación de espacios que favorezcan el bienestar animal y el contacto de las personas con el mundo rural. Estos nuevos espacios deben utilizar sistemas para su acondicionamiento que estén en estrecho contacto con la sostenibilidad que se les atribuye a estos lugares.

El proyecto desarrollado en este trabajo pretende aunar todos estos temas mediante el desarrollo de unos sistemas que le den sentido al concepto de granja escuela desde la perspectiva del desarrollo de las instalaciones.

## 4. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

### DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

El proyecto se desarrolla en el municipio de Aldeacipreste, en la provincia de Salamanca. La finca ganadera sobre la que se asienta consta de un terreno semimontañoso en el que predominan las grandes pendientes, en él se encuentran una gran cantidad de rocas de granito que emergen de la pradera. Situada en un entorno boscoso de robledales que se alternan con praderas que sirven de pasto para el ganado extensivo.



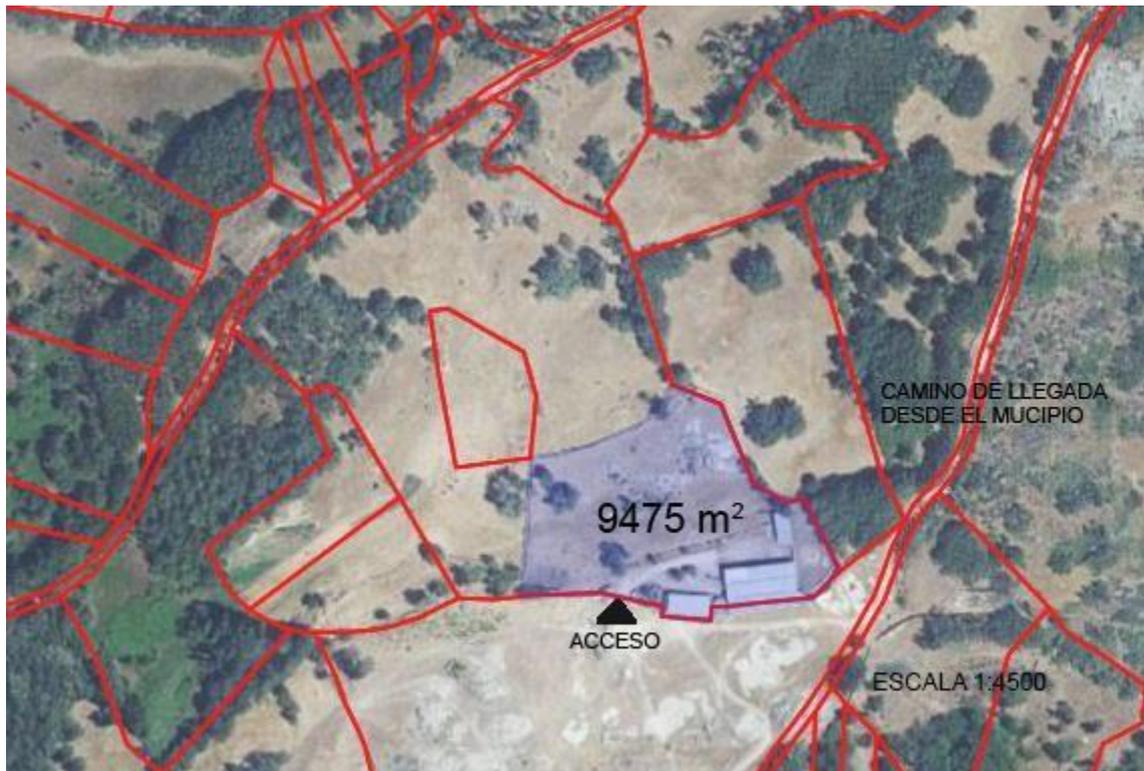
Localización del municipio y finca

Fuente: google earth

La finca que nos atañe consta de un conjunto de parcelas que se han ido adquiriendo por los dueños con el paso de los años hasta juntar una cantidad suficiente de hectáreas. Sin embargo, el proyecto se concentra en una de estas parcelas sobre las que se han construido una serie de infraestructuras para el desarrollo de la actividad ganadera, con espacios para una gran diversidad de animales que han formado parte de la misma, consta de ganado bovino principalmente, además de espacios para ovino, caprino, equino, aviar; y aunque ya no se desarrolla existen espacios para el ganado porcino.

La parcela sobre la que se asienta está consta de una superficie catastral de 3,0061 hectáreas, sin embargo el proyecto se centra en un recinto de dicha parcela delimitado por un muro de piedra a su alrededor, que tiene una superficie de 9475 metros cuadrados. Consta de una entrada principal para vehículos de 6 metros de longitud y una entrada peatonal que da hacia el espacio "jardín" que preside la casa. En dicha parcela la superficie construida consta de una serie de espacios que suman un total de 885 m<sup>2</sup>.

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.



Situación del espacio del proyecto

Fuente: Visor SigPac

Estos espacios se distribuyen principalmente en una serie de construcciones que se definen a continuación y que se emplearán en el desarrollo del trabajo:

- **casa:** con una superficie de 64,55 m<sup>2</sup> construidos; situada junto a la entrada principal, construida mediante una serie de muros perimetrales de bloques de hormigón con un recubrimiento de piedras de campo, con un techo conformado por un forjado de viguetas resistente y bovedilla cerámica, con la capa de compresión. La cubierta se conforma mediante una estructura de perfiles metálicos cuadrados, sujetas sobre los muros laterales y unos pequeños pilares de ladrillo apoyados sobre el forjado, con un sistema de cierre mediante chapa galvanizada sujeta a la estructura. El suelo es una solera de hormigón armado sobre una capa de grava. Las carpinterías son metálicas de aluminio, una puerta principal y un conjunto de ventanas correderas, todas ellas con vidrio simple.



Casa principal



Fuente: propia

Esta construcción no cumple con los requisitos marcados en el Código Técnico de la Edificación (CTE), Exigencia básica Sección HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética, que establece:

“2 Caracterización de la exigencia

1 Para controlar la demanda energética, los edificios dispondrán de una envolvente térmica de características tales que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico, en función del régimen de verano y de invierno, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.

2 Las características de los elementos de la envolvente térmica en función de su zona climática de invierno, serán tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables”

En su interior consta de una chimenea que es un elemento muy empleado en las construcciones típicas de esta zona.

- **silos para piensos:** con una superficie de 33,3 m<sup>2</sup>, situado de forma paralela a la anterior comparten un muro de separación de fábrica de ladrillo perforado. En su interior se encuentran dos zonas una principal para acumulación de herramientas y otra que alberga dos silos para acumular los piensos para el ganado, delimitado por una fábrica de ladrillo que llegan hasta la cubierta, la cual es la continuación de la anterior con el cerramiento de chapa galvanizada. Solo presenta un hueco que es la puerta de acceso.

- **casa de las herramientas:** presenta una superficie de 75,5 m<sup>2</sup>, constituye la primera construcción de todo el conjunto, sus muros perimetrales son de piedras de campo sin mortero con un grosor aproximado de 0.5 m, este sistema constructivo es el típico de esta zona, y en todo el núcleo rural del municipio de Aldeacipreste se empleaba para la construcción de las casas. Presenta una entrada para vehículos de 2,30 m.



Muro de piedra Fuente: propia

- **nave principal:** es la mayor construcción de toda la finca, presenta una superficie construida de 408 m<sup>2</sup>, es el lugar empleado para recoger animales. Con unos muros laterales de bloque de hormigón y uno de ellos de piedra natural de campo con sujetas con argamasa, como vestigio de una antigua construcción que se situaba en este mismo emplazamiento. Presenta una entrada principal, en una de sus caras más cortas, para vehículos y animales de tres metros de ancho, un

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

ventanal de misma longitud en la cara opuesta. Presenta una serie de ventanales en la parte superior de los muros de mayor longitud. Con un ancho de 12,75 metros en la parte exterior de los muros, presenta un estructura de acero que conforma la cubierta, con una vigas IPE de muro a muro apuntadas en el centro, para alcanzar una altura en la zona más baja de cuatro metros de alto y cinco en el centro. Las viguetas IPE de acero sujetan la cara exterior de chapa grecada galvanizada. En la parte interior de la cubierta se proyectó un recubrimiento de poliuretano de cuatro centímetros de espesor para protegerlas de los gases interiores, además de mejorar la resistencia a la transmisión del calor hacia el interior.



Nave: acceso principal e interior



Fuente: propia

- **pajar:** superpuesto a una de las caras longitudinales de la nave, con una superficie de 206,40 m<sup>2</sup> se constituye como una construcción a base de una cubierta apoyada sobre pilares de acero IPH. Dicha cubierta se conforma con una estructura metálica similar a la de la nave y chapa ondulada metálica. Esta construcción sirve para la acumulación de forrajes que se distribuyen a los animales a lo largo del año.



Pajar: visión lateral y frontal



Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **nave para ovejas:** llamada así pues se ha empleado durante años como lugar de descanso del ganado ovino, presenta una superficie de 86,40 m<sup>2</sup>, al igual que los anteriores se erige mediante una serie de muros laterales en tres de sus caras de bloques de hormigón. La cubierta de chapa se apoya sobre vigas de hormigón pretensado de muro a muro.



Nave para ovejas: visión lateral e interior



Fuente: propia

- **otras construcciones:** a lo largo de la finca se encuentran una serie de construcciones dispersas para diferentes usos, la pocilga situada en el punto más alto y unos tejados apoyados sobre vigas y pilares de madera para los silos del ganado.

La parcela se distribuye mediante una serie de vallados de mallazos ganaderos para la conducción y retención de los animales.

El terreno se define con una topografía con fuertes desniveles, esta parcela presenta un "valle" que la define, pues la diferencia de altura entre el punto más alto y el más bajo es de ocho metros, como ya se ha comentado se encuentran una serie de rocas graníticas de grandes dimensiones que sobresalen por encima del terreno y que son un símbolo de esta zona. Presenta una serie de árboles distribuidos en su interior, principalmente robles (*Quercus pireaica*) además de otra serie de especies que se han sembrado por los dueños a lo largo de los años principalmente frutales, entre otros cerezos, perales, ciruelos, higueras, nogales, olivos, fresnos, etc.



Rocas graníticas en la finca y árboles frutales



Fuente: propia

- 1- CASA
- 2- SILOS PARA PIENSOS
- 3- CASA HERRAMIENTAS
- 4- NAVE PRINCIPAL
- 5- PAJAR
- 6- NAVE PARA OVEJAS
- 7- POCILGA



PLANO GENERAL ACTUAL  
ESCALA 1:550

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

## PERSPECTIVAS AÉREAS DEL ESTADO ACTUAL DE LA PARCELA

Realizadas mediante un sistema BIM, Autodesk Revit, nos permiten tener una visión completa del conjunto desde un punto de vista aéreo.



Visión completa del conjunto

Fuente: propia

Desde estos puntos se observa el acceso a la finca, a la cual se llega a través de un camino público que desemboca en una explanada de terreno arenoso que precede a la entrada; y la orografía de la finca con el valle central y la distribución de la vegetación.



Visión completa del conjunto

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

## INSTALACIONES PRESENTES EN EL MOMENTO ACTUAL

La finca se encuentra a más de 1,3 kilómetros del núcleo rural, por ello las instalaciones no dependen de las redes de distribución general del municipio.

Actualmente presenta una instalación básica de iluminación en la nave principal, en los silos del pienso y en la casa que consigue la energía mediante un grupo electrógeno que funciona mediante combustible fósil de gasoil.



Grupo electrógeno  
Fuente: propia

Solamente se emplea para unos pocos puntos de luz, en su día se empleaba para poner en funcionamiento una sala de ordeño, que requería una gran energía.

Otra de los sistemas de instalaciones que presenta se refiere a la distribución de las aguas. Hay que destacar que dentro de la parcela se encuentra un **pozo** excavado o pozo tradicional como manantial de agua, con una profundidad de 4,50 metros y un diámetro de 2,50 metros, el cual, presenta agua disponible todo el año, que es potable sin necesidad de tratamientos como ya se comprobó en un estudio realizado por los dueños años atrás. Con este pozo y otro que se encuentra dentro de la finca pero fuera de esta parcela se consigue el agua para los abrevaderos de parte del ganado y para el suministro a las construcciones.

Las instalaciones para el agua constan de un depósito de acumulación principal dispuesto en una de las rocas de la finca, que es el punto más elevado, el agua se hace llegar hasta él por medio de una canalización cerrada de tuberías de pvc que están conectadas a una motobomba de succión de 4,5 caballos de potencia que funciona mediante gasolina. Una vez el agua se ha acumulado en dicho depósito se distribuye por gravedad a los puntos necesarios para suministrársela al ganado.



Pozo de la parcela y motobomba de gasolina



Fuente: propia

Actualmente no presenta un mayor número de instalaciones, pues estas han estado dedicadas al ganado de forma básica. Se puede observar la gran dependencia de los combustibles fósiles que presenta para poder ponerlas en funcionamiento.

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

## 5. PROPUESTA

La propuesta va enfocada al desarrollo de este lugar para convertirlo en un conjunto autosuficiente que cumpla los estándares de necesidades tanto de los animales como de las personas que van a disfrutar este espacio.



Visión completa de la propuesta para el proyecto

Fuente: propia

- 1- CASA DE LOS DUEÑOS
- 2- SILOS + BAÑO
- 3- SALA DE PROYECCIONES Y EXPOSICIÓN
- 4- NAVE PRINCIPAL
- 5- PAJAR
- 6- NAVE PARA OVEJAS
- 7- ALOJAMIENTO 1 HAB
- 8- ALOJAMIENTO 2 HABS
- 9- PICADERO
- 10- PISCINA CABALLOS
- 11- PISCINA CLIMATIZADA



PLANO GENERAL  
DEL PROYECTO  
ESCALA 1:550

## 5.1 REFORMA DE LOS EDIFICIOS EXISTENTES

Se deben reformar y adecuar los edificios existentes, teniendo en cuenta dos puntos de actuación según el uso que se le va a dar a cada uno.

EDIFICIOS PARA LA ESTANCIA DE LOS ANIMALES:

En estos se incluyen la nave principal y la nave para ovejas, precisan una serie de reformas a nivel menor desde un punto de vista constructivo para adecuarlos al nuevo uso de estos que siguen siendo para los animales, pero adecuándolo para el acceso y contacto de las personas con ellos.

- **Nave principal:** se plantea una distribución interior que consta de un pasillo central para el paso del público y una serie de boxes (de 32 m<sup>2</sup>) a ambos lados, en los cuales se podrían asentar diferentes animales. La construcción de los mismos se realiza con pilares y listones de madera de la zona y rejas de acero que permiten la visión de los mismos. Hay que destacar que en esta zona del sur de la provincia de Salamanca existe una industria de la madera de castaño. Muy próximo al municipio de Aldeacipreste se encuentra el de Montemayor del Rio, o el de Cantagallo en los cuales se encuentran aserraderos de madera, además de fábricas dedicadas a la transformación de la madera (como la industria de fabricación de cestas). Para favorecer un sistema de construcción sostenible en el que los materiales provengan de una zona cercana para reducir los gastos de transporte.



Planta de la nave principal reformada

Fuente: propia

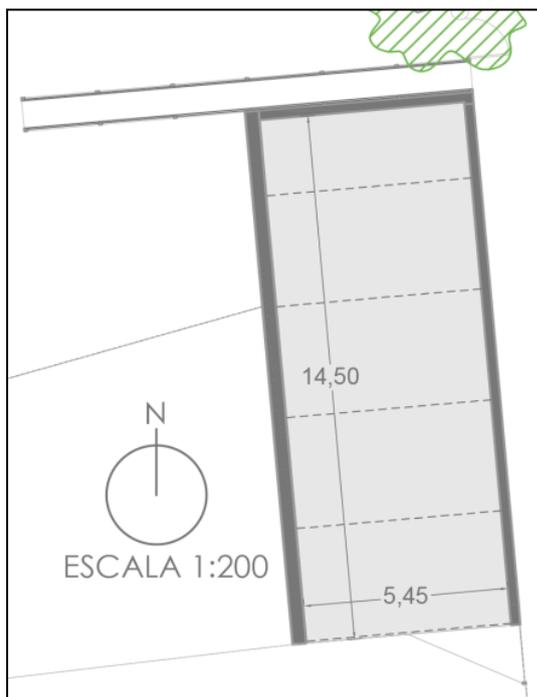
Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.



Sección de la nave principal reformada

Fuente: propia

- **Nave para ovejas:** esta no sufriría ninguna transformación más allá de una reforma de la entrada para un mejor acceso. Se mantiene como un espacio único en el que se pueda estar en contacto con el ganado ovino.



Planta de la nave para ovejas reformada y visión render



Fuente: propia

- **Otras construcciones:** como puede ser la pocilga no sufre ninguna transformación, al igual que el pajar que mantiene su uso y estado actual.

## EDIFICIO PARA LA ESTANCIA DE LAS PERSONAS:

Estos son los que necesitan una mayor reforma para adecuarlas a las necesidades de las personas y a las exigencias básicas de ahorro de energía del CTE:

“Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

1. El objetivo del requisito básico “Ahorro de energía” consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir, asimismo, que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

3. El Documento Básico “DB HE Ahorro de energía” especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.”

En la exigencia básica: Sección HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética, que ya se mencionó anteriormente, hace referencia a la necesidad de una envolvente térmica adecuada para el bienestar de los ocupantes y limitar la demanda energética. Sin la realización de unos cálculos precisos se presupone, teniendo en cuenta proyectos de esta zona, la necesidad de una capa de aislamiento térmico y unas carpinterías nuevas en estos edificios y controlar los puentes térmicos y humedades.

El resto de secciones de esta exigencia que hacen referencia a la necesidad de las instalaciones se definen en un apartado aparte para el desarrollo de las mismas.

- **Casa:** su uso será para la estancia de los dueños, necesita de una reforma completa para su adecuación al uso que se le va a dar, necesita una envolvente térmica que se realiza mediante lana de roca por un trasdosado interior a base de este aislamiento y paneles de cartón-yeso, que también se emplearán en la realización de un falso techo. Se propone una distribución interior mediante un recibidor-distribuidor y dos alas, una con el salón-comedor con cocina abierta; y otra con dos habitaciones, y un baño completo. Necesita una sustitución de las carpinterías actuales, se busca manteniendo los huecos para no modificar el aspecto exterior, se colocan en el trasdosado interior, con rotura de puente térmico, y ventanas oscilobatientes.

El suelo se plantea como una sucesión de capas encima de la solera que existe actualmente. Con aislamiento térmico de alta densidad, capa de compresión y acabado cerámico.

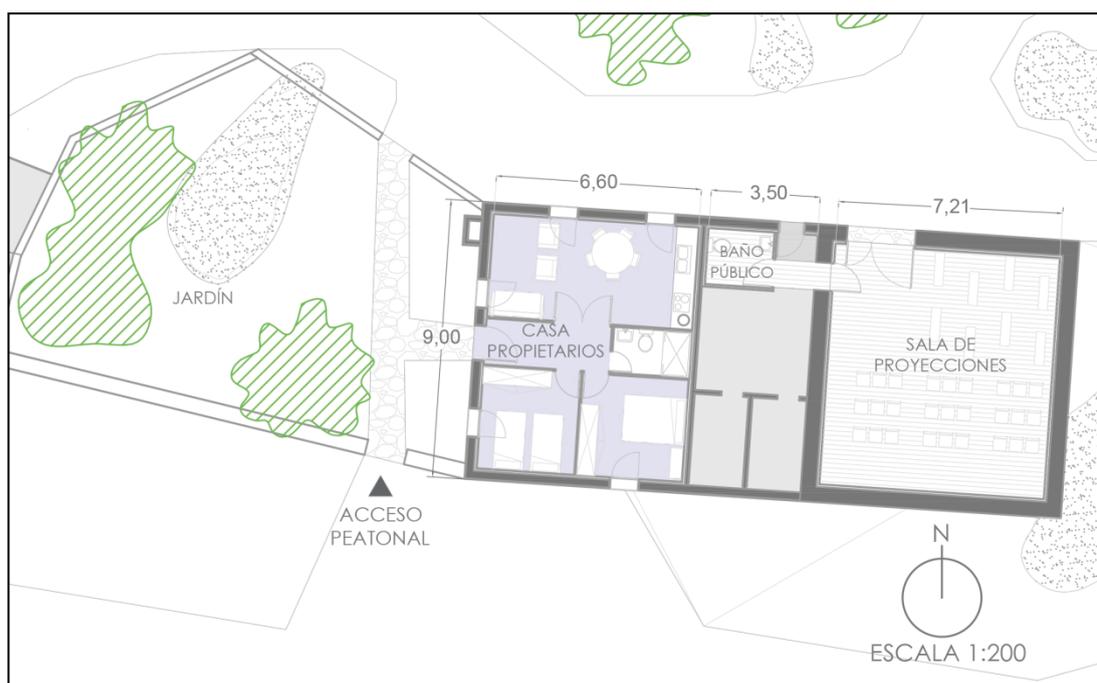
Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.



Sección de la casa para los propietarios reformada

Fuente: propia

- **Casa de las herramientas:** se sustituirá su uso para acondicionarla como **sala de proyecciones y exposición**, se crea un nuevo espacio para convertirlo en una “caja” de madera interior en oposición al aspecto exterior de piedra. Sobre el muro actual de piedra natural y el suelo se coloca un trasdosado con un acabado de madera de la zona, además de un falso techo con un acabado interior similar. Se colocará una carpintería de acceso con una superficie igual que la de la puerta actual. Además se debe hacer una perforación entre el muro que separa ésta del acceso a los silos de pienso, para colocar un baño público en este otro espacio.
- **Silos:** como se ha mencionado la reforma en este se hace con el fin de completar el espacio adyacente de la sala de exposiciones, para ello se colocará una puerta que de acceso al baño realizado mediante placas de cartón-yeso, con un suelo similar a la de la sala para darle continuidad al espacio.



Planta de los edificios reformados para las personas

Fuente: propia

## 5.2 NUEVAS CONSTRUCCIONES

Estas van enfocadas a completar la finca para convertirla en una granja escuela que pueda albergar a las personas, con lugares de estancia y de entretenimiento para ellas.

- **Alojamientos:** se sitúan en el lado opuesto donde se agrupan las construcciones actuales. Destinados a la estancia de los visitantes se conforman mediante cuatro edificios de desarrollo similar, basando su sistema formal en las antiguas construcciones previas al desarrollo del núcleo rural del municipio.

DESARROLLO DE LAS REFERENCIAS: Estas estaban destinadas a viviendas para los ganaderos de la zona, que en su mayoría eran cabreros nómadas y realizaban estas para el alojamiento temporal mientras el ganado aprovechaba los pastos. Es lo que en la zona se conocen como "chozos" o "chozas": de planta circular con un diámetro de 3 o 4 metros, realizadas mediante rocas graníticas de diferentes tamaños para la ejecución del muro perimetral, el cual tenía una altura variable que iba desde los 1,20 a los 2,00 metros aproximadamente y una anchura aproximada de hasta 1 metro de espesor en función del tamaño de las rocas. En algunos casos se usaba como argamasa para cerrar los huecos barro con tierra de la zona, pero es más normal encontrarlas sin él. Tenían un único punto de acceso con un hueco bastante estrecho, y en algunos casos presentan huecos de como ventanas o de entrada de luz, pero de tamaño pequeño.

La cubierta variaba y se encontraban de dos tipos; por un lado se hacían mediante una cubierta vegetal en forma cónica, se llevaba a cabo con pares de madera que hacían la forma cónica y se recubrían normalmente con un vegetal que abunda en la zona: la retama negra o escoba rubia (*Cytisus scoparius*), que se agrupaban hasta conseguir un manto lo suficientemente denso para hacerlo impermeable; por el otro de lajas de piedras, en algunos casos de grandes dimensiones, apoyadas sobre una o varias vigas de madera de la zona.



Chozas de la zona y reconstrucción con diferentes tipos de cubierta

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Un punto importante era el fuego u hogar que se realizaba dentro de estas construcciones para calentarlas y servía para aclimatar la estancia y cocinar, era el primer sistema de instalaciones empleado. No solo en este tipo de edificios se encontraba el fuego como punto principal del espacio, sino que en el resto de viviendas del núcleo rural y caseríos de la zona se encontraban una o varias chimeneas y en muchos casos hornos de barro para cocinar.

Alrededor de la finca se encuentran varios de estas construcciones en algunos casos en un gran deterioro pero en otros en bastante buen estado, además hay una representación de una de ellas en una de las vías de entrada al pueblo.



Construcciones antiguas que se encuentran próximas a la finca



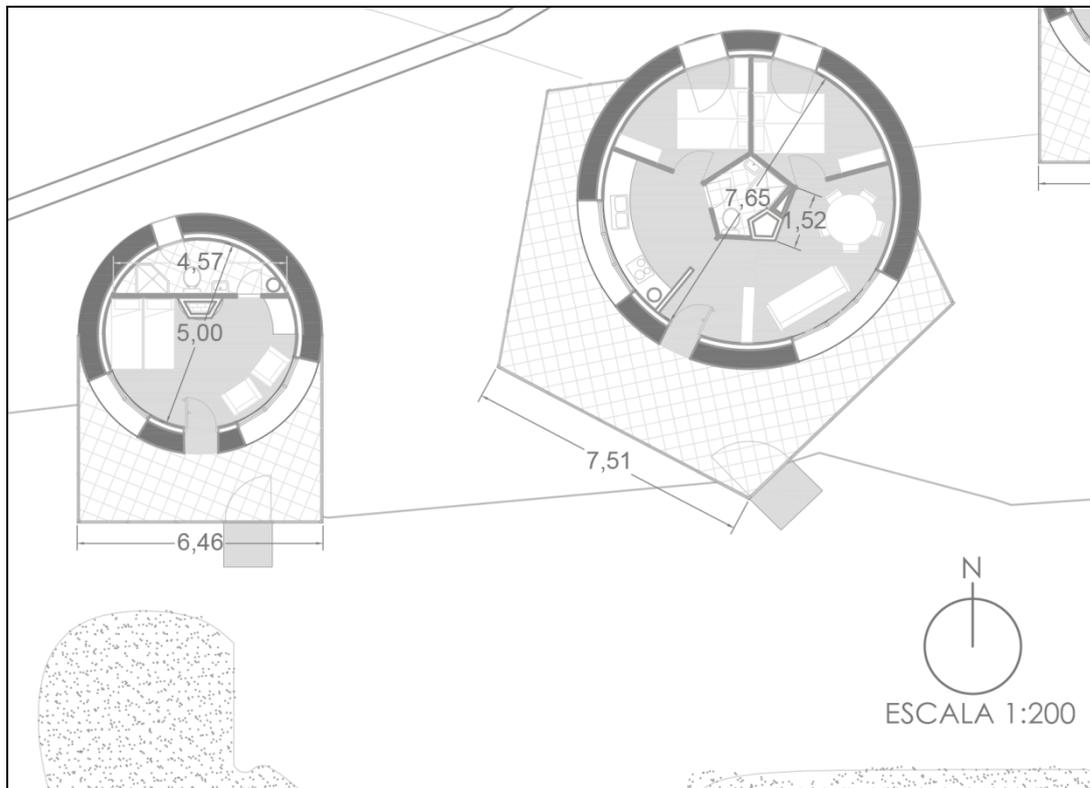
Fuente: propia

Las referencias a estas construcciones están presentes en el desarrollo del trabajo mediante una traslación a los edificios que conforman los alojamientos. Así estos se erigen como nuevas "chozas", mediante un muro perimetral de piedra alrededor de un planta circular, pero que se encuentra fragmentada en su interior mediante tabiques que separan las diferentes estancias. El confort térmico se busca con la introducción de un trasdosado interior a la capa de piedra en el que se incluye un aislante térmico a base de lana de roca, que forma parte también de las distribuciones interiores de placas de cartón yeso.

Se desarrollan dos tipos de alojamientos; uno de 32,42 m<sup>2</sup> que tiene un espacio único o una habitación de en la que se encuentra el ámbito de descanso y de estancia junto con un baño que divide una parte de la circunferencia de la planta, este tipo se pueden usar por grupos mayores pues las camas podrían ser de tipo litera para alojar a un número superior de personas, se encuentran dos de estos módulos; por otro lado hay otros dos edificios que tienen dos habitaciones interiores, con una superficie construida cada uno de 63,91 m<sup>2</sup>, además tienen la zona para estar y otra de cocina, todas estas áreas divididas mediante radios de la circunferencia que los marca el espacio central de la planta que es un espacio pentagonal en el que se integre el baño y en uno de sus vértices se coloca la chimenea de estas.

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

La chimenea se enclava dentro del espacio como el elemento principal de la estancia, en una traslación de la idea de hogar como corazón del espacio. Realizadas mediante ladrillos refractarios, constituyen un punto de referencia en estos alojamientos, además de construirse para su fin último formar parte del acondicionamiento térmico del edificio, compartiendo con otras instalaciones esta necesidad.



Planta de los alojamientos de una y dos habitaciones

Fuente: propia

La cubierta es una traslación de la idea de los antiguos sistemas de impermeabilización vegetales además de otros sistemas usados como las cubiertas de tierra, que eran empleadas en el cierre de pequeños espacios dedicados a la estancia de animales de menor tamaño. Por otro lado, es una búsqueda de un sistema pasivo de acondicionamiento basado en la cubierta ajardinada, lo cual se desarrollará más adelante junto con el resto de instalaciones del proyecto. La estructura de esta es un entramado de vigas de madera de castaño y entablado de madera que sujetan la cubierta vegetal.



Construcción antigua con cubierta de tierra  
Fuente: google imágenes

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Se introduce un sistema pasivo de captación de calor y refrigeración mediante un invernadero exterior que se adhiere a una parte la fachada, construido mediante una estructura de perfiles metálicos y un cerramiento de vidrios que lo conforman, este sistema pasivo se desarrolla en un punto posterior del trabajo como un instalación de acondicionamiento más del proyecto.



Sección del alojamiento de 2 habitaciones por el invernadero

Fuente: propia

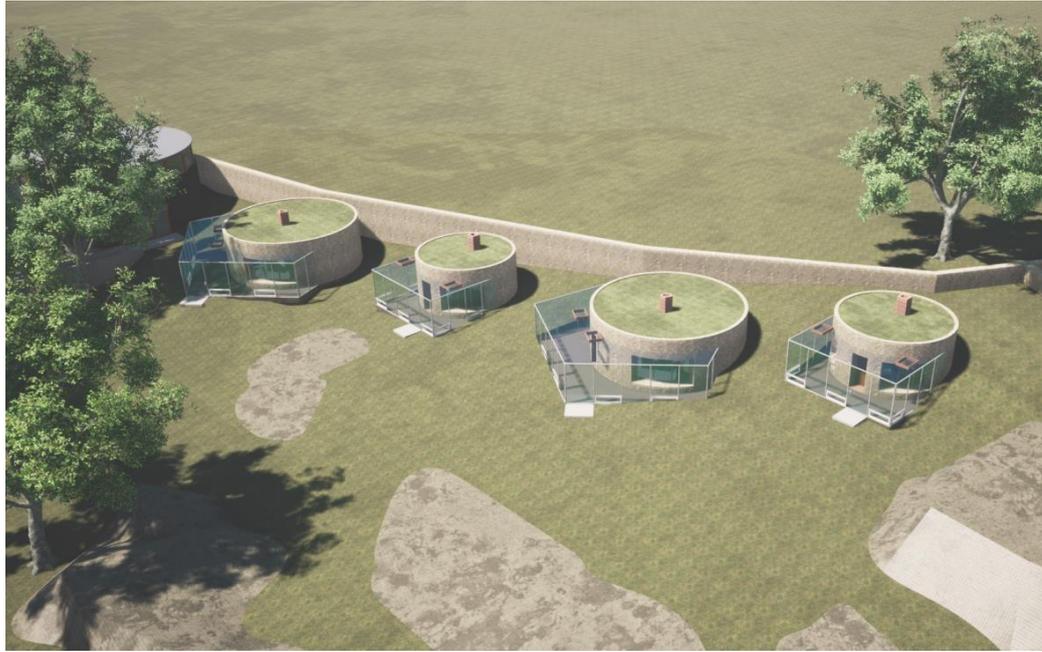
En el resto de sistemas constructivos empleados en este conjunto de edificios como el acabado del suelo se realiza mediante un sistema continuo de placas cerámicas que se emplea mucho en esta zona al tratarse de viviendas de campo. El resto de capas que lo componen forman un sistema basado en una solera aislada del terreno mediante una capa de grava y una impermeabilizante para evitar la humedad, a continuación se dispone una capa de aislante rígido, una de compresión y el acabado ya descrito.



Sección del alojamiento de 1 habitación con vista de la chimenea

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.



Vista aérea del conjunto de los alojamientos

Fuente: propia

Desde un punto de vista aéreo se observa la composición del conjunto de viviendas que se organizan alternamente los dos tipos de alojamientos, se proponen solo cuatro de estos alojamientos por el requisito de evitar una gran aglomeración de personas en el terreno.



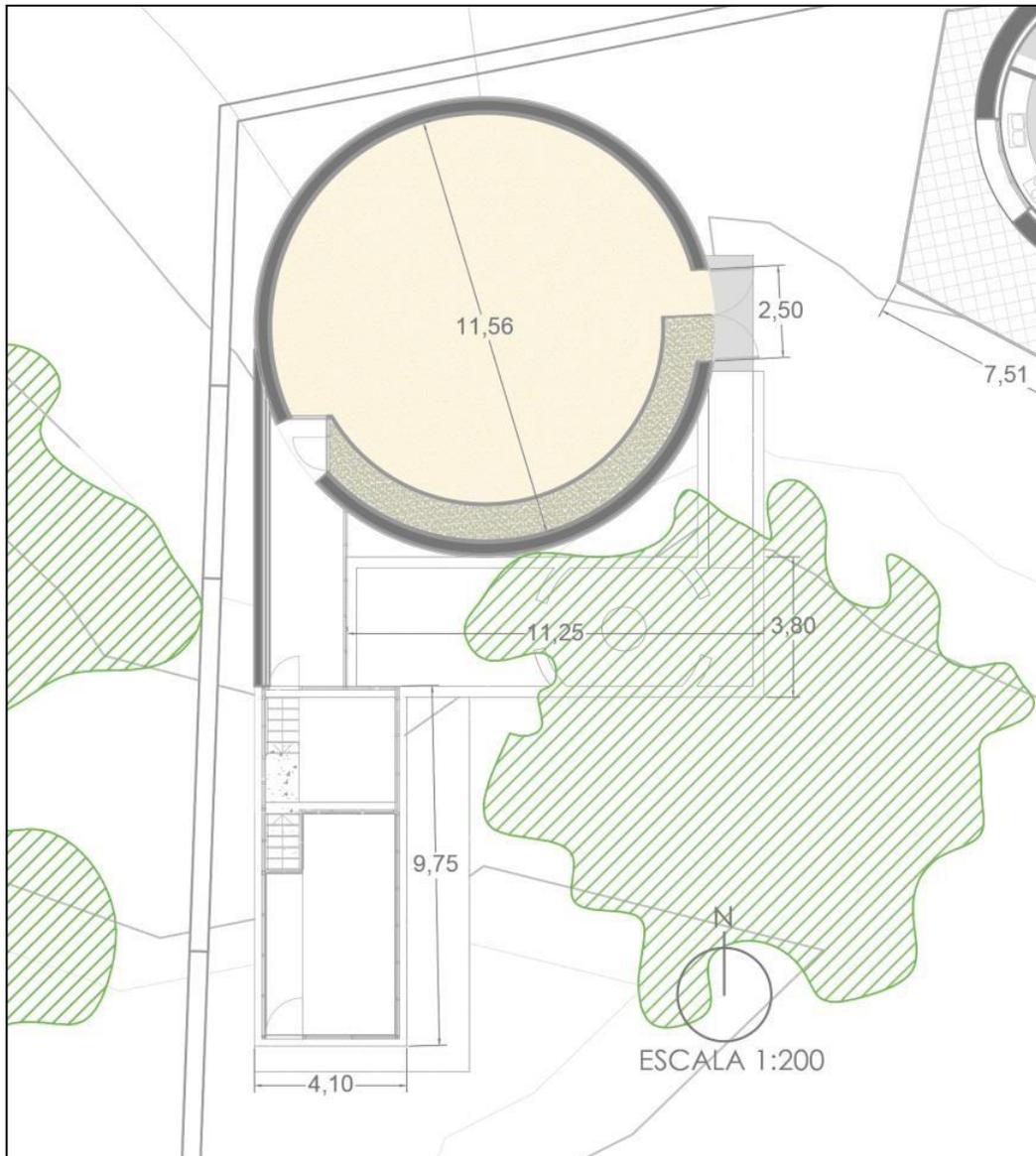
Vista desde el punto de vista del observador en una llegada a los alojamientos

Fuente: propia

Al acceder a esta zona se crea la ilusión de entrar en un pequeño poblado de este tipo de edificios, dejando las rocas a uno de los lados nos marcan la llegada. Desde este punto queda el picadero al fondo como fin la composición.

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Picadero y piscina:** se sitúan dentro de un área para el entretenimiento de los hospedados. Se compone de varios espacios englobados dentro de una misma unidad, estos son un picadero para caballos, una piscina para los mismos y una piscina climatizada para los hospedados, relacionada visualmente con la anterior.



Planta y distribución del picadero y las dos piscinas

Fuente: propia

Estos espacios se describen a continuación:

El **picadero** es un edificio destinado a la doma, manejo y monta de los caballos con una planta tradicional de este tipo de edificaciones desarrollada mediante una circunferencia sobre la que los caballos trabajan, en este caso el diámetro de la circunferencia interior es de 11,50 metros. Se erige como el complemento en la composición de los nuevos edificios para los asistentes.

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

En oposición con los anteriores este se desarrolla mediante un sistema constructivo a base de un muro de entramado de madera con acabado de listones de madera y una gruesa capa de aislamiento en el interior. Con una estructura de pilares de madera sobre la que se apoyan unas vigas radiales de forma triangular ensanchadas hacia el exterior y confluyen en el centro, la cubierta se acaba con un entramado de pares de madera dispuestos de manera concéntrica sobre la que se apoya el acabado de panel sándwich de chapa grecada, que con secciones triangulares de la circunferencia que disponen la bajante en el punto de confluencia que es el punto más bajo de la cubierta. Se disponen una serie de vidrieras de 1,50 metros en la parte superior del muro, para hacer una altura total del conjunto de 5,50 metros.



Sección transversal del picadero

Fuente: propia

El suelo se constituye mediante una solera asilada del terreno sobre la que se asienta un acabado a base de una gruesa capa de arena fina para el trabajo y manejo de los caballos en su interior. El acceso se produce a través de una carpintería de doble hoja orientada hacia el este, con una anchura de 2,50 metros y cada hoja de 1,25 metros que forman cada una la entrada a un tipo de uso, una para el acceso de los animales y participantes de esta actividad y otra para el acceso a la piscina para las personas, obligando a pasar por el interior para mantener la conexión entre ambas actividades.

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

La **piscina para los caballos** se establece como un complemento del picadero y se sitúa próximo a la entrada con una longitud de 10,70 metros, con una rampa para el acceso de los caballos y una distribución típica de estas infraestructuras, con un apoyo central para cilíndrico para el domador. Se propone esta construcción como un elemento de contacto entre los animales y los visitantes,



Caballo en una piscina para ellos  
Fuente: goolge imágenes

dispuesta en el exterior para su visión completa. Se realiza mediante un sistema constructivo de muros de hormigón armado in situ, con doble capa y una lámina plástica impermeable.

La **piscina climatizada** se construye como una sucesión de dos plataformas que se extienden por la pendiente, así se construyen las piscinas escalonadamente, junto con un tercer escalón a la altura del picadero que constituye el acceso, en esta zona el terreno adquiere una gran inclinación por lo que esta disposición se adapta a estas necesidades geográficas. Para entrar se obliga al paso por el espacio principal del picadero y se llega a una plataforma que se introduce dentro de este, produciendo el hueco para pasar.



Sección transversal por las piscinas mostrando el escalonamiento

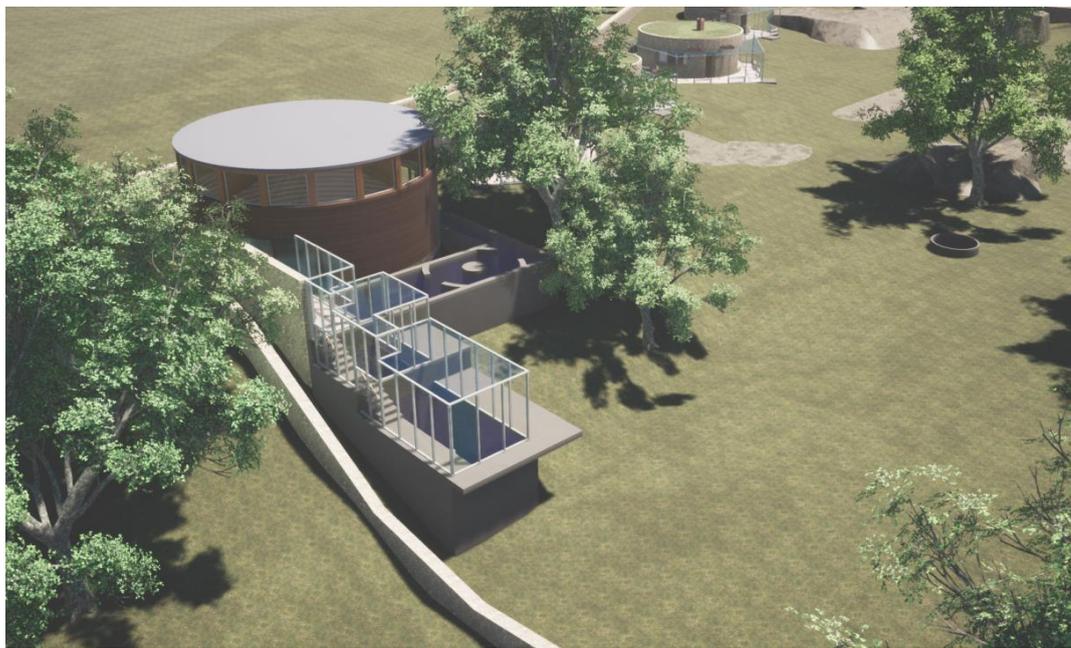
Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Hacia el exterior se construye como una caja de vidrio que recoge el área de las piscinas para constituir un espacio climatizado, que junto con las instalaciones que mantienen el agua a una temperatura constante, es un lugar para disfrutar a lo largo de todo el año. El vaso de la piscina se realiza con hormigón armado y láminas impermeables, con introducción de aislamiento térmico en el interior del muro para evitar las pérdidas de calor del agua.

La primera piscina de las dos tiene una longitud de 2,85 metro y con una profundidad menor, destinada al público infantil, y la siguiente, dispuesta un metro por debajo, tiene una de 6,00 metros. Por el exterior de la caja de vidrio se dispone una terraza de hormigón armado que vuela por el borde hacia el terreno.

Esta piscina se entiende como una parte de este conjunto de tres elementos en el que las relaciones visuales se establecen entre las dos zonas de agua y el recorrido es una sucesión de espacios de planta circular en oposición con los de planta rectangular.



Vista aérea del conjunto que forman el picadero y las dos piscinas

Fuente: propia

## 6. EL SOL COMO FUENTE DE ENERGÍA

El sol es el pilar que permite el desarrollo de este proyecto ya que de él se obtiene la energía necesaria para el funcionamiento de las instalaciones y por tanto logra la autosuficiencia del conjunto.

A lo largo de los siglos el sol ha sido el motor de la vida y gracias a él se obtiene la energía necesaria para muchos de las acciones que se desarrollan en el planeta. Sin embargo, en el último siglo se ha producido un nuevo sistema de generación a través de los combustibles fósiles, que han provocado el deterioro del medioambiente.

### 6.1. CLASIFICACIÓN DE LA ENERGÍA

Hay que conocer los diferentes tipos de fuentes que proporcionan la energía para el desarrollo de las actividades presentes en el momento actual, para comprender el porqué de esta elección en el desarrollo de este trabajo. Para ello se puede hacer una clasificación entre las que se denominan renovables y no renovables.

**ENERGÍAS RENOVABLES:** también denominadas "limpias" pues no emiten contaminantes al medioambiente y provienen de la naturaleza, por lo que contribuyen a mantener a salud de las personas. Se consideran renovables pues se obtienen de fuentes ilimitadas, y son sostenibles. Las principales son las siguientes:

- **Energía solar:** proviene de la radiación solar la cual se puede utilizar para producir electricidad o por su poder calorífico. La solar fotovoltaica se utiliza para la generación de electricidad a través de la tecnología de la célula fotoeléctrica, este tipo de sistema es el que se emplea en este proyecto, por lo que se profundizará en ello más adelante. La solar térmica se obtiene por la radiación directa del sol sobre los objetos y generalmente se emplea en los paneles térmicos mediante el calentamiento de un fluido para aprovechar su energía en forma de calor o en las centrales térmicas solares en las que se calentamiento un fluido hasta evaporarlo para mover un alternador y obtener la electricidad.

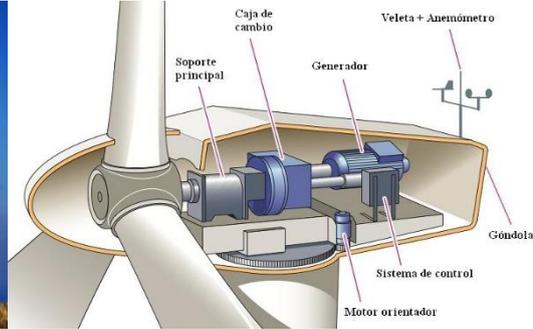


Paneles fotovoltaicos, paneles térmicos y central térmica

Fuente: google imágenes

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Energía eólica:** aquella que se obtiene del movimiento de las corrientes de viento. Tradicionalmente se empleaba para su transformación en energía mecánica (molinos de viento) y empleo de esta. Hoy día se ha desarrollado la tecnología del aerogenerador, el cual transforma la energía cinética del viento en mecánica a través de sus palas para mover un alternador que la transforma en energía eléctrica para su consumo.



Parque eólico y esquema de un aerogenerador

Fuente: google imágenes

- **Energía hidráulica:** aquella que proviene de la acumulación de un volumen de agua, generalmente en embalses o pantanos, aunque a lo largo de la historia se empleaba para mover los molinos de agua o norias y aprovechar esta energía mecánica. Al dejar salir el agua retenida se aprovecha esta energía cinética para mover los alternadores en un central y así conseguir la energía eléctrica.



Noria de agua y embalse

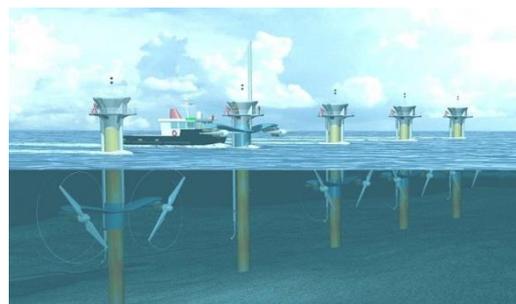


Fuente: google imágenes

- **Energía del mar:** aquella que aprovecha los movimientos del agua del mar. Cuando se utiliza el movimiento de las mareas se denomina energía mareomotriz, cuando es de las olas se llama undimotriz, y existen otras que aprovechan las corrientes.



Parque undimotriz y esquema de mareomotiz



Fuente: google imágenes

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Geotermia:** bajo la superficie de la tierra se acumula calor proveniente del núcleo de la tierra y la temperatura se estabiliza ante la falta de contacto con las condiciones climáticas. Se puede aprovechar la energía térmica directamente generalmente para las viviendas mediante fluidos que acumulan el calor (aire, agua o PMCs) y lo ceden o absorben del interior de la vivienda. En las centrales geotérmicas se aprovecha para producir electricidad.



Aprovechamiento de energía geotérmica en vivienda y central geotérmica Fuente: google imágenes

- **Biomasa:** se emplea la materia orgánica como fuente de energía, generalmente por su quema. Su uso está en auge aunque contaminan el nivel está equilibrado por la reposición de la materia vegetal.

**ENERGÍAS NO RENOVABLES:** se llaman así porque provienen de fuentes que se agotan con su uso. Se han desarrollado mucho las tecnologías derivadas de su uso muy generalizado en el último siglo, lo que ha provocado el deterioro del medioambiente por ser energías que generan residuos además de emitir grandes cantidades de gases contaminantes. Las principales son:

- **Petróleo:** su uso se empezó a desarrollar a principios del siglo pasado y se masificó a finales de siglo, proviene de la acumulación de materia orgánica hace millones de años bajo el fondo de los océanos y su descomposición por acción bacteriana. Se emplea en múltiples sistemas como fuente de energía, sobre todo como combustible para motores de combustión y su transformación para la obtención de gases (GLP). Su uso provoca una gran emisión de gases contaminantes a la atmósfera.
- **Carbón:** es una roca formada principalmente por carbono y otras sustancias. Gran poder contaminante en su combustión generalmente empleada en centrales térmicas.
- **Gas natural:** con un origen similar al del petróleo, es una energía fósil que proviene de la mezcla de hidrocarburos. Se emplea en el consumo directo por combustión de las viviendas como fuente térmica y en centrales para la producción de electricidad.
- **Nuclear:** energía de la fisión de átomos de algunos elementos, los más usados son el uranio y el plutonio. No emite gases contaminantes a la atmósfera aunque existe un gran riesgo por radiación

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

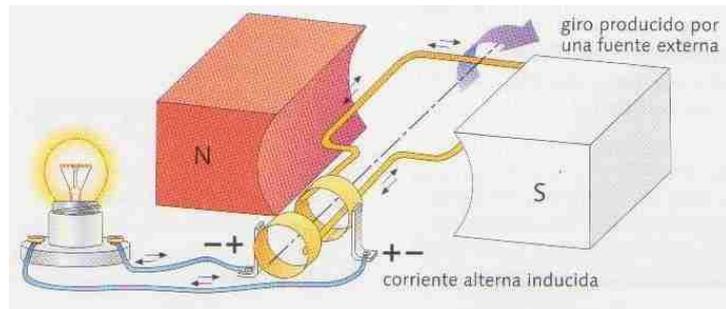
Atendiendo a la generación de la energía eléctrica se puede hacer la siguiente clasificación:

**GENERACIÓN FÍSICO-QUÍMICA:** para obtener la energía eléctrica se transforma mediante procesos físico químicos en los que no intervienen procesos intermedios. Existe una transferencia de electrones que reaccionan por la acción de la fuente de energía sobre un medio reactivo. Es la que se produce en las células solares.

**GENERACIÓN MECÁNICA:** para obtener la energía eléctrica se produce una transformación de la energía mecánica para obtenerla mediante dispositivos magnético inducidos (alternadores). La energía mecánica se transforma a su vez mediante procesos directos o indirectos.



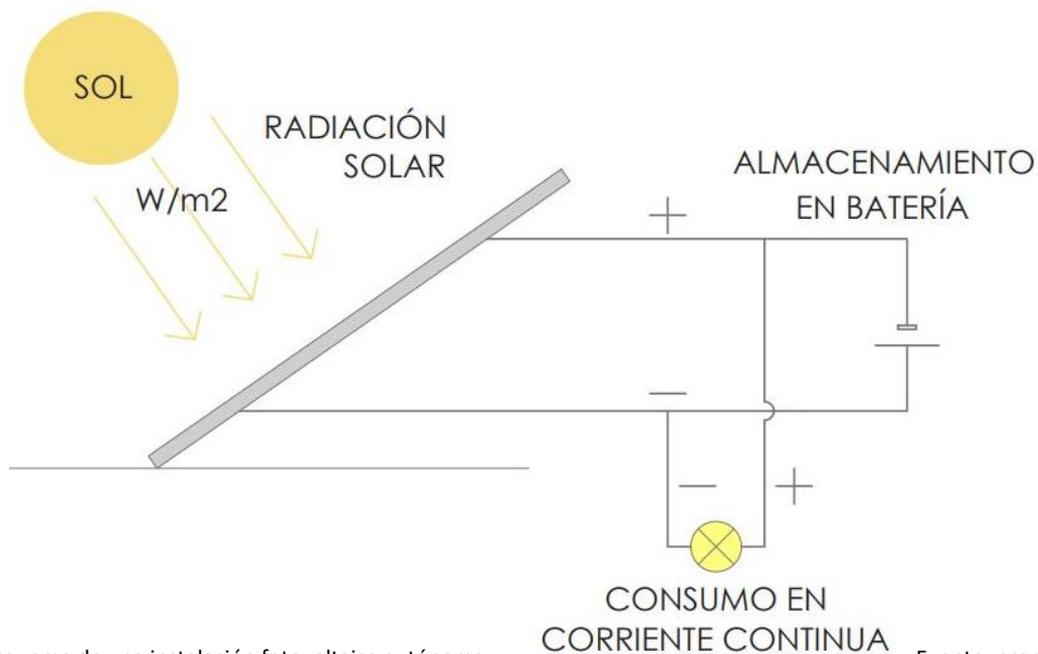
Célula fotovoltaica y esquema de funcionamiento de un alternador



Fuente: google imágenes

## 6.2. FUNDAMENTOS DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

En este proyecto se busca la autosuficiencia con la mínima emisión de contaminantes a la atmósfera, por ello se emplea una energía renovable para conseguir el funcionamiento del conjunto. Conociendo las condiciones climáticas de este punto geográfico he seleccionado la energía solar fotovoltaica para lograr el confort mediante las instalaciones.



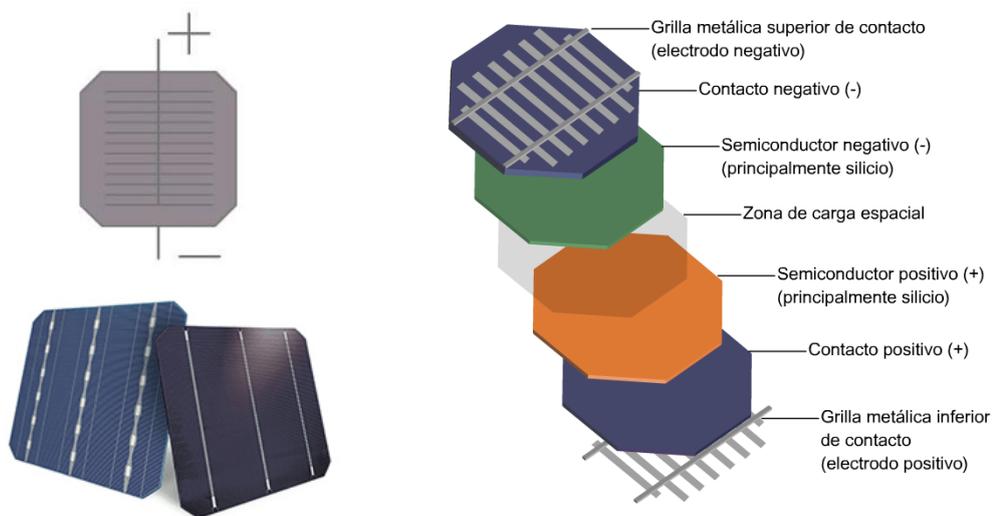
Esquema de una instalación fotovoltaica autónoma

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Para entender los fundamentos de la energía solar fotovoltaica hay que definir los diferentes elementos que componen una instalación fotovoltaica, el elemento principal es el **GENERADOR FOTOVOLTAICO**, que se compone de:

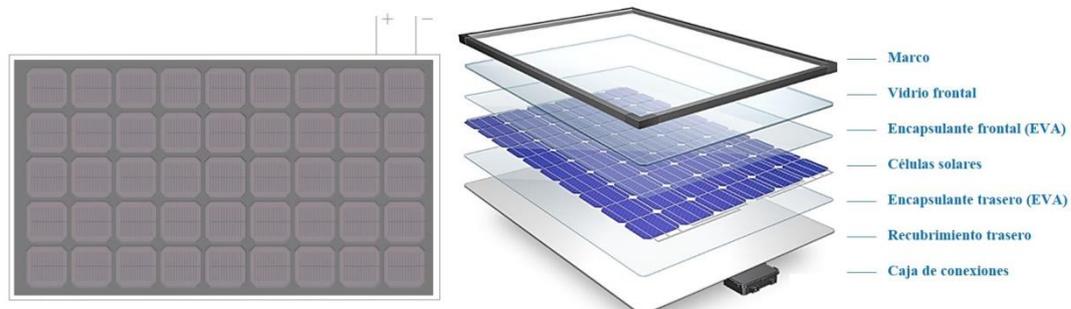
- **Célula fotovoltaica**, solar o fotoeléctrica: definido de una forma rápida es un dispositivo que convierte la energía solar en eléctrica, por el efecto fotoeléctrico. Se compone de una material semiconductor, actualmente se emplea el silicio. Este al ser expuesto a la radiación solar absorbe fotones de luz que originan el salto de electrones hacia la capa que recibe la luz, en este proceso se produce un campo eléctrico. Genera una corriente continua de muy baja tensión e intensidad que dependiendo del tipo rondan los 0,5 voltios y 1 a 2 amperios.



Célula fotovoltaica: esquema y real

Fuente: propia, google imágenes

- **Módulo o panel fotovoltaico**: se constituye como un conjunto de células fotovoltaicas unidas en serie y en paralelo para obtener voltajes que varían entre 6, 12, 24, 48 voltios normalmente. La intensidad del módulo varía dependiendo del número de células conectadas y de su potencia normalmente llegan hasta los 400 vatios actualmente.



Módulo fotovoltaico y capas que lo componen

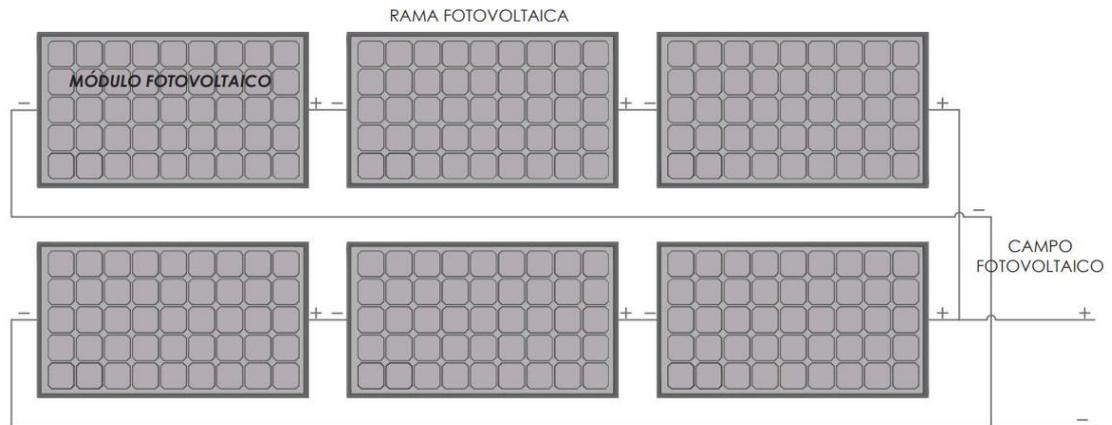
Fuente: propia, google imágenes

Existen varios tipos de módulos que varían según su rendimiento:

- Silicio amorfo, con un rendimiento del 6 al 9 %
- Silicio policristalino, su rendimiento varía desde el 12 al 14 %
- Silicio Monocristalino, rendimiento del 15 al 18 %

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Rama y campo fotovoltaico:** los módulos fotovoltaicos se agrupan en ramas fotovoltaicas y estas se conectan para formar un campo fotovoltaico, las conexiones se realizan en serie o en paralelo para conseguir la tensión e intensidad deseada, cuya máxima la marca el inversor y el regulador de carga de todo el circuito.



Esquema de un campo fotovoltaico

Fuente: propia

Se pueden encontrar campos fotovoltaicos formados por placas solares fijas en plano que las sujetan o montados en estructuras que albergan los diferentes módulos y que giran según va variando la posición de los rayos solares a lo largo del día.

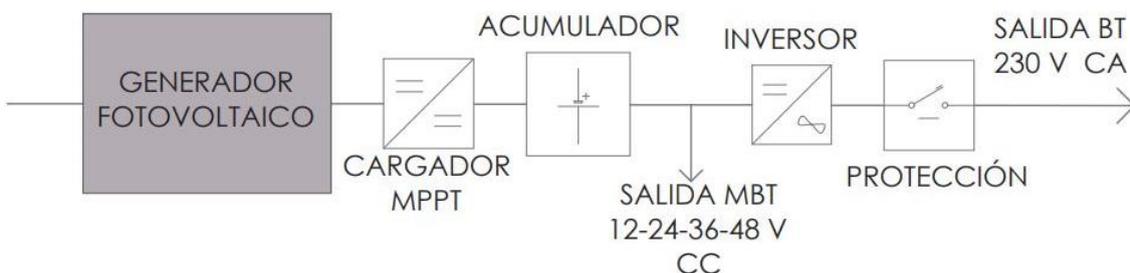


Campo fotovoltaico sobre cubierta y capo sobre estructura giratoria



Fuente: google imágenes

**INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA COMPLETA:** este tipo de instalaciones se componen, además de los captadores, de una serie de elementos que hacen que sea posible el uso de la energía captada a través de las células fotoeléctricas como energía eléctrica para el autoconsumo.



Esquema de los componentes una instalación fotovoltaica

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Cargador MPPT** (Maximun Power Point Tracking): sirve para controlar la carga para obtener la máxima potencia de los módulos fotovoltaicos a los que hace trabajar en el punto máximo de potencia, con ello se consigue obtener un mayor rendimiento de estos módulos. Con este tipo de cargadores se puede conseguir unir un mayor número de paneles solares en serie, pues permiten cargar la batería aunque la suma total del voltaje sea mayor que la que permite el acumulador.
- **Acumulador:** o baterías solares, almacenan la energía eléctrica generada en los paneles fotovoltaicos en los momentos que la demanda es menor para suministrarla cuando sea necesario o aumente la demanda de electricidad. Existen diferentes tipos de baterías solares:
  - Baterías Monoblock: destinadas a pequeñas instalaciones solares.
  - Baterías de ciclo profundo: para instalaciones pequeñas pero de uso diario, con una mayor durabilidad que las anteriores.
  - Baterías AGM: o también denominadas "sin mantenimiento" pues presentan unas características que las hacen totalmente estancas y resistentes a golpes y agentes climáticos adversos.
  - Baterías de litio: de mayor capacidad de carga para instalaciones mayores, muy resistentes, presentan la desventaja actual de su elevado coste.

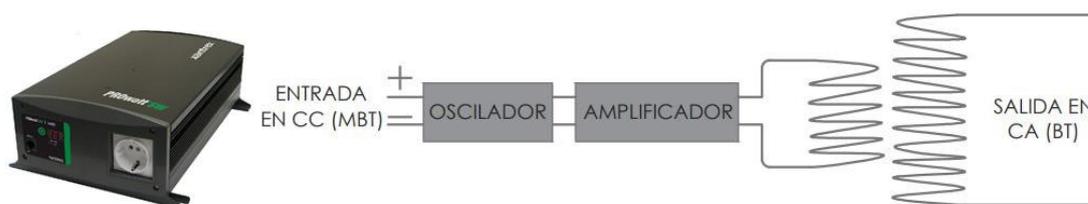


Conjunto de baterías solares y baterías de litio fotovoltaica



Fuente: google imágenes

- **Inversor:** parte de la instalación encargada de transformar la energía continua almacenada en las baterías en energía eléctrica alterna a la tensión necesaria (230 o 400 V) para ser usada por los receptores que precisan dicha energía en alterna. Sin embargo, en la mayoría de las instalaciones antes de pasar por el inversor se deja una salida MBT (muy baja tensión) de corriente continua generalmente de 12, 24, 36 o 48 voltios para los receptores que funcionan con corriente continua.



Inversor y esquema de funcionamiento

Fuente: google imágenes, propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Protecciones eléctricas:** se debe garantizar la calidad del suministro eléctrico de la instalación con todos los elementos necesarios, de tal manera que deben cumplir las normas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

Se debe garantizar la protección a las personas frente a contactos directos e indirectos y de la instalación frente a cortocircuitos y sobrecargas incluyendo todos los útiles de seguridad y protección (conjunto de magnetotérmicos).

Así para la parte de corriente continua se debe disponer un grado de aislamiento eléctrico de Clase II, y los materiales dispuestos en el exterior al menos un grado de protección IP65.

Hay que disponer la capacidad de desconectar y seccionar la instalación del inversor para facilitar el mantenimiento del conjunto de la instalación.



Diferentes cajas de protección para instalaciones solares



Fuente: google imágenes

### 6.3. **NORMATIVA VIGENTE**

Para las instalaciones fotovoltaicas aisladas, en el territorio español, la normativa vigente está presente desde principios de siglo, habrá que aplicar las siguientes:

*“Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.”*

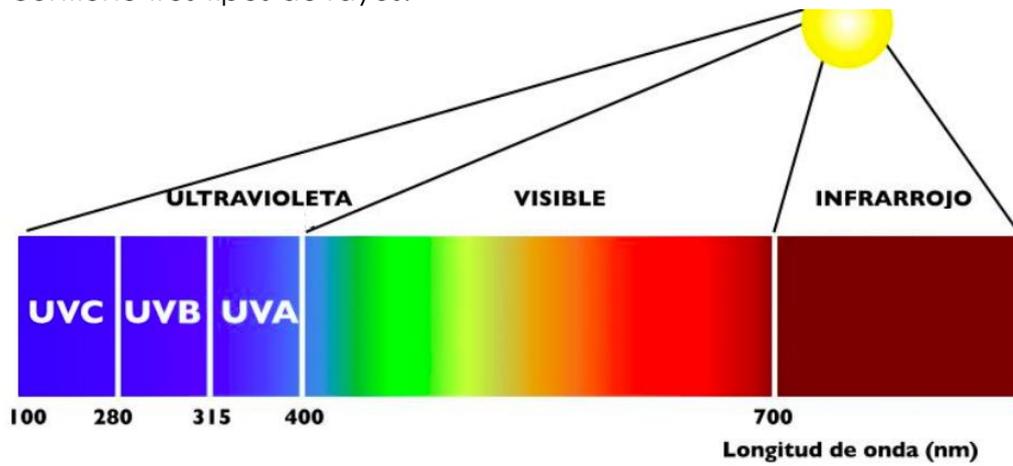
En concreto se desarrollan las normas para estas instalaciones en la instrucción técnica que es la “ITC-BT-40”.

El principal carácter que establecen es que diferencia entre instalaciones con potencia inferior y superior a 10 Kw. Así para las inferiores es necesario que un electricista acreditado realice una Memoria Técnica de Diseño, en las superiores a 10 Kw, como es este caso será necesario un proyecto, firmado por un técnico competente, siguiendo las directrices que imponen la ITC-BT-04.

## 6.4. CARACTERÍSTICAS DEL SOL EN EL PROYECTO

A la hora de desarrollar este proyecto hay que conocer una serie de características derivadas de la acción del sol tanto en el comportamiento global de los edificios como principalmente al disponer una instalación fotovoltaica como origen de la energía eléctrica para todo el sistema.

- **Radiación solar:** “es la energía solar que resulta del proceso de fusión nuclear que tiene lugar en el sol” (fuente: AEmet). Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. La radiación solar se entiende como el espectro solar que incide sobre nuestro planeta, contiene tres tipos de rayos:



Proporción de los rayos solares en el espectro solar

Fuente: google imágenes

Es importante conocer diferentes aspectos de la radiación solar para la definición posterior en el proyecto:

-IRRADIANCIA: es la radiación solar que incide en un instante sobre una superficie determinada, se mide en  $W/m^2$ .

-IRRADIACIÓN: es la radiación solar que incide durante un período de tiempo sobre una superficie determinada, se mide en  $W \cdot h/m^2$  o  $J/m^2$ .

Existen herramientas de información geográfica que nos permiten conocer los datos de radiación solar en una zona determinada para el cálculo de un sistema fotovoltaico. Una de las más destacadas es la del centro científico de la Unión Europea, que tiene la herramienta electrónica “Photovoltaic Geographical Information System” (PVGIS).

Fijando el punto geográfico, el tipo de panel solar y la inclinación ofrece la información de radiación de los años que tienen datos:



Irradiación mensual sobre plano (40,372 N, 5.906 W)

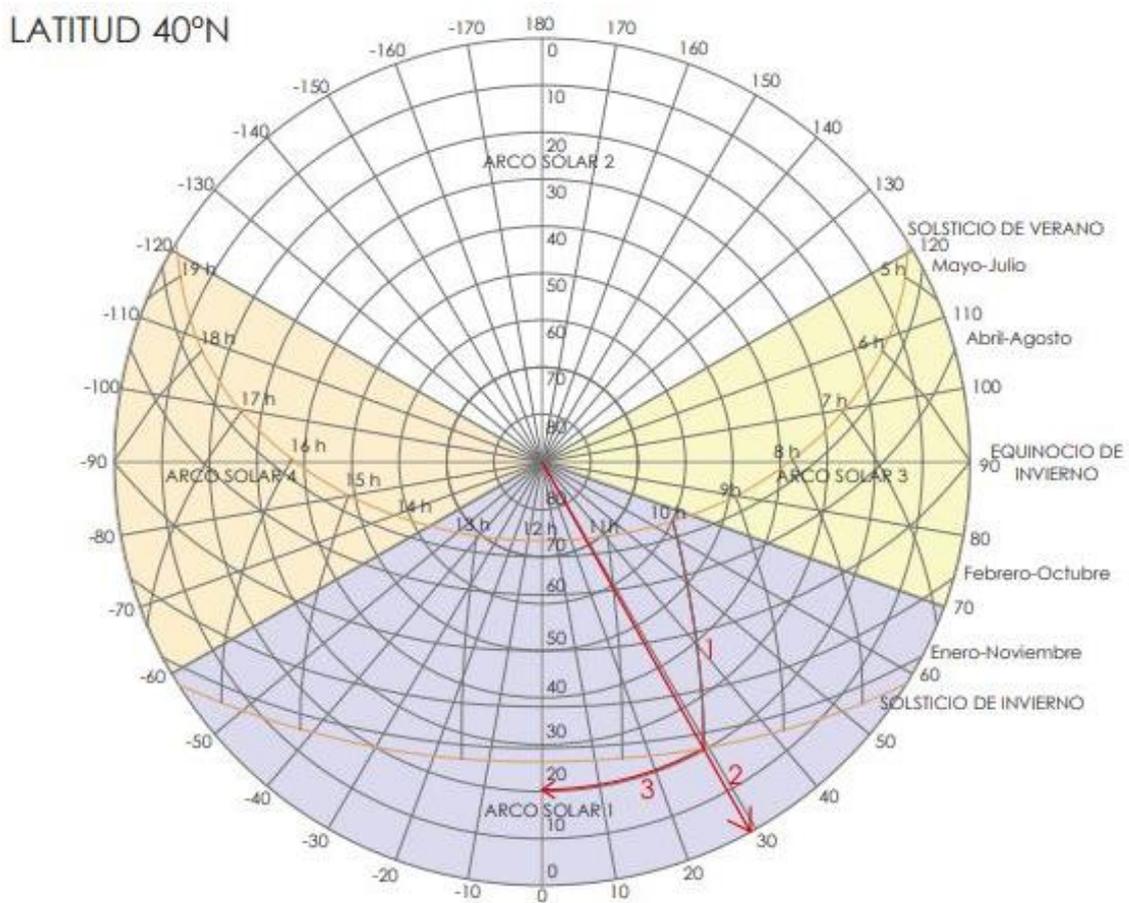
Fuente: PVGIS

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Soleamiento:** o asoleamiento, nos permite conocer el movimiento de los rayos solares sobre nuestro proyecto, se entiende como un elemento determinante en la arquitectura pues este condiciona la disposición de los huecos y las orientaciones de las construcciones para conocer el ingreso del sol en los ambientes interiores o como se produce su movimiento y afecta al exterior, que son factores determinantes en el bioclimatismo y la búsqueda del confort térmico.

Existen las cartas solares que nos permiten conocer el movimiento del sol a lo largo del año, existen diferentes tipos de representaciones, principalmente la estereográfica y la cilíndrica.

Este proyecto se sitúa en el punto geográfico de latitud:  $40^{\circ}22'18.2''$  N y de longitud:  $5^{\circ}54'25.8''$  W, se emplea la carta solar estereográfica de  $40^{\circ}$  norte para conocer la situación del soleamiento de la forma más próxima posible:



Carta solar estereográfica en  $40^{\circ}$  norte

Fuente: propia

Con la carta solar podemos conocer diferentes aspectos de los rayos del sol sobre esta latitud, los arcos horizontales nos permiten conocer las fechas y el trazado del movimiento del sol, el primero y último nos muestra el trazado en el solsticio de verano e invierno respectivamente.

Si queremos conocer el ángulo de acimut y la altura a una determinada hora y fecha, basta con fijar esta en primer lugar la fecha con los arcos que las marcan, por ejemplo a las 10:00 horas (1) y la fecha, en este caso el solsticio de invierno. El segundo paso es pasar una línea desde el centro a la intersección de las anteriores (2) y esta nos indicará el ángulo de azimut de los rayos solares, en este caso 29° y por último para conocer el ángulo de inclinación o altura solar basta con pasar un arco desde el centro por la intersección (3), en el solsticio de invierno a esta hora será de 20°.

Esto sirve para determinar la mejor orientación e inclinación de los paneles solares para una determinada latitud, en el caso del proyecto con una latitud de 40°22'18.2" N.

Cogiendo esta carta solar como referencia se determina una orientación sur o 0° como la mejor; para el **solsticio de verano** y tomando como mejor hora la central del día (12:00) se muestra una altura solar de 73°, si se lo restamos a 90° nos da un ángulo de inclinación de los paneles solares de **17°** como la más óptima. Para el **solsticio de invierno** la altura es de 27°, siguiendo el mismo procedimiento la inclinación de los paneles óptima sería de **63°**.

Así mismo este procedimiento nos muestra las mejores inclinaciones para paneles que se puedan mover, sin embargo, en este caso se seleccionan paneles sobre estructuras fijas por lo que el ángulo de elevación seleccionado es uno intermedio el mejor es de 33,8° (40,372°x0,76+3,1), aunque la norma establece un ángulo de inclinación de los paneles de 35°.

Otros datos que podemos extraer es la determinación de los huecos según la posición que nos marcan los arcos solares:

-ARCO SOLAR 1: en esta zona se obtiene el máximo soleamiento en invierno y verano, por ello se deben colocar las aperturas captadoras de luz. Así en los edificios nuevos se colocan las aperturas mayores en la esta zona, así mismo los invernaderos para aprovechar la energía solar en invierno, los cuales se cubren en verano para evitar la entrada de los rayos solares, en otras vidrieras los árboles protegen en verano.

-ARCO SOLAR 2: orientaciones norte en las que es mejor no colocar aperturas, en el proyecto los huecos, en nuevas construcciones, al norte son los necesarios para la ventilación.

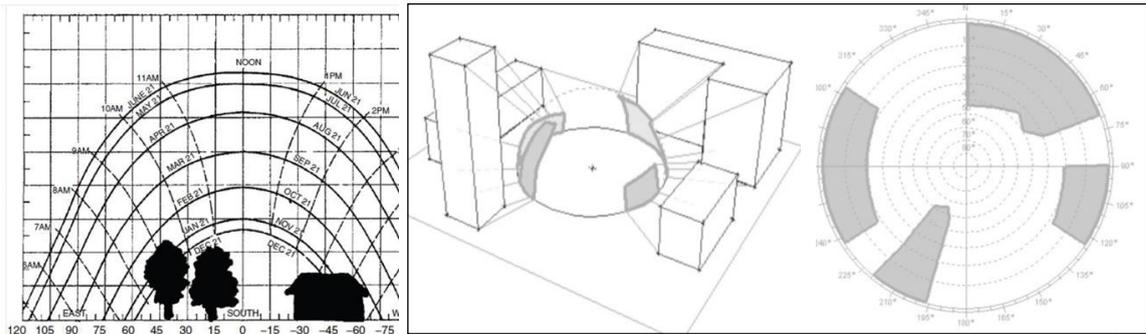
-ARCO SOLAR 3: al este, con una luz solar matutina que no se aprovecha en invierno y poca en verano, en esta orientación para proteger se deben colocar lamas verticales orientables.

-ARCO SOLAR 4: sol de tarde es mejor proteger en esta zona los huecos con lamas verticales.

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Sombras:** como otro de los factores que nos ayudan a determinar la posición de los edificios y sus respectivos huecos, las sombras generan sobre las superficies una pérdida de radiación solar, así mismo son un factor clave para situar la posición de los paneles.

Las cartas solares en este caso también son una herramienta que ayuda a determinar la posición de las sombras. Empleando la carta cilíndrica es un sistema en el que la determinación de las sombras se hace mediante la proyección del objeto en verdadera magnitud. En la estereográfica se debe calcular la proyección de las sombras sobre una semiesfera y de esta en el plano.



Esquema de sombras en carta cilíndrica y carta estereográfica

Fuente: google imágenes

**SOMBRAS EN EL PROYECTO:** se emplea el sistema BIM de Autodesk Revit para observar las sombras en el proyecto.

-Proyección de las sombras en el **solsticio de invierno a las 12:00 horas:**

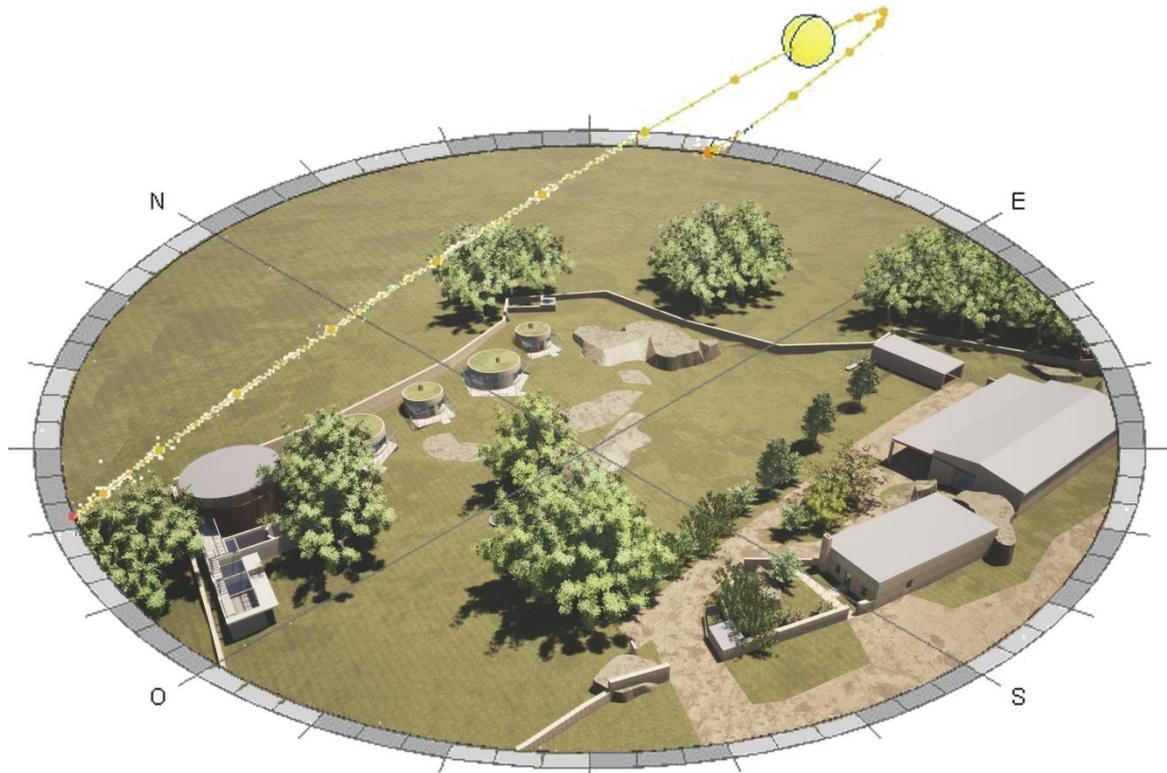


Sombras proyectadas en el solsticio de invierno

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- Proyección de las sombras en el **solsticio de verano a las 12:00 horas**:



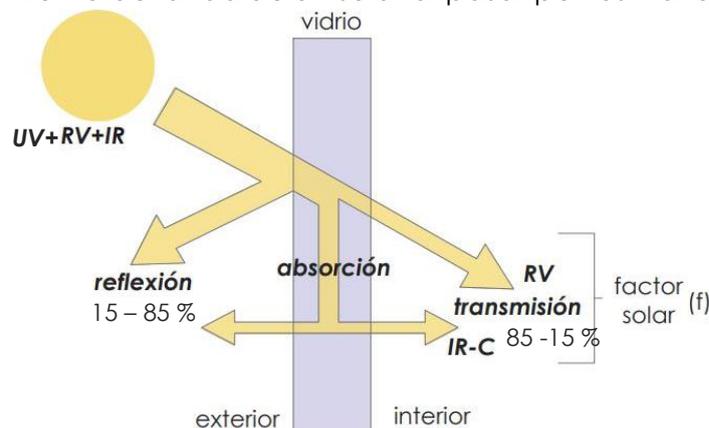
Sombras proyectadas en el solsticio de verano

Fuente: propia

- **Comportamiento de los vidrios frente a la radiación solar:** uno de los aspectos clave en el comportamiento del sol en los edificios es la elección de los vidrios para los huecos, así es importante definir algunos aspectos claves que condicionan los tipos de vidrio:

-Factor solar (f): sirve para medir la cantidad de energía, o calor, que atraviesa el vidrio, cuanto mayor es mayor es la cantidad de energía que entra. Cada carpintería tiene un valor diferente en función de la estructura del vidrio, además este se puede modificar de manera externa mediante la colocación de elementos artificiales o naturales que regulan la entrada de energía.

-Reflexión, transmisión, absorción: son tres aspectos que definen el comportamiento energético de los vidrios, estos hacen referencia al comportamiento de la radiación solar al pasar por los vidrios.



Comportamiento de la radiación solar en los vidrios

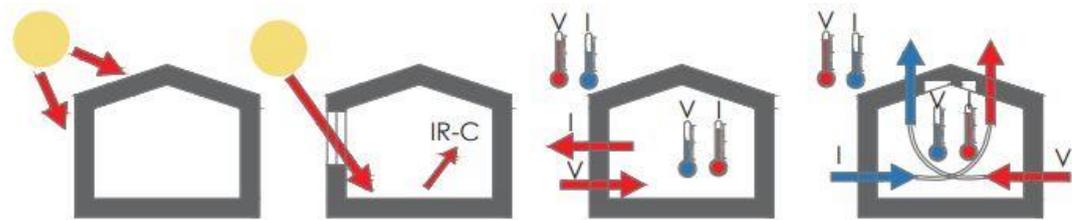
Fuente: propia

- **Aislamiento frente a las condiciones climáticas:** en el exterior de los edificios las condiciones naturales debidas a la situación climática por su localización son procesos que generan ganancias o pérdidas de potencia calorífica (W) en el interior de los edificios.

Según el Documento Básico HE Ahorro de energía en la sección HE 0 Limitación del consumo energético punto 4.2 dice: "Se consideran solicitaciones exteriores las acciones del clima sobre el edificio con efecto sobre su comportamiento térmico". Así mismo en este documento se definen una serie de zonas climáticas para el territorio nacional, consiguiendo una homogeneización de las características de las diferentes zonas.

Esta finca se sitúa en la provincia de Salamanca en una altura de 866 metros, por ello acudiendo a la tabla: *Tabla a-Anejo B. Zonas climáticas*, del documento muestra que se encuentra en la zona climática E1, lo que sirve para el diseño de los paramentos de los edificios y el dimensionado las instalaciones térmicas.

Las acciones climáticas del exterior producen una serie de ganancias o pérdidas de potencia (W), según el momento del año en que estemos las principales en representaciones serían:



Tipos de ganancias o pérdidas por acciones externas

Fuente: propia

Hay que lograr un control de estas pérdidas o ganancias para lograr el confort en el interior. Según dice el Sección HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética del CTE, en el punto 2 dice:

"1 Para controlar la demanda energética, los edificios dispondrán de una envolvente térmica de características tales que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico, en función del régimen de verano y de invierno, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.

2 Las características de los elementos de la envolvente térmica en función de su zona climática de invierno, serán tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables"

En la tabla Tabla 3.1.1.a fija unos valores límite de transmitancia térmica, ( $U_{lim}$  en  $W/m^2K$ ), dependiendo de las zonas climáticas, en este caso E:

Elemento	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior ( $U_s, U_M$ )	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior ( $U_C$ )	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno ( $U_T$ ) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica ( $U_{MD}$ )	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) ( $U_H$ )*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%				5,7		

\*Los huecos con uso de escaparate en unidades de uso con actividad comercial pueden incrementar el valor de  $U_H$  en un 50%.

Tabla 3.1.1.a valores límite de transmitancia térmica

Fuente: CTE

En este proyecto no se superan estos valores mediante la elección de unos paramentos y carpinterías con un suficiente aislamiento térmico y unas condiciones constructivas que permite alcanzar estos valores de transmitancia térmica mínimos.

En el punto 3.1.3 Permeabilidad al aire de la envolvente térmica, de la sección HE 1, hace referencia a la entrada de aire desde el exterior:

“1 Las soluciones constructivas y condiciones de ejecución de los elementos de la envolvente térmica asegurarán una adecuada estanqueidad al aire....”

Se resuelve desde el punto de vista de la construcción, garantizando una resolución técnica que evite la entrada descontrolada desde el exterior.

Otro aspecto que se resuelve desde el mismo enfoque es la solución de las condensaciones que se desarrolla en la misma sección del Documento Básico: HE Ahorro de energía, en el punto 3.3 Limitación de condensaciones en la envolvente térmica:

“En el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en la envolvente térmica del edificio, estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. En ningún caso, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual podrá superar la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.”

Todos estos aspectos son claves en el funcionamiento del conjunto del proyecto, principalmente los que afectan al desarrollo de las instalaciones que son el elemento central en el desarrollo de este trabajo.

## 7. DESARROLLO DE LAS INSTALACIONES

El punto central del trabajo es el desarrollo de las principales instalaciones de la finca, cada una se desarrolla con el planteamiento del trazado, y el cálculo de los elementos principales.

### 7.1. INSTALACIONES DE AGUA

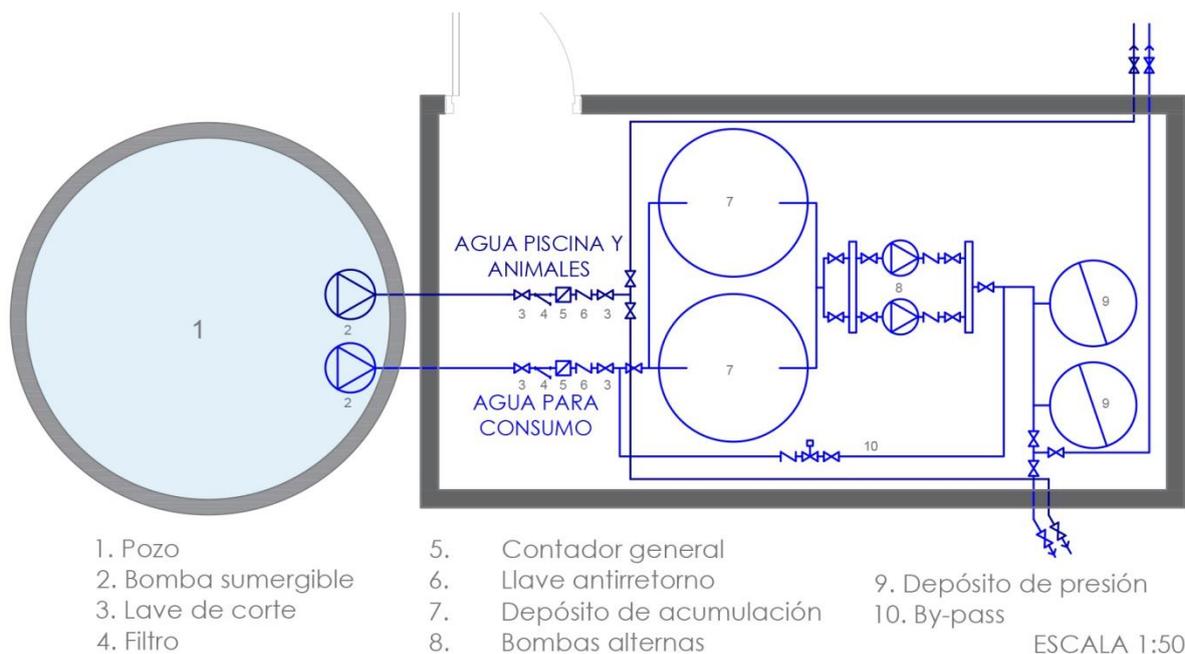
Estas instalaciones incluyen los diferentes circuitos para el agua fría y agua caliente sanitaria, dentro de estas se encuentra la instalación de calefacción, la de aguas para el llenado de las piscinas, la del consumo de los animales y por último para el riego de la vegetación con el agua depurada del saneamiento.

#### 7.1.1. AGUA FRÍA Y AGUA CALIENTE

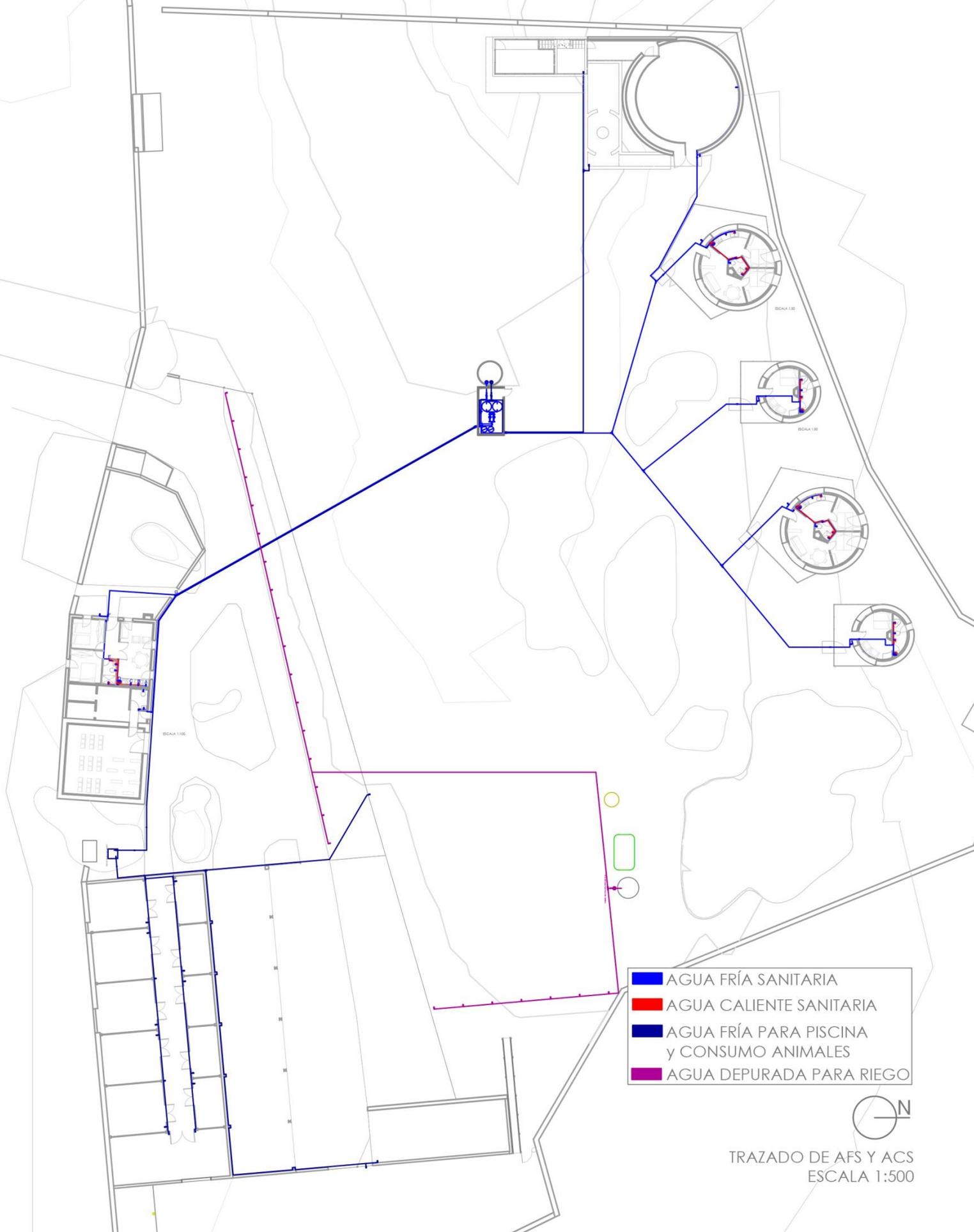
El desarrollo de la instalación de AFS y ACS se plantea con un sistema igual que el que se emplea en los edificios de viviendas en altura al estar el proyecto sobre un terreno de grandes desniveles en que cada edificio está en un nivel diferente.

Para el suministro se emplea un grupo de presión similar al de los edificios en altura, con una bomba sumergible que extrae e impulsa el agua del fondo del pozo a los depósitos de acumulación situados en el casetón de máquinas desde los que se impulsa el agua para el consumo.

El suministro del agua para la piscina y los animales se consigue mediante una bomba sumergida que se pondrá en marcha cuando sea necesario para llenado de la piscina o más constantemente en el suministro para los animales.



**TRAZADO GENERAL:** se plantea como un conjunto de redes independientes según el uso que se le va a dar al agua.



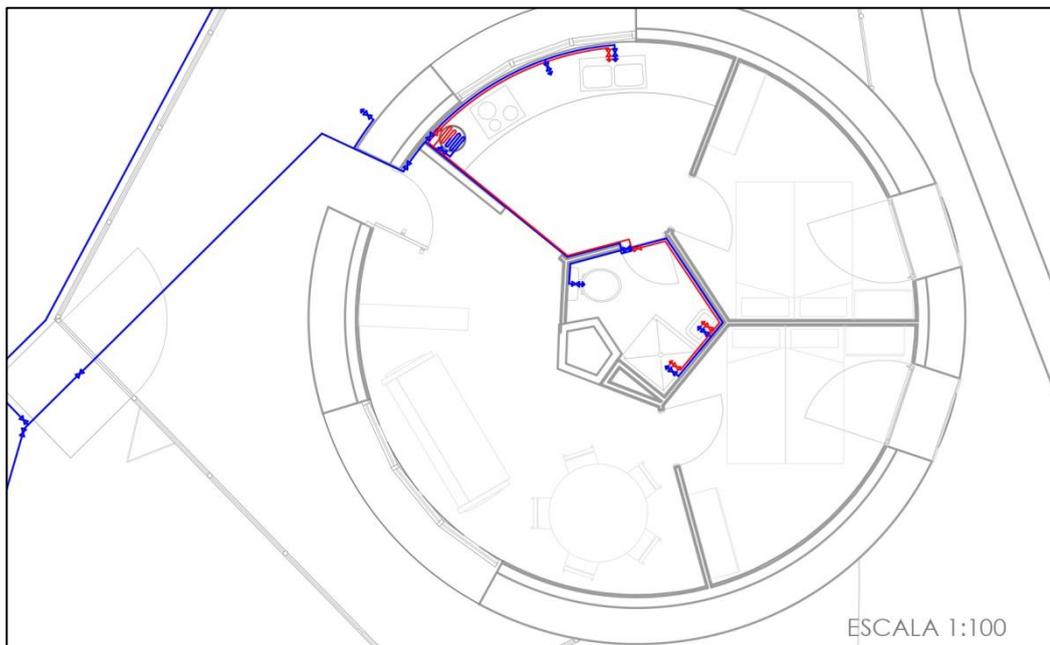
- AGUA FRÍA SANITARIA
- AGUA CALIENTE SANITARIA
- AGUA FRÍA PARA PISCINA y CONSUMO ANIMALES
- AGUA DEPURADA PARA RIEGO



TRAZADO DE AFS Y ACS  
ESCALA 1:500

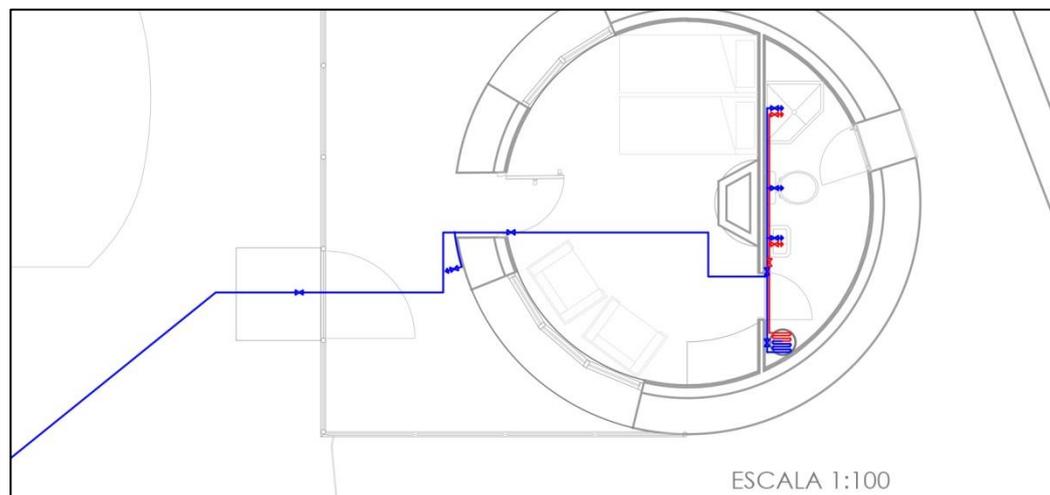
Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Trazado para el circuito de agua fría para la piscina y los animales:** representado con el color azul más oscuro este circuito suministra el agua para el llenado de las piscinas, el cual se realizaría de forma ocasional. También suministra el agua para los animales, mediante el llenado de un depósito de 3000 l, desde este se distribuye a los puntos necesarios por gravedad.
- **Trazado para el agua de riego:** el circuito magenta, el agua depurada procedente del saneamiento se acumula en un depósito en y con una bomba se vacía aprovechando el agua para el riego de la vegetación mediante unos aspersores, a los que la bomba da suficiente presión.
- **Trazado de las viviendas de 1 y 2 habitaciones:** El trazado de la instalación de agua fría se desarrolla por el suelo hasta entrar en la vivienda donde se distribuye por el techo, el agua caliente se consigue mediante un sistema de caldera individual.



Instalaciones de AFS y ACS en la vivienda de 2 habitaciones

Fuente: propia

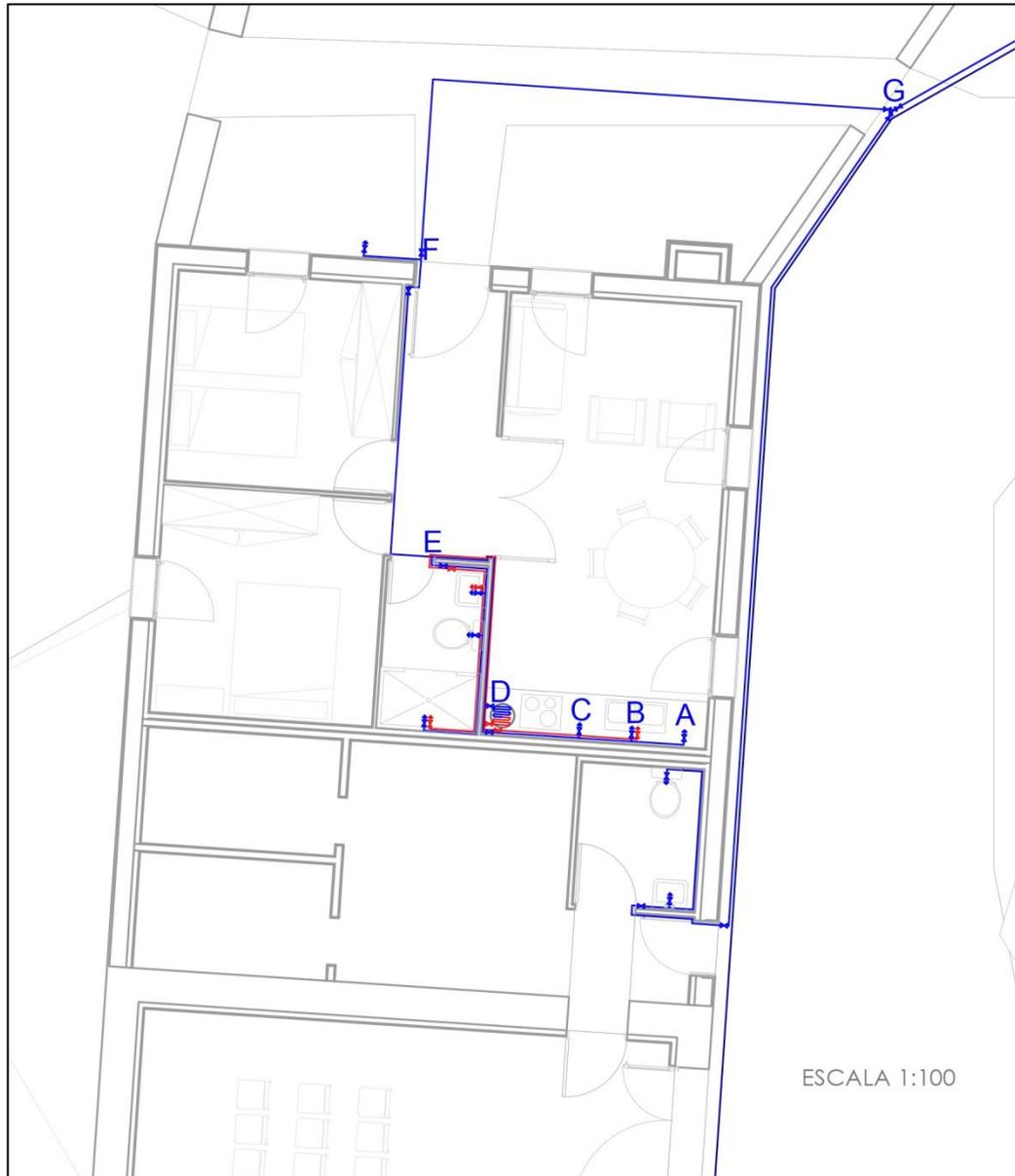


Instalaciones de AFS y ACS en la vivienda de 1 habitación

Fuente: propia

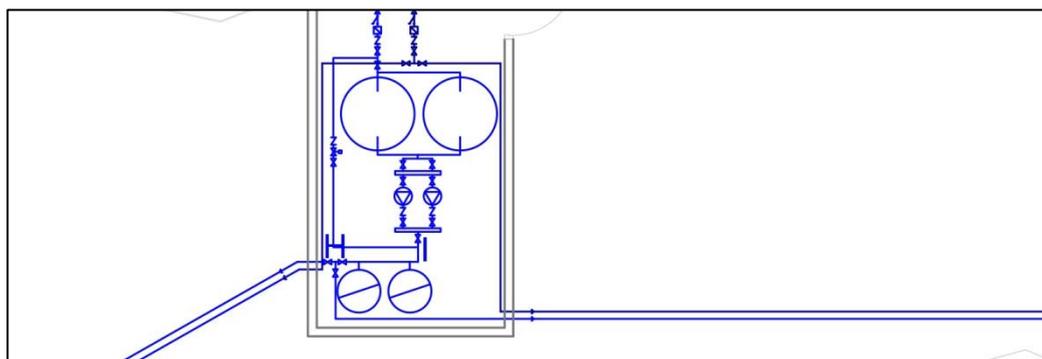
Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Trazado de la vivienda del propietario y aseo de la sala de proyecciones:** con una rama que llega desde el grupo de presión y suministra el agua a ambos espacios, el último punto de suministro de la vivienda es el más elevado y lejano del grupo de presión, es por ello que se emplea esta rama para el dimensionado del mismo.



Instalaciones de AFS y ACS en la vivienda del propietario, y división de los tramos

Fuente: propia



Tramos de la rama para el dimensionado en el grupo de presión

Fuente: propia

## DIMENSIONADO DE LA RED DE AFS Y CALDERA DE ACS

Para comenzar con el dimensionado de las instalaciones para el agua sanitaria es necesario conocer los caudales instantáneos ( $Q_{inst}$ ) de los aparatos que conforman la red de AFS y ACS, para determinarlo se emplea la tabla 2.1 del apartado 2.1.3 de la Sección HS 4 Suministro de agua del DB de salubridad del CTE:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Caudales instantáneo mínimo para cada aparato

Fuente: CTE HS4

Se fijará una temperatura de uso habitual del agua en los aparatos que precisan agua caliente para el posterior cálculo de la caldera necesaria.

Una vez conocidos los caudales instantáneos de los aparatos se determinará los caudales instantáneos totales de cada edificio en el proyecto.

VIV 2 HAB	APARATO	Q inst (l/s) AFS	Q inst (l/s) ACS	T uso habitual	Q inst (l/s) AFS TOTAL	Q inst (l/s) ACS TOTAL
	lavabo	0,1	0,065	35	0,9	0,365
	ducha	0,2	0,1	40		
	inodoro	0,1	-	-		
	fregadero	0,2	0,1	45		
	lavabajillas	0,15	0,1	45		
	grifo portal	0,15	-	-		

VIV 1 HAB	APARATO	Q inst (l/s) AFS	Q inst (l/s) ACS	T uso habitual	Q inst (l/s) AFS TOTAL	Q inst (l/s) ACS TOTAL
	lavabo	0,1	0,065	35	0,55	0,165
	ducha	0,2	0,1	40		
	inodoro	0,1	-	-		
	grifo portal	0,15	-	-		

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

VIV PROPIETARIO	APARATO	Q inst (l/s) AFS	Q inst (l/s) ACS	T uso habitual	Q inst (l/s) AFS TOTAL	Q inst (l/s) ACS TOTAL
	lavabo	0,1	0,065	35	1,05	0,365
	ducha	0,2	0,1	40		
	inodoro	0,1	-	-		
	fregadero	0,2	0,1	45		
	lavabajillas	0,15	0,1	45		
	lavadora	0,15	-	45		
	grifo portal	0,15	-	-		

BAÑO PROYECCIONES	APARATO	Q inst (l/s) AFS	Q inst (l/s) ACS	T uso habitual	Q inst (l/s) AFS TOTAL	Q inst (l/s) ACS TOTAL
	lavamanos	0,05	-	-	1,3	-
	inodoro	1,25	-	-		

picadero	APARATO	Q inst (l/s) AFS	Q inst (l/s) ACS	T uso habitual	Q inst (l/s) AFS TOTAL	Q inst (l/s) ACS TOTAL
	grifo interior	0,2	-	-	0,35	-
	grifo externo	0,15	-	-		

Una vez conocido el caudal instantáneo de los aparatos se procede al dimensionado de la red de distribución y la determinación de la presión de en el punto de salida del grupo de presión.

Para hacer este dimensionado se emplea el método de **proporcionalidad de las pérdidas de carga**, en el que es necesario dividir la rama más desfavorable de la instalación en tramos según se producen los consumos de los aparatos. Con ello se calcula la pérdida de carga unitaria de las tuberías (j) a partir de la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$j = \frac{f}{\phi_{int}} \cdot \frac{U^2 \cdot \rho}{2}$$

Para determinar el caudal punta (Q<sub>s</sub>) se compara entre el Método de la Norma Francesa (DTU 60.11 2013), en el Q<sub>s</sub> = K · Q inst, y el Método de la Norma UNE 149201:2008, en el que se determina según la tabla:

Tipo de Edificación	Q <sub>t</sub> > 20 l/s	Q <sub>t</sub> ≤ 20 l/s		
		Si todo Q <sub>min</sub> < 0,5 l/s	Si algún Q <sub>min</sub> ≥ 0,5 l/s	
			Q <sub>t</sub> ≤ 1 l/s	Q <sub>t</sub> > 1 l/s
Edificios de viviendas	Q <sub>c</sub> = 1,7 × (Q <sub>t</sub> ) <sup>0,21</sup> - 0,7	Q <sub>c</sub> = 0,682 × (Q <sub>t</sub> ) <sup>0,45</sup> - 0,14	Q <sub>c</sub> = Q <sub>t</sub>	Q <sub>c</sub> = 1,7 × (Q <sub>t</sub> ) <sup>0,21</sup> - 0,7
Edificios de oficinas, estaciones, aeropuertos	Q <sub>c</sub> = 0,4 × (Q <sub>t</sub> ) <sup>0,54</sup> + 0,48			
Edificios de hoteles, discotecas, museos	Q <sub>c</sub> = 1,08 × (Q <sub>t</sub> ) <sup>0,5</sup> - 1,83	Q <sub>c</sub> = 0,698 × (Q <sub>t</sub> ) <sup>0,5</sup> - 0,12	Q <sub>c</sub> = Q <sub>t</sub>	Q <sub>c</sub> = (Q <sub>t</sub> ) <sup>0,366</sup>
Edificios de centros comerciales	Q <sub>c</sub> = 4,3 × (Q <sub>t</sub> ) <sup>0,27</sup> - 6,65			
Edificios de hospitales	Q <sub>c</sub> = 0,25 × (Q <sub>t</sub> ) <sup>0,65</sup> + 1,25			

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Comparando ambas se determina el  $Q_s$  de la instalación, se escoge el de la norma UNE pues es el superior de las dos, según esta se escoge el remarcado en la tabla que es el que corresponde a un tipo de edificación para hoteles, aunque el proyecto no sea exactamente este tipo pues es más restrictivo que en otros casos.

También es necesario conocer los diámetros comerciales de las tuberías, en los tramos interiores de los edificios se emplean tuberías de cobre, y en los tramos exteriores de polietileno de alta densidad:

Cu ( UNE-EN 1057:2007+A1:2010 )

$\varnothing$ (mm) exterior	$\varnothing$ (mm) interior	Espesor pared (mm)
16	14	1
18	16	1
22	20	1
28	26	1
35	33	1

PE-AD ( UNE-EN 12201-2:2012 )

$\varnothing$ (mm) exterior	$\varnothing$ (mm) interior	Espesor pared (mm)
32	28	2
40	35,2	2,4
50	44	3
63	55,4	3,8
75	66	4,5

Los tramos están marcados en el trazado de la instalación de agua de la vivienda del propietario, desde el punto de consumo destinado a la lavadora hasta el grupo de presión.

TRAMO	$Q_s$ (m <sup>3</sup> /s)	U (m/s)	A m <sup>2</sup>	$\varnothing$ mm	$\varnothing_{real}$ mm	Areal m <sup>2</sup>	U m/s	Re	$\epsilon$ mm	$\epsilon/\varnothing$	f	j Pa/m	j mca/m
AB	0,0005	1	5E-04	25,21	26	0,000531	0,941	18707	0,0015	5,8E-05	0,03	542,5	0,055
BC	0,0007	1	7E-04	29,44	26	0,000531	1,283	25509	0,0015	5,8E-05	0,028	690,5	0,070
CD	0,0008	1	8E-04	31,43	33	0,000855	0,907	22900	0,0015	4,5E-05	0,028	384,8	0,039
DE	0,0009	1	9E-04	34,75	33	0,000855	1,109	27988	0,0015	4,5E-05	0,028	470,3	0,048
EF	0,0011	1	0,001	37,25	33	0,000855	1,274	32165	0,0015	4,5E-05	0,027	521,2	0,053
FG	0,0011	2	6E-04	26,88	28	0,000616	1,844	39496	0,0015	5,4E-05	0,028	921,8	0,094
GH	0,0014	2	7E-04	30,29	28	0,000616	2,341	50134	0,0015	5,4E-05	0,027	1128	0,115
HI	0,0019	2	1E-03	34,98	35,2	0,000973	1,976	53194	0,0015	4,3E-05	0,026	729,5	0,074

Para el cálculo de la presión necesaria en el grupo de presión siguiendo el método de proporcionalidad de las pérdidas de carga, se fija la presión en el último punto de consumo, siguiendo lo que dice el CTE HS4:

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- a) 100 kPa para grifos comunes;
- b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

A partir de la fijación de esta presión final mínima (10 mca) se va calculando la presión en los siguientes tramos hasta determinar la final, que será la mínima que tendrán que aportar las bombas.

TRAMO	Q inst (l/s)	nº ap.	K	Q s (l/s)	L m	Leq m	Ø mm	U m/s	j mca/m	J mca	Δh m	J+Δh mca	Pi mca	Pf mca
AB	0,15	1	1,00	0,50	0,78	0,94	26	0,9406	0,055	0,052	0	0,052	10	10,05
BC	0,35	2	1,00	0,68	0,78	0,94	26	1,2826	0,070	0,066	0	0,066	10,05	10,12
CD	0,50	3	0,57	0,78	1,8	2,16	33	0,9072	0,039	0,085	0	0,085	10,12	10,2
DE	0,87	4	0,46	0,95	3,1	3,72	33	1,1087	0,048	0,178	2,2	2,378	10,20	12,58
EF	1,27	7	0,33	1,09	8,1	9,72	33	1,2742	0,053	0,517	3	3,517	12,58	16,1
FG	1,42	8	0,30	1,14	9,56	11,47	28	1,844	0,094	1,078	0	1,078	16,10	17,18
GH	2,72	10	0,27	1,44	39,4	47,28	28	2,3407	0,115	5,440	5	10,44	17,18	27,62
HI	5,97	22	0,17	1,92	1,25	1,5	35,2	1,9756	0,074	0,112	-0,2	-0,09	27,62	27,53
<b>PRESIÓN A APROTAR POR LAS BOMBAS</b>														<b>27,53</b>

Esta presión se emplea para determinar el grupo de presión que suministrará la necesaria para el conjunto de los edificios, el diseño se hará siguiendo los pasos que marca el método de la Norma UNE 149202, el cálculo es el siguiente:

<b>GRUPO DE PRESIÓN</b>	Q inst (l/s)	5,97	
	Q s (l/s)	1,92	
	Qs (l/h)	6921,11	
	Q s (m3/h)	6,92	
	P mca	27,53	
	V depósito (l)	2307,04	
	DEPÓSITOS	2 X 1200 l	
	Pb (mca)	27,53	
	Q b (m3/h)	6,92	
	Pp (mca)	37,73	
	Q p (m3/h)	4,87	
	N	2	
	Q m (l/s)	1,64	
	Q M (l/s)	3,28	> Qs = 1,92
	QM (l/h)	11795,14	
	P (CV)	2,43	
		2,91	<b>DOS BOMBAS DE 3 CV</b>
	P (kW)	2,17	
V dep.pres (l)	418,67	<b>DOS DEPÓSITOS DE 225 l</b>	
d	0,102		

## **AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS CONDUCCIONES**

El objeto fundamental del aislamiento térmico es la reducción de las pérdidas de calor y el espesor mínimo se define en la IT 1.2.4.2.1. del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE):

En el caso de las conducciones exteriores de AFS precisan un aislamiento mínimo para evitar las congelaciones del fluido, se emplean los diámetros mínimos especificados en la IT 1.2.4.2.1:

**Tabla 1.2.4.2.4 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios.**

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
D ≤ 35	50	45	40
35 < D ≤ 60	60	50	40
60 < D ≤ 90	60	50	50
90 < D ≤ 140	70	60	50
140 < D	70	60	50

Esesor mínimo de aislamiento en conducciones exteriores

Fuente: RITE

Se escoge el aislamiento mínimo para temperatura del agua que se sitúe entre 0 y 10°C, conociendo la temperatura a la que se encuentra en el pozo del que se extrae la misma. También es cierto, que las conducciones exteriores se encuentran enterradas procurando una profundidad de mínima de 15 cm para que la temperatura del terreno se encuentre estable.

En el caso de las conducciones interiores de ACS precisan un aislamiento mínimo para evitar las pérdidas de calor y las condensaciones de las tuberías, se emplean los diámetros mínimos especificados en la misma IT:

**Tabla 1.2.4.2.1. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios**

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	>100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Esesor mínimo de aislamiento en conducciones exteriores

Fuente: RITE

Se escogen los diámetros mínimos de tubería para la temperatura entre 40 y 60°C porque el agua se calienta en la caldera a 60°C y se supone que no va a superar esa temperatura en las conducciones interiores.

## DIMENSIONADO DE LA CALDERA

Es necesario buscar un sistema de calentamiento de agua para el ACS que atienda a unos condicionantes principales que son el hecho de que el sistema de calentamiento debe ser eléctrico; que debe servir para la producción de ACS y para la calefacción; y que al tratarse de unos espacios que no están habitados de forma constante debe ser un sistema de producción instantánea. Pero buscando una reducción de la potencia se emplea un sistema de semiacumulación que dispensa agua caliente, antes de disponer del agua acumulada, en un tiempo relativamente corto.

A partir de estos condicionantes el cálculo de las calderas se hace para la vivienda del propietario y de dos habitaciones por un lado y para la vivienda de una habitación por otro, se determina:

VIS 2HAB Y PROPIETARIO			
APARATO	Q inst (l/s) ACS	T uso habitual	l agua a Tcaldera 60º y Tred 10º
lavabo	0,065	35	4,05
ducha	0,1	40	24,00
freagadero	0,1	45	20,44
lavabajillas	0,1	45	8,00
TOTAL	0,365		56,49
ACUMULACIÓN CALDERA			60
CLADERA HDCS 10/15	P ACS (KW)		6
	TIEMPO DE RECUPERACIÓN		47 min
	DEPÓSITO		80 l
	CONSUMO l/10min		134

VIV 1 HAB			
APARATO	Q inst (l/s) ACS	T uso habitual	l agua a Tcaldera 60º y Tred 10º
lavabo	0,065	35	4,05
ducha	0,1	40	24,00
TOTAL	0,165		28,05
ACUMULACIÓN CALDERA			30
CLADERA HDCS 45/90	P ACS (KW)		6
	TIEMPO DE RECUPERACIÓN		29 min
	DEPÓSITO		50 l
	CONSUMO l/10min		83

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Se busca una caldera eléctrica que supla las necesidades de acumulación de agua caliente y que el tiempo de recuperación no sea muy elevado (calderas eléctricas marca DOMUSA):

CALDERA CALEFACCIÓN + AGUA CALIENTE SANITARIA													
Modelos	Potencia kW		Tiempo recuperación ACS min.		Consumo ACS L/10 min. Δ30	Capacidad del acumulador L	Instalación	Voltaje			Perfil de carga	Clase eficiencia calefacción	Clase eficiencia ACS
	Calefacción	ACS	35°C a 60°C	10°C a 60°C				20II	220III	380III			
HDCS 45/90	4,5-9	6	24	47	134	80	Pie	*	*	*	XL	D	C
HDCS 10/15	10,5-15	6						*	*	*	XL	D	C
HDCS 1860	18	6						*	*	*	XL	D	C
HDCS2160	21	6						*	*	*	XL	D	C
HDCSM 45/90	4,5-9	6	15	29	83	50	Mural	*	*	*	L	D	C
HDCSM 10/15	10,5-15	6						*	*	*	L	D	C
HDCSM 1860	18	6						*	*	*	L	D	C
HDCSM 2160	21	6						*	*	*	L	D	C

## SELECCIÓN DE LAS BOMBAS DEL PROYECTO

- **Bomba vertical multicelular para el sistema de presión:** se utiliza una bomba que suministre la presión necesaria calculada previamente:

BOMBA GRUPO DE PRESIÓN		
QM	(l/h)	11795,14
QM	(m <sup>3</sup> /h)	11,80
Q	(l/h)	14000
P	(CV)	3
H	(mca)	29
P	(kW)	2,24

Modelo	Potencia		Caudal (m <sup>3</sup> /h)											AISÍ 304	
	Kw	CV	0	4	5	5,4	6	7	8	9	10	11	14	PRECIO	
			H = ALTURA TOTAL (mca)											Monof.	Trifás.
XV 9/2	0,75	1	24	22	22	21	21	20	19	19	17	16	9	1.615	1.660
XV 9/3	1,1	1,5	36	33	32	31	31	30	29	27	26	23	13	1.730	1.695
XV 9/4	1,5	2	48	44	43	42	42	40	39	37	35	32	19	1.785	1.735
XV 9/5	2,2	3	60	56	55	54	53	51	50	48	45	41	25	2.035	1.825
XV 9/6	2,2	3	72	66	65	64	63	61	59	56	53	48	29	2.090	1.895
XV 9/7	3	4	84	78	76	76	74	72	69	66	63	57	35		2.340

- **Bomba sumergible para el consumo humano:** impulsa el agua desde el pozo hasta el grupo de presión para la red de suministro:

BOMBA SUCCIÓN POZO		
Q <sub>mín</sub>	(l/h)	11795,14
Q	(l/h)	14000
P	(CV)	3
P	(kW)	2,24
∅	"	2

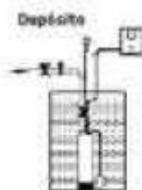
Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Modelo bomba	Potencia Motor		Amperios		Caudal litros / hora								Ø Salida	Ø bomba
			Monof.	Trifásicos	0	2,000	5,000	8,000	11,000	14,000	17,000	20,000		
	CV	KW	230V	400V	Altura en metros									
AB-3	2	1,5	11	3,6	36	35	32	28	24	18	13	5	2"	150
AB-4	3	2,2	12	4,2	46	45	42	38	32	25	22	7	2"	150
AB-5	4	3		6	57	55	51	63	46	31	21	10	2"	150

- **Bomba sumergible para la red de la piscina y consumo animal:** impulsa el agua directamente desde el pozo hasta la piscinas ocasionalmente y de manera diaria para el consumo animal:

BOMBA PISCINA Y NAVE		
Q	(l/h)	3300
P	(CV)	0,8
P	(kW)	0,60
Ø	"	1

se presupone un caudal de 3000 l/h para suministro del depósito para los animales y llenado piscina



Modelo bomba	Potencia Motor		Amperios		Caudal litros / hora								Ø Salida	Ø bomba	
			Monof.	Trifásicos	0	600	1,800	2,400	3,300	4,200	5,100	5,500			
	CV	KW	230V	400V	Altura en metros										
AJ-3	0,5	0,37	2,6	1,2	33	30	23	17	8					1"	117
AJ-5	0,8	0,6	3,8	1,4	55	50	38	30	14					1"	117
AJ-7	1,2	0,9	6,3	2,1	77	68	49	37	17					1"	117
ACUA-40	0,8	0,6	5	1,8	47	44	37	33	26	18	10	5	1 1/4"	128	
ACUA-60	1,2	0,9	6	2,3	60	57	49	45	38	27	17	11	1 1/4"	128	

- **Bomba vertical para riego:** impulsa el agua depurada acumulada procedente de la red de saneamiento:

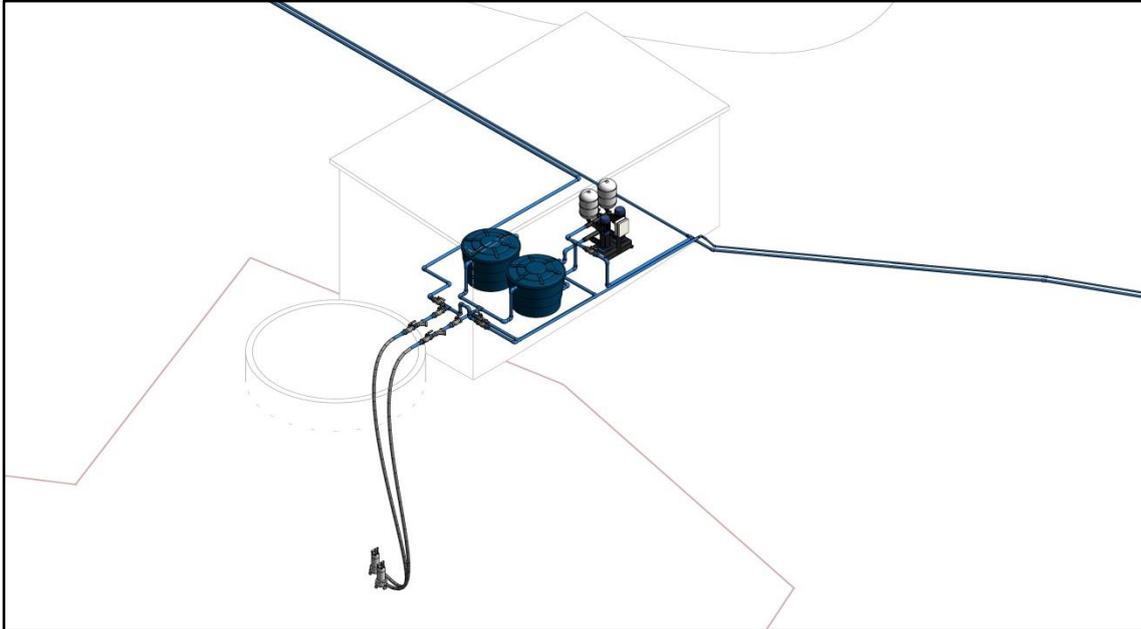
BOMBA AGUA RIEGO	
nº bocas riego	24
Q por boca (l/s)	0,1
Q s (l/h)	8640
Q (l/h)	9000
P (CV)	1,2
P (kW)	0,90
Ø	1 1/4"

Modelo bomba		Potencia		Consumo Amperios		Caudal litros/hora										Ø Diámetro	
						0	1.200	1.800	2.400	3.000	4.500	5.700	7.200	9.000	10.500	Asp	Envío
Monofás.	Trifásico	C.V.	KW.	Monof. 230V	Trifásico 230V/400V	Altura en metros											
VERT-204 X	VERT-204 XT	1,1	0,8	5,4	2,3	52	48	46	43	39	27	15		-	-	1"	1"
VERT-205 X	VERT-205 XT	1,1	1,2	7,2	2,5	67	63	59	56	51	39	24		-	-	1"	1"
VERT-206 X	VERT-206 XT	1,6	1,2	7,8	2,1	78	74	71	67	62	46	29		-	-	1"	1"
VERT-207 X	VERT-207 XT	2	1,5	8,6	2,5	91	86	84	80	75	59	39		-	-	1"	1"
VERT-303 X	VERT-303 XT	1,2	0,9	8,4	3,7	40	39	38	37	36	32	28	23	13,5	4,5	1 1/2"	1 1/4"
VERT-304 X	VERT-304 XT	1,5	1,1	8,9	3,9	50	49	48,5	48	47	43	39	32	20	7,5	1 1/2"	1 1/4"
VERT-305 X	VERT-305 XT	2	1,5	11,2	4,6	66	65	64	63	62	57	52	44	28	11	1 1/2"	1 1/4"

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

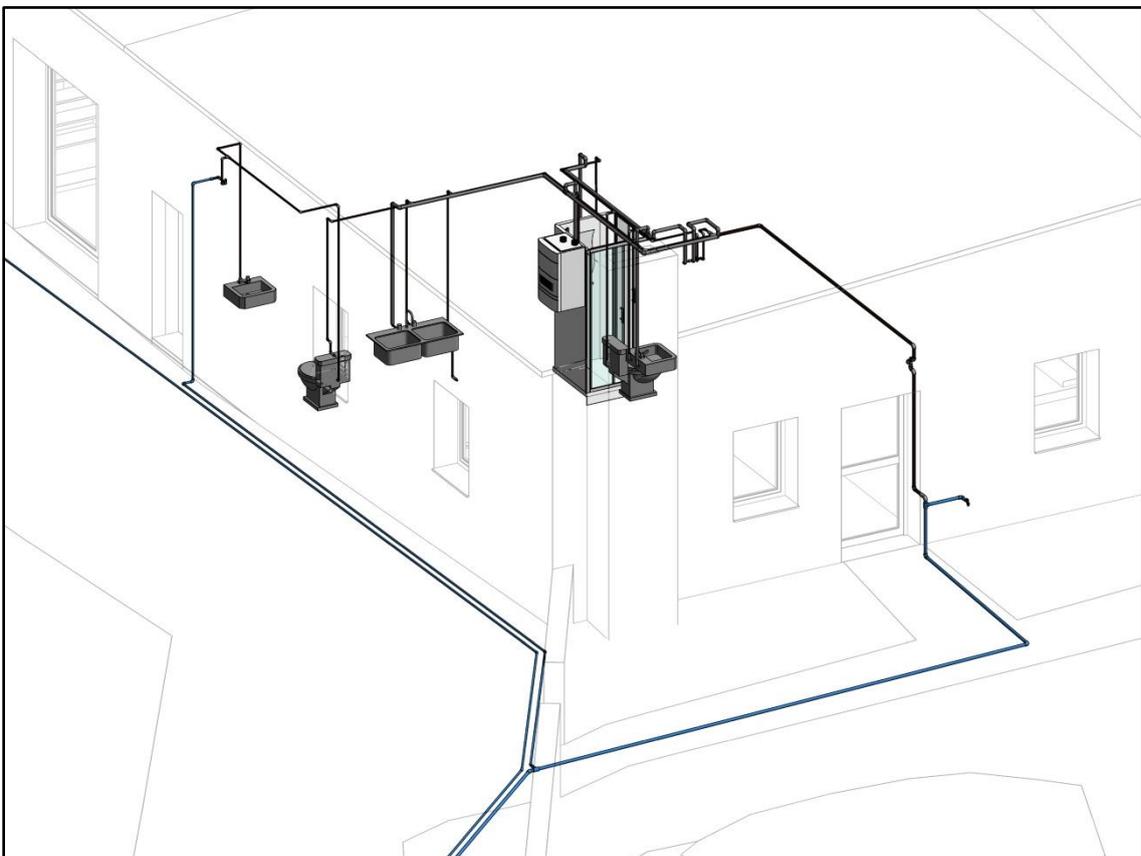
## **LEVANTAMIENTO DE LA INSTALACIÓN EN 3D**

El levantamiento de parte de la instalación en tres dimensiones ayuda a comprender el funcionamiento real de las instalaciones, este se ha realizado con el software Autodesk Revit MEP:



Levantamiento en 3D de la extracción y el grupo de presiones

Fuente: propia



Levantamiento en 3D de la instalación de fontanería de la vivienda del propietario

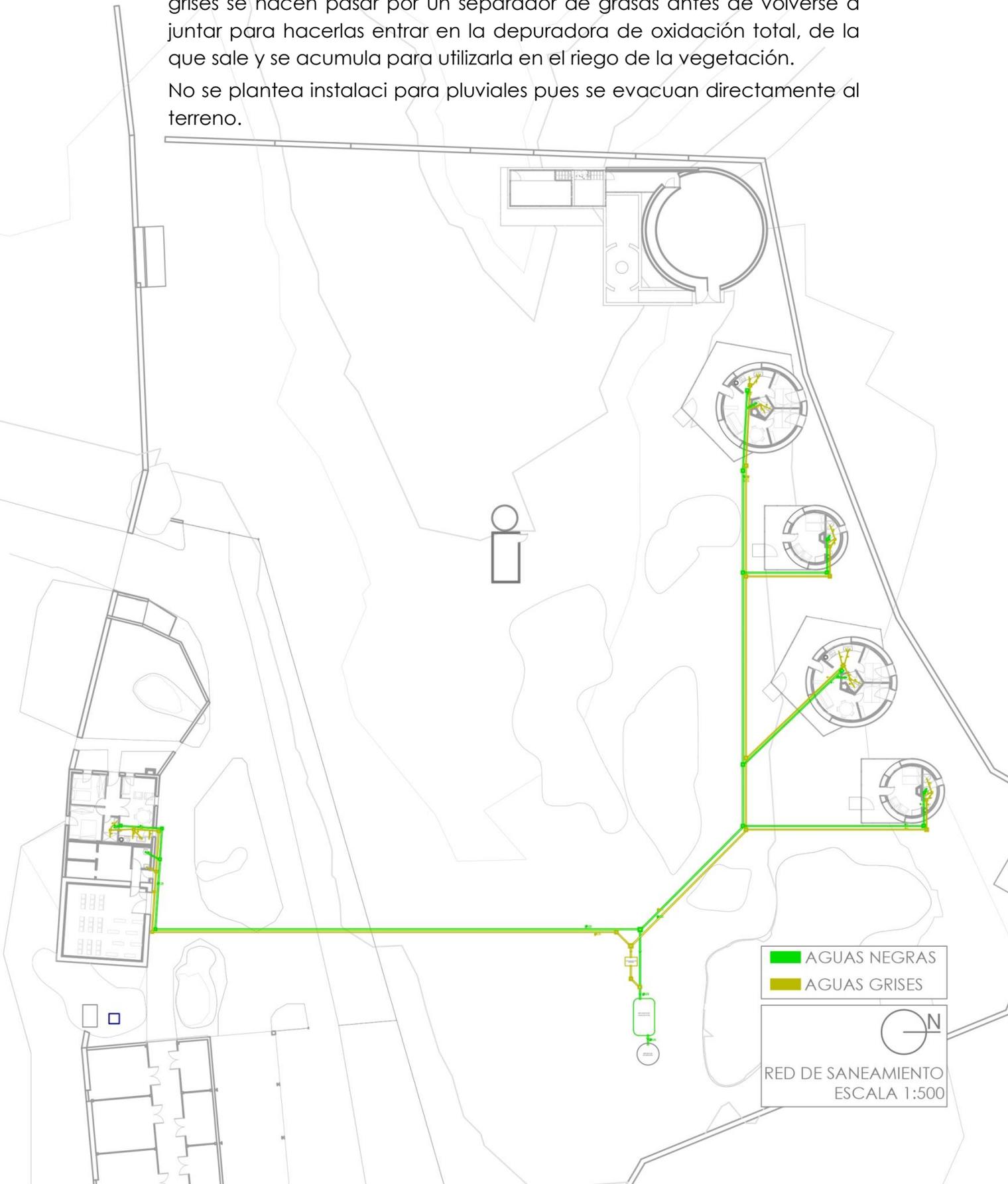
Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

## 7.1.2. SANEAMIENTO

- **TRAZADO GENERAL:** La instalación de saneamiento se realiza utilizando la pendiente natural del terreno, todo el agua se evacua hacia un punto de la finca con una cota inferior a los cuartos húmedos del proyecto. Se desarrolla mediante un sistema separativo de aguas negras y grises, las grises se hacen pasar por un separador de grasas antes de volverse a juntar para hacerlas entrar en la depuradora de oxidación total, de la que sale y se acumula para utilizarla en el riego de la vegetación.

No se plantea instalaci para pluviales pues se evacuan directamente al terreno.



## DEPURADORA DE OXIDACIÓN TOTAL

Todo el agua del saneamiento hay que tratarla antes de poderla verter al terreno, al tratarse de un proyecto aislado de la red de cualquier municipio hay que buscar un sistema de depuración de aguas que sea autónomo y garantice una correcta preparación antes de verterla.

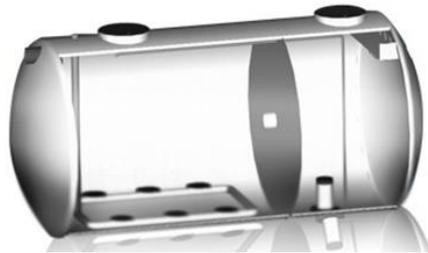
Es por ello que se emplea un sistema de tratamiento mediante una **depuradora de oxidación total**: su funcionamiento se basa en el sistema de fangos activos mediante aireación prolongada y con un sistema de recirculación de lodos. Esto garantiza un correcto tratamiento en el agua para que sea apta para devolverla al terreno.

Sin embargo, es necesario el tratamiento previo de las aguas grises para la eliminación de componentes químicos que puedan dañarla o no se depuren correctamente, es por ello que se coloca un separador de grasas en el final del circuito de aguas grises que recogen estos componentes.

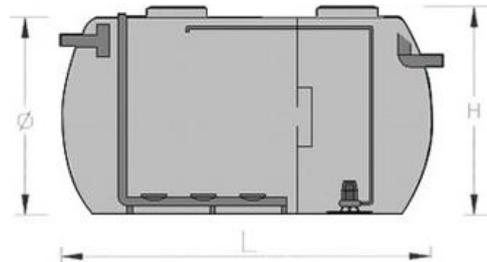
Habit.	Caudal (m3/d)	Ø (mm.)	L (mm.)	H (mm.)	Tubería (mm.)
20	4	2.000	2.900	2.100	125
30	6	2.000	3.700	2.100	125
50	10	2.500	3.500	2.600	160
75	15	2.500	4.580	2.600	160
100	20	2.500	5.600	2.600	200

Cuadro de propiedades de depuradoras de oxidación total de Aquaenergy

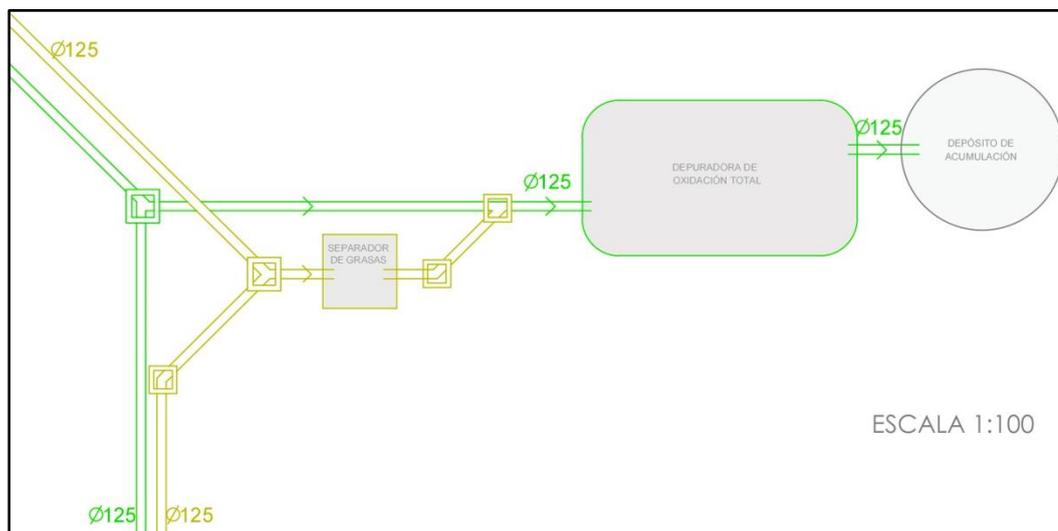
Fuente: aquaenergy.es



Esquema en 3D de la depuradora de oxidación total de Aquaenergy



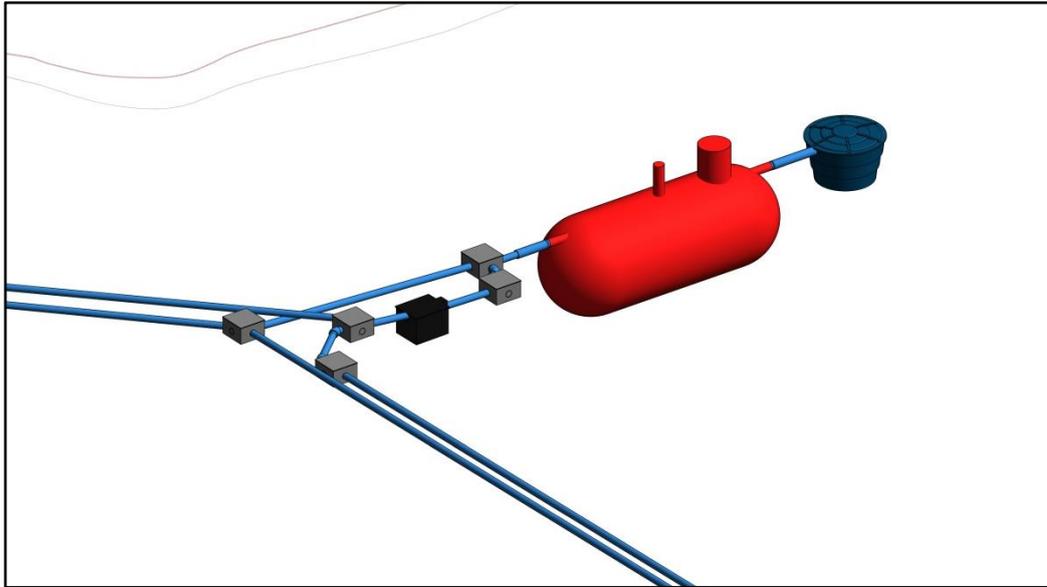
Fuente: aquaenergy.es



Disposición en planta de la depuradora del separador de grasas y depósito

Fuente: propia

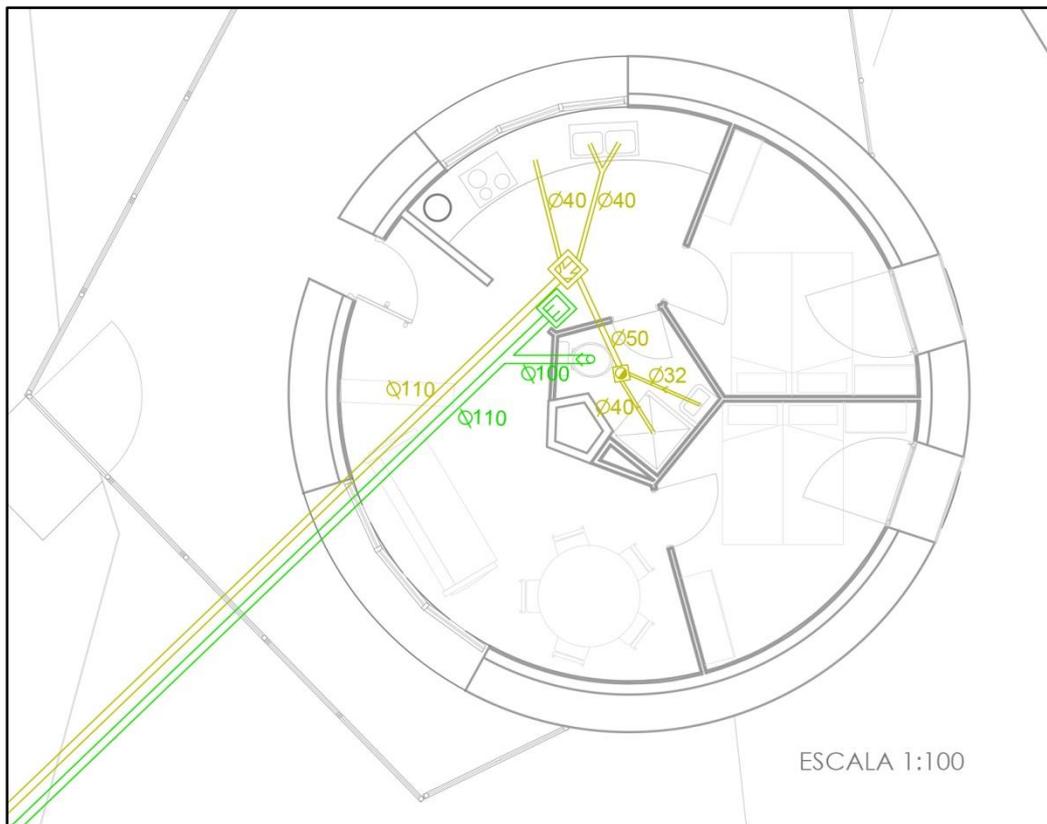
Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.



Representación en 3D mediante Revit MEP del conjunto de depuración

Fuente: propia

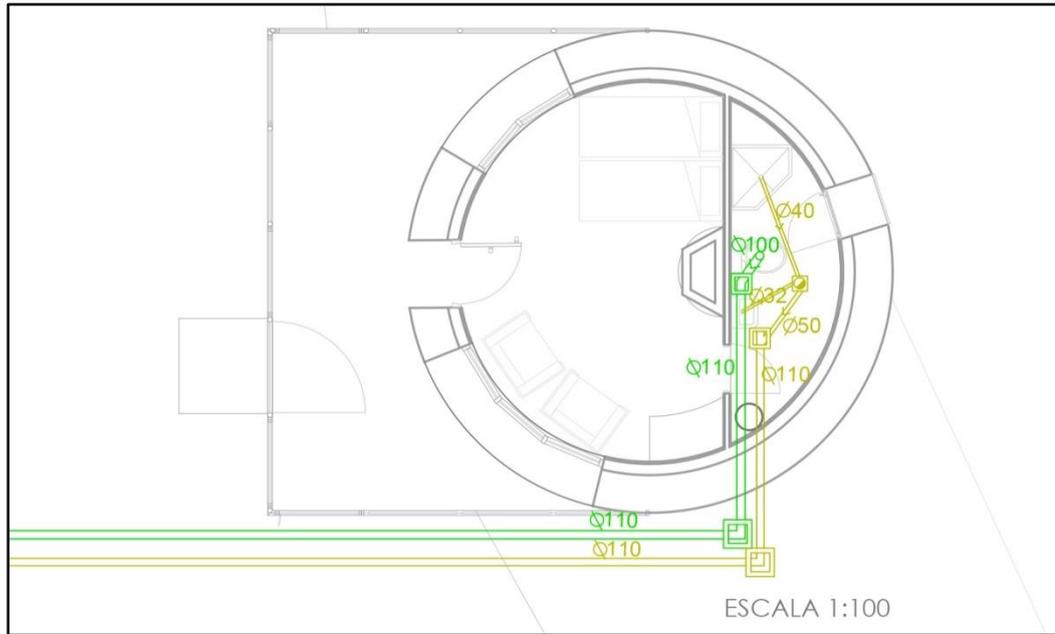
- **Trazado de la red de saneamiento en los alojamientos:** las aguas residuales grises y negras se hacen llegar desde cada cuarto húmedo hasta uno de los colectores enterrados, se coloca una arqueta de registro antes del circuito del colector y en cada cambio de dirección en el exterior. En el caso de los baños se coloca un bote sifónico que recoge las aguas grises del baño y las dirige hasta el colector general de la vivienda.



Trazado de la red de saneamiento en vivienda de 2 habitaciones

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.



Trazado de la red de saneamiento en vivienda de 1 habitación

Fuente: propia



Trazado de la red de saneamiento en vivienda del propietario y baño público

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

## DIMENSIONADO DE LA RED DE SANEAMIENTO

Se calculan las dimensiones de las tuberías de la red de saneamiento siguiendo el punto 4.1\_Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales del DB HS5 Evacuación de aguas del CTE. Para obtener el dimensionado se emplea el método de unidades de desagüe, siguiendo las diferentes tablas de este documento que marcan los diámetros necesarios.

Para el cálculo de las derivaciones individuales de los aparatos sanitarios se emplea esta tabla:

**Tabla 4.1 UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios**

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	-	-	50
	Suspendido	-	-	40
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

Con la siguiente tabla se dimensionan los ramales de pequeña evacuación:

**Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante**

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

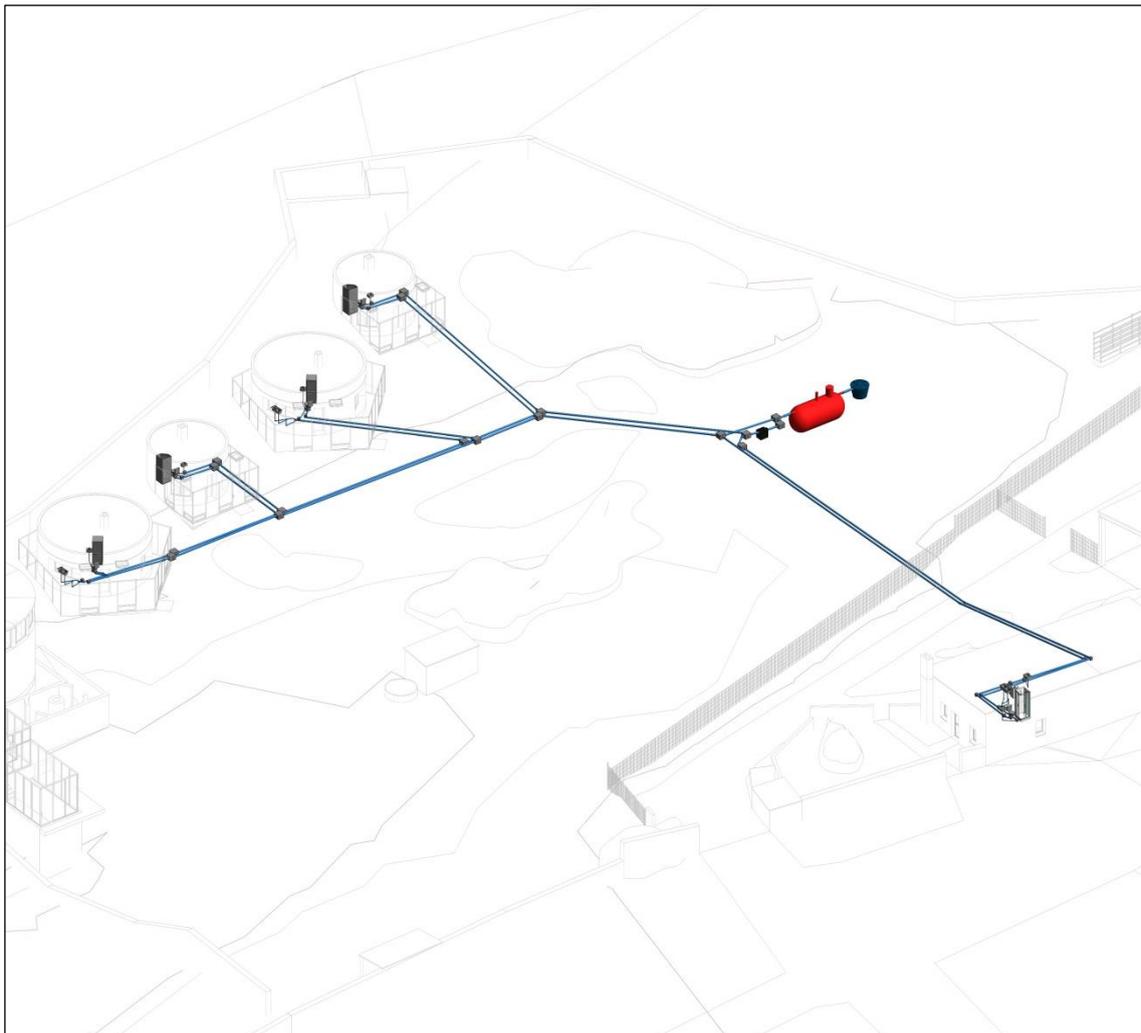
Y para el diámetro de los colectores horizontales se emplea lo siguiente:

**Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada**

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

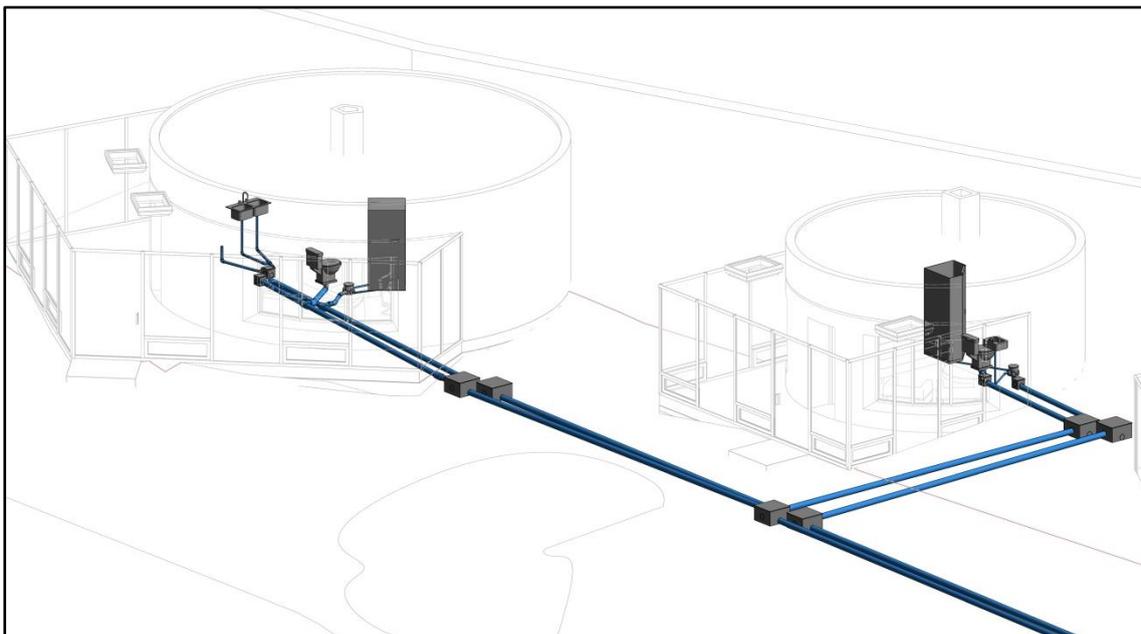
Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

## LEVANTAMIENTO DE LA INSTALACIÓN EN 3D



Levantamiento de la instalación general de saneamiento en 3D con Revit MEP

Fuente: propia

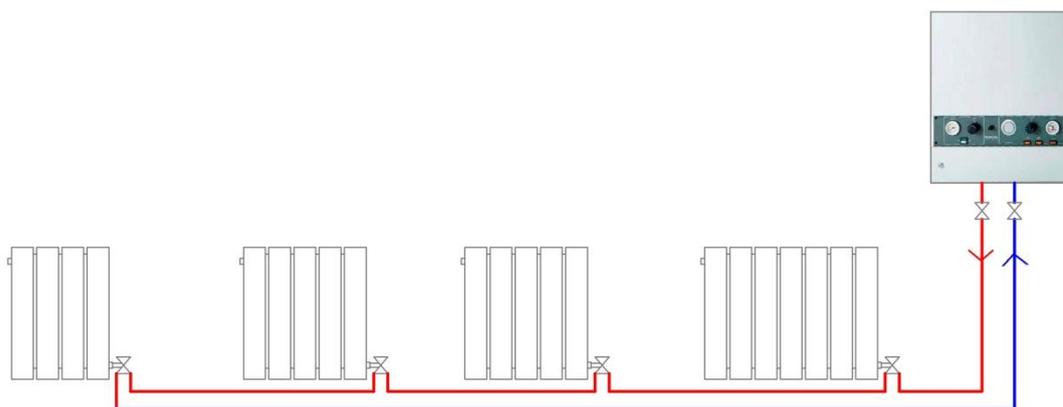


Levantamiento de la instalación de saneamiento de las viviendas en 3D con Revit MEP

Fuente: propia

## 7.2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN

La instalación de calefacción se plantea con circuitos independientes para cada uno de los edificios en los cuales se sitúa una caldera individual. Se plantea un sistema de calefacción monotubular al tratarse de instalaciones pequeñas, distribuidas por el suelo, esto reduce el número de tuberías requeridas para el diseño al ser una única tubería por circuito que va recogiendo los diferentes radiadores. Solo se emplea el sistema de calefacción de agua caliente por radiadores en los edificios destinados al alojamiento de las personas, en el resto de edificios se emplea otro sistema de climatización.

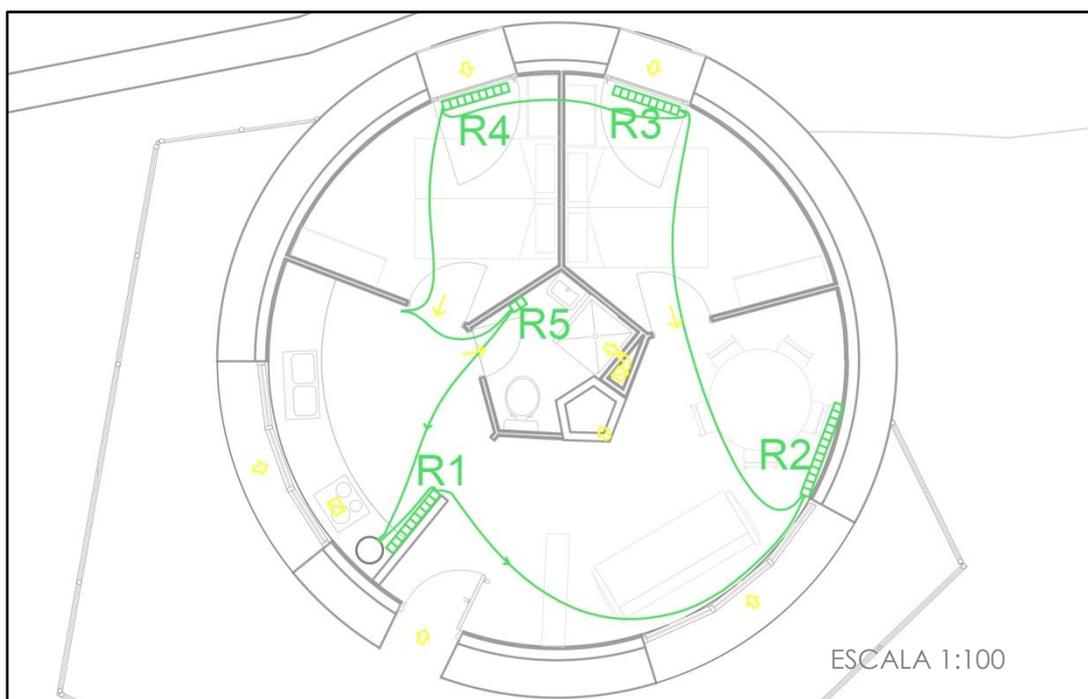


Esquema de principio de una instalación de calefacción monotubular

Fuente: propia

La instalación de ventilación para estos alojamientos se realiza como en una vivienda mediante un sistema de movimiento del aire, el aire limpio accede por las carpinterías exteriores, recorre los espacios interiores y sale mediante extracción mecánica por los cuartos húmedos.

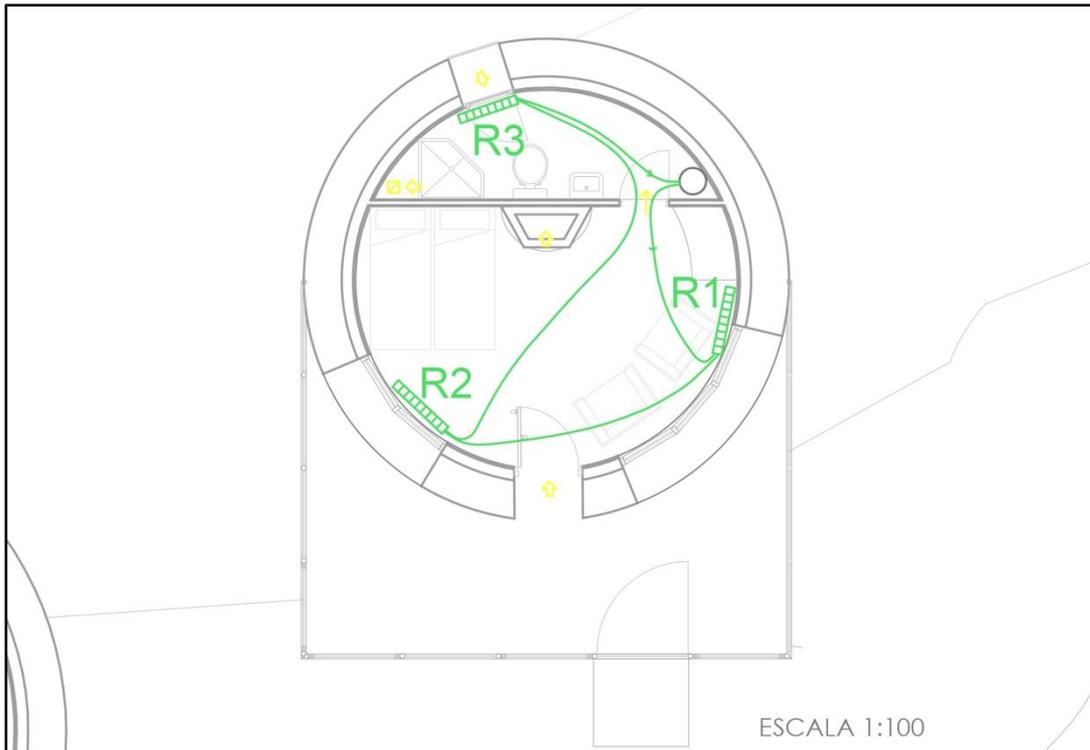
### - Trazado del sistema de calefacción y ventilación:



Instalación de calefacción y ventilación de la vivienda de 2 habitaciones

Fuente: propia

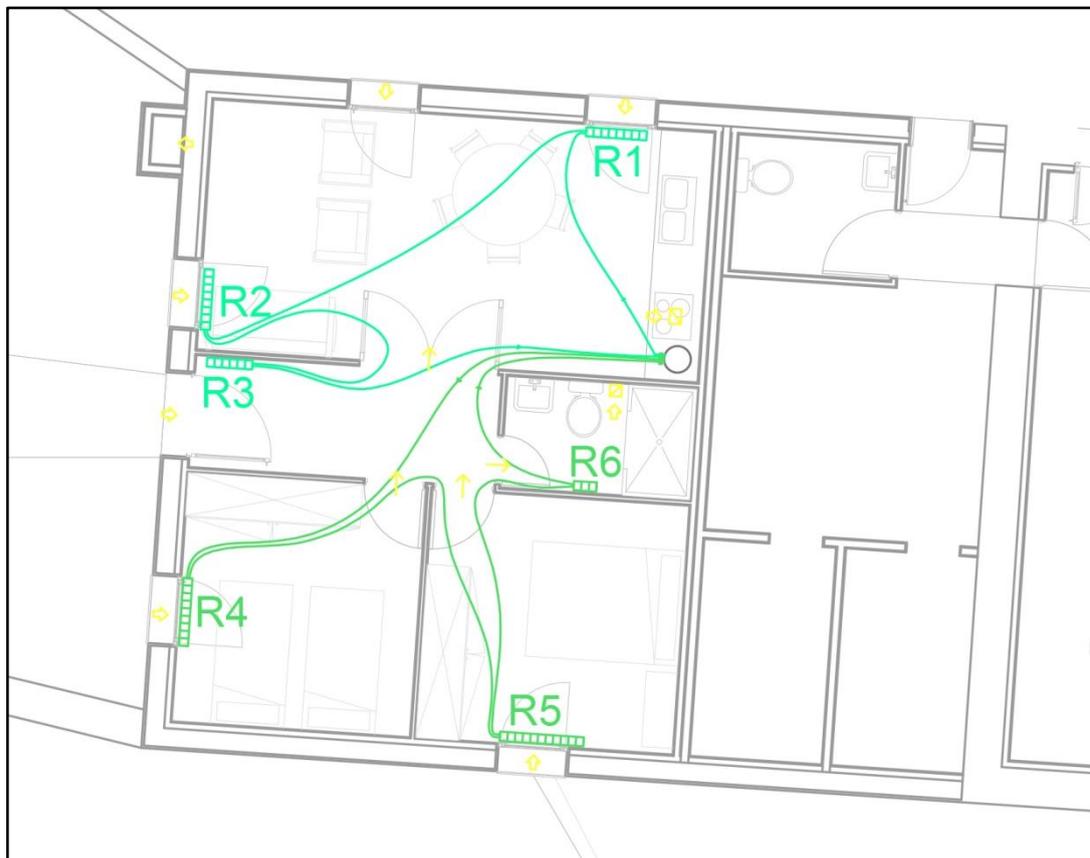
Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.



Instalación de calefacción y ventilación de la vivienda de 1 habitación

Fuente: propia

En la vivienda del propietario se plantea la instalación de calefacción con dos circuitos de tres radiadores cada uno, esto se debe a que en un circuito monotubular no puede superar los cinco radiadores.



Instalación de calefacción y ventilación de la vivienda del propietario

Fuente: propia

## **DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN**

Para el dimensionado de la instalación de calefacción se emplea la norma UNE - EN 12831, en la que se desarrolla un método para el cálculo de las necesidades de suministro de calor en el interior para alcanzar la temperatura requerida en el diseño. Este método de cálculo simplificado se realiza mediante la obtención de las pérdidas de potencia (o calor), las cuales se calculan sala a sala dentro del edificio.

$$\text{(pérdidas totales) } P_T = ( P_P + P_R )$$

$$\text{(pérdidas por transmisión) } P_P = S \cdot U \cdot (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) \cdot m$$

$$\text{(pérdidas por renovaciones de aire) } P_R = C \cdot d \cdot c_e \cdot (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

Para el cálculo de las pérdidas es necesario el cálculo de los caudales de ventilación en los edificios, una vez conocidas estas se dimensionan los radiadores del circuito en función del número de elementos que necesitan. A continuación, se muestra el proceso de cálculo por cada edificación:

### - **VIVIENDA DE 2 HABITACIONES:**

#### **CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE POTENCIA:**

EDIFICIO	RECINTO	CERRAMIENTO (m)	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	SUPERFICIE (m2)	A DEDUCIR (m)	SUPERFICIE TOTAL (m2)
VIV 2 HAB	SALA	muro exterior	15,68	3	47,04	10,17	36,87
		ventanal 1	2,65	1,2	3,18	0	3,18
		ventanal 2	3	1,7	5,10	0	5,10
		puerta entrada	0,9	2,1	1,89	0	1,89
		suelo	0	0	22,93	0	22,93
		techo	0	0	22,93	0	22,93
	HAB1	muro exterior	5,1	3	15,30	1,92	13,38
		ventana 1	1,2	1,6	1,92	0	1,92
		suelo	0	0	8,00	0	8,00
		techo	0	0	8,00	0	8,00
	HAB 2	muro exterior	5,4	3	16,20	8,37	7,83
		ventana1	1,2	1,6	1,92	0	1,92
		suelo	0	0	8,37	0	8,37
		techo	0	0	8,37	0	8,37
	BAÑO	suelo	0	0	2,77	0	2,77
		techo	0	0	2,77	0	2,77

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

U (W/m <sup>2</sup> *K)	COEF. REDUCCIÓN TEMP. HE1	Θ <sub>INT</sub> (°C)	Θ <sub>EXT</sub> (°C)	f <sub>2</sub>	(Θ <sub>int</sub> - Θ <sub>ext</sub> )*F <sub>2</sub>	P TRANSMISIÓN PARCIAL (W)	P TRANSMISIÓN (W)
0,22	1	23	-4,4	1	27,40	218,21	1334,46
3,69	1	23	-4,4	1	27,40	321,52	
3,69	1	23	-4,4	1	27,40	515,64	
3,71	1	23	-4,4	1	27,40	192,23	
0,14	0,96	23	-4,4	0,3	8,22	25,33	
0,34	0,96	23	-4,4	0,3	8,22	61,52	
0,22	1	23	-4,4	1	27,40	79,19	303,54
3,69	1	23	-4,4	1	27,40	194,05	
0,14	0,96	23	-4,4	0,3	8,22	8,84	
0,34	0,96	23	-4,4	0,3	8,22	21,46	
0,22	1	23	-4,4	1	27,40	46,34	272,09
3,69	1	23	-4,4	1	27,40	194,05	
0,14	0,96	23	-4,4	0,3	8,22	9,25	
0,34	0,96	23	-4,4	0,3	8,22	22,46	
0,14	0,96	23	-4,4	0,3	8,22	3,06	10,49
0,34	0,96	23	-4,4	0,3	8,22	7,43	

CAUDAL DE ADMISIÓN (m <sup>3</sup> /h)	P VENTILACIÓN (W)	f <sub>1</sub>	P PARCIAL (W)	CAIDA T	TIEMPO DE RECALENTAMIENTO (h)	f <sub>RH</sub>	P INTERMITENCIA (W)	P TOTAL (w)	P TOTAL viv (w)
36,00	335,38	1	1669,83	2,00	2,00	11,00	252,23	1922,1	3188,26
28,80	268,30	1	571,84	2,00	2,00	11,00	88,00	659,84	
21,60	201,23	1	473,32	2,00	2,00	11,00	92,07	565,39	
0,00	0,00	1	10,49	2,00	2,00	11,00	30,47	40,96	

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

## CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN

Se emplea el método planeado en el DB-HS3 (calidad del aire interior), en el punto 2.3 se especifican los caudales de renovación mínimos:

**Tabla 2.1 Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables**

Tipo de vivienda	Caudal mínimo $q_v$ en l/s				
	Locales secos <sup>(1) (2)</sup>			Locales húmedos <sup>(2)</sup>	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores <sup>(3)</sup>	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

(1) En los locales secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo local se den usos de local seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros locales pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

Tabla de caudales mínimos de ventilación en locales

Fuente: CTE: DB-HS3

Una vez conocidos esto se calculan los caudales mediante el equilibrio entre el aire de admisión y el que se extrae:

VIV 2 HAB	HABITACIÓN		CAUDAL ADMISIÓN			CAUDAL EXTRACCIÓN		MÍNIMO TOTAL
	CAUDALES (l/s)	MÍNIMO	SALA	HAB 1	HAB2	BAÑO	COCINA	
		CAUDALES (m3/h)	EQUILIBRIO	10	8	6	-7	-7
	TOTAL (m3/h)		36	28,8	21,6	-25,2	-61,2	
			86,4			-86,4		

## CÁLCULO DE LOS RADIADORES

Para el dimensionado de estos es necesario poner el incremento de temperatura, el cual es  $\Delta T=20^\circ C$

	m3/s	l/s	Velocidad (m/s)	Sección (m2)	Sección (mm2)	Diámetro (mm)	Diámetro comercial	Radio real	Velocidad real
CAUDAL V1	3,87E-05	0,039	1,000	0,000039	38,68	7,02	8,400	0,004	0,70

VIV 2 HAB	HAB	POTENCIA DE CARGA	RADIADOR	AT	Te	Ts	Tm	Trecinto	AT recinto	Ptotal 50º	Ptotal (w)
	SALA	1,92	R1	12,06	60,00	47,94	53,97	21,00	32,97	3,30	3302,75
			R2								
	HAB 1	0,66	R3	4,14	47,94	43,80	45,87	21,00	24,87	1,63	1633,66
	HAB 2	0,57	R4	3,55	43,80	40,26	42,03	21,00	21,03	1,74	1741,93
	BAÑO	0,04	R5	0,26	40,26	40,00	40,13	21,00	19,13	0,14	142,63

HABITACIÓN	DIVISIÓN	MODELO RADIADOR	POTENCIA / MODULO	NUMERO MODULOS	MODULOS FINAL
SALA	1300,00	DUBAL 70	138,40	9,39	10
	2002,75	DUBAL 70	138,40	14,47	15
HAB 1		DUBAL 70	138,40	11,80	12
HAB 2		DUBAL 70	138,40	12,59	13
BAÑO		DUBAL 70	138,40	1,03	2

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **VIVIENDA DE 1 HABITACIÓN:**

**CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE POTENCIA:**

EDIFICIO	RECINTO	CERRAMIENTO (m)	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	A DEDUCIR (m)	SUPERFICIE TOTAL (m <sup>2</sup> )
VIV 1 HAB	SALA	muro exterior	5,25	3,2	16,8	7,27	9,53
		ventanal 1	1,65	1,2	1,98	0	1,98
		ventanal 2	2	1,7	3,4	0	3,4
		puerta entrada	0,9	2,1	1,89	0	1,89
		suelo	0	0	14,76	0	14,76
		techo	0	0	14,76	0	14,76
	BAÑO	muro exterior	3,45	3,2	11,04	1,92	9,12
		ventana 1	1,2	1,6	1,92	0	1,92
		suelo	0	0	4,77	0	4,77
		techo	0	0	4,77	0	4,77

U (W/m <sup>2</sup> *K)	COEF. REDUCCIÓN TEMP. HE1	Θ INT (°C)	Θ EXT (°C)	f <sub>2</sub>	(Θ int - Θ ext)*F <sub>2</sub>	P TRANSMISIÓN PARCIAL (W)	P TRANSMISIÓN (W)
0,22	1	23	-4,4	1	27,40	56,40	848,50
3,69	1	23	-4,4	1	27,40	200,19	
3,69	1	23	-4,4	1	27,40	343,76	
3,71	1	23	-4,4	1	27,40	192,23	
0,14	0,96	23	-4,4	0,3	8,22	16,31	
0,34	0,96	23	-4,4	0,3	8,22	39,60	
0,22	1	23	-4,4	1	27,40	53,98	266,09
3,69	1	23	-4,4	1	27,40	194,05	
0,14	0,96	23	-4,4	0,3	8,22	5,27	
0,34	0,96	23	-4,4	0,3	8,22	12,80	

CAUDAL DE ADMISIÓN (m <sup>3</sup> /h)	P VENTILACIÓN (W)	f <sub>1</sub>	P PARCIAL (W)	CAIDA T	TIEMPO DE RECALENTAMIENTO (h)	f <sub>RH</sub>	P INTERMITENCIA (W)	P TOTAL (w)	P TOTAL viv (w)
50,40	469,53	1	1318,02	2,00	2,00	11,0	162,36	1480,38	1798,94
0,00	0,00	1	266,09	2,00	2,00	11,0	52,47	318,56	

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

## CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN

Siguiendo la misma tabla el cálculo es:

HABITACIÓN		CAUDAL ADMISIÓN		CAUDAL EXTRACCIÓN			
		SALA + HAB	BAÑO	COCINA	MÍNIMO		
VIV 1 HAB	CAUDALES (l/s)	MÍNIMO	6	8	-6	-6	TOTAL
		EQUILIBRIO	6	8	-6	-8	-12
	CAUDALES (m3/h)		21,6	28,8	-21,6	-28,8	
TOTAL (m3/h)			50,4		-50,4		

## CÁLCULO DE LOS RADIADORES

Sabiendo que el  $\Delta T=20^{\circ} C$

	m3/s	l/s	Velocidad (m/s)	Sección (m2)	Sección (mm2)	Diámetro (mm)	Diámetro comercial	Radio real	Velocidad real
CAUDAL V2	2,18E-05	0,022	1,000	0,000022	21,82	5,27	8,400	0,004	0,39

HABITACIÓN	DIVISIÓN	MODELO RADIADOR	POTENCIA / MODULO	NUMERO MODULOS	MODULOS FINAL
SALA	1240,000	DUBAL 70	138,40	8,96	9
	1542,160	DUBAL 70	138,40	10,99	11
BAÑO		DUBAL 70	138,40	3,57	4

VIV 1 HAB	HAB	POTENCIA DE CARGA	RADIADOR	AT	Te	Ts	Tm	Trecinto	AT recinto	Ptotal 50°	Ptotal (w)
	SALA	1,48	R1	16,46	60,00	43,54	51,77	21,00	30,77	2,78	2782,16
			R2								
	BAÑO	0,32	R3	3,54	43,54	40,00	41,77	21,00	20,77	0,49	493,41

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **VIVIENDA DEL PROPIETARIO:**

**CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE POTENCIA:**

EDIFICIO	RECINTO	CERRAMIENTO (m)	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	A DEDUCIR (m)	SUPERFICIE TOTAL (m <sup>2</sup> )
VIV PROPIETARIO	SALA	muro norte	6,9	2,45	16,91	1,08	15,83
		muro oeste	3,55	2,45	8,70	1,08	7,62
		medianera	3,5	2,45	8,58	0	8,58
		ventana 2	0,9	1,2	1,08	0	1,08
		suelo	0	0	21,88	0	21,88
		techo	0	0	21,88	0	21,88
	HALL	muro oeste	1,56	2,45	20	2,31	17,69
		puerta entrada	1,1	2,1	2,31	0	2,31
		suelo	0	0	5,97	0	5,97
		techo	0	0	5,97	0	5,97
	HAB 1	muro sur	3,53	2,45	8,65	1,08	7,57
		ventana 2	0,9	1,2	1,08	0	1,08
		medianera	3,55	2,45	8,70	0	8,70
		suelo	0	0	11,18	0	11,18
		techo	0	0	11,18	0	11,18
	HAB2	muro sur	3,36	2,45	8,23	1,08	7,15
		muro oeste	3,55	2,45	8,70	0	8,70
		ventana 2	0,9	1,2	1,08	0	1,08
		suelo	0	0	10,36	0	10,36
		techo	0	0	10,36	0	10,36
	BAÑO	medianera	1,56	2,45	3,82	0	3,82
		suelo	0	0	3,71	0	3,71
		techo	0	0	3,71	0	3,71

U (W/m <sup>2</sup> *K)	COEF. REDUCCIÓN TEMP. HE1	Θ INT (°C)	Θ EXT (°C)	f <sub>2</sub>	(Θ int - Θ ext)*F <sub>2</sub>	P TRANSMISIÓN PARCIAL (W)	P TRANSMISIÓN (W)
0,39	1	23	-4,4	1	27,40	169,11	580,81
0,39	1	23	-4,4	1	27,40	81,40	
0,31	1	23	-4,4	0,5	13,70	36,97	
3,69	1	23	-4,4	1	27,40	109,15	
0,15	0,96	23	-4,4	0,42	11,51	36,26	
0,30	0,92	23	-4,4	0,9	24,66	147,93	
0,39	1	23	-4,4	1	27,40	189,04	473,61
3,70	1	23	-4,4	1	27,40	234,32	
0,15	0,96	23	-4,4	0,42	11,51	9,89	
0,30	0,92	23	-4,4	0,9	24,66	40,36	

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

U (W/m <sup>2</sup> *K)	COEF. REDUCCIÓN TEMP. HE1	Θ INT (°C)	Θ EXT (°C)	f <sub>2</sub>	(Θ int -Θ ext)*F <sub>2</sub>	P TRANSMISIÓN PARCIAL (W)	P TRANSMISIÓN (W)
0,39	1	23	-4,4	1	27,40	80,88	321,64
3,69	1	23	-4,4	1	27,40	109,15	
0,31	1	23	-4,4	0,5	13,70	37,50	
0,15	0,96	23	-4,4	0,42	11,51	18,53	
0,30	0,92	23	-4,4	0,9	24,66	75,59	
0,39	1	23	-4,4	1	27,40	76,43	365,73
0,39	1	23	-4,4	1	27,40	92,94	
3,69	1	23	-4,4	1	27,40	109,15	
0,15	0,96	23	-4,4	0,42	11,51	17,17	
0,30	0,92	23	-4,4	0,9	24,66	70,04	
0,31	1	23	-4,4	0,5	13,70	16,48	47,71
0,15	0,96	23	-4,4	0,42	11,51	6,15	
0,30	0,92	23	-4,4	0,9	24,66	25,08	

CAUDAL DE ADMISIÓN (m <sup>3</sup> /h)	P VENTILACIÓN (W)	f <sub>1</sub>	P PARCIAL (W)	CAIDA T	TIEMPO DE RECALENTAMIENTO (h)	f <sub>RH</sub>	P INTERMITENCIA (W)	P TOTAL (w)	P TOTAL viv (w)
36,00	335,38	1	916,19	2,00	2,00	11,0	240,68	1156,87	3178,51
0,00	0,00	1	473,61	2,00	2,00	11,0	65,67	539,28	
28,80	268,30	1	589,94	2,00	2,00	11,0	122,98	712,92	
21,60	201,23	1	566,96	2,00	2,00	11,0	113,96	680,92	
0,00	0,00	1	47,71	2,00	2,00	11,0	40,81	88,52	

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

## CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN

VIV PROP	HABITACIÓN		CAUDAL ADMISIÓN			CAUDAL EXTRACCIÓN		
			SALA	HAB 1	HAB2	BAÑO	COCINA	MÍNIMO
	CAUDALES (l/s)	MÍNIMO	8	8	4	-7	-7	TOTAL
	EQUILIBRIO	10	8	6	-7	-17	-24	
CAUDALES (m3/h)		36	28,8	21,6	-25,2	-61,2		
	TOTAL (m3/h)	86,4			-86,4			

## CÁLCULO DE LOS RADIADORES

Sabiendo que el  $\Delta T=20^{\circ} C$

	m3/s	l/s	Velocidad (m/s)	Sección (m2)	Sección (mm2)	Diámetro (mm)	Diámetro comercial	Radio real	Velocidad real
CAUDAL C1	2,06E-05	0,021	1,000	0,000021	20,59	5,12	8,400	0,004	0,37
CAUDAL C2	1,80E-05	0,018	1,000	0,000018	17,99	4,79	8,400	0,004	0,32

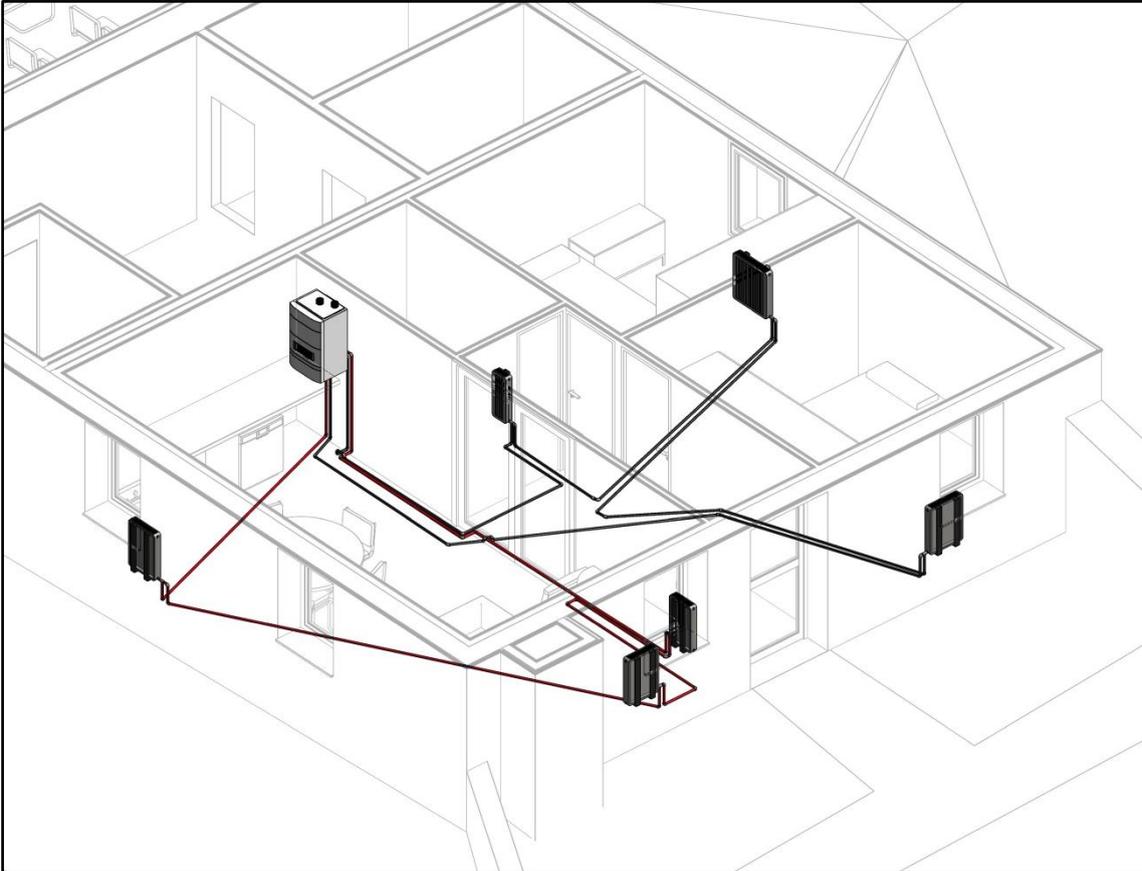
VIV PROP	CIRC.	HAB	POTENCIA DE CARGA	RADIADOR	AT	Te	Ts	Tm	Trecinto	AT recinto	Ptotal 50º	Ptotal (w)
	C1	SALA	1,16	R1	13,64	60,00	46,36	53,18	21,00	32,18	2,05	2051,95
				R2								
		HALL	0,54	R3	6,36	46,36	40,00	43,18	21,00	22,18	0,81	809,30
	C2	HAB 1	0,71	R4	9,62	60,00	50,38	55,19	21,00	34,19	1,17	1168,62
		HAB 2	0,68	R5	9,19	50,38	41,19	45,79	21,00	24,79	1,47	1473,53
		BAÑO	0,09	R6	1,19	41,19	40,00	40,60	21,00	19,60	0,30	299,06

HABITACIÓN	DIVISIÓN	MODELO RADIADOR	POTENCIA / MODULO	NUMERO MODULOS	MODULOS FINAL
SALA	1025,000	DUBAL 70	138,40	7,41	8
	1026,948	DUBAL 70	138,40	7,42	8
BAÑO		DUBAL 70	138,40	5,85	6
HAB 1		DUBAL 70	138,40	8,44	9
HAB 2		DUBAL 70	138,40	10,65	11
BAÑO		DUBAL 70	138,40	2,16	3

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

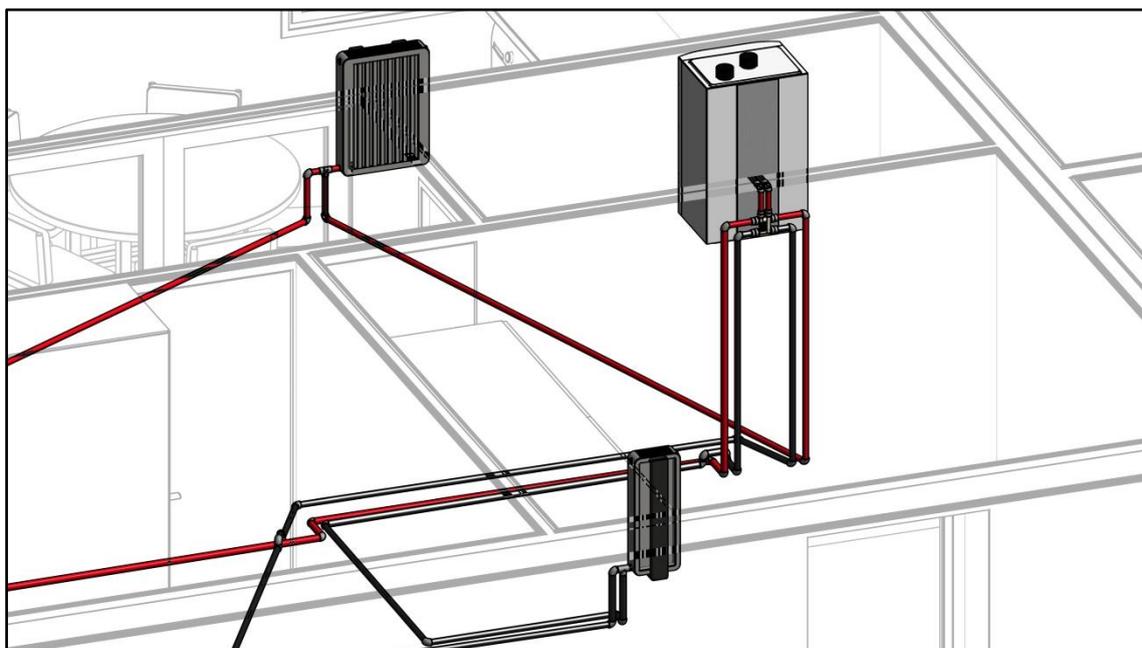
## LEVANTAMIENTO DE LA INSTALACIÓN EN 3D

Se muestra el levantamiento en tres dimensiones de la instalación de calefacción de la vivienda de los propietarios, al ser la más compleja y representativa del sistema empleado.



Instalación de calefacción en 3D de la vivienda del propietario mediante Revit MEP

Fuente: propia



Colector de los circuitos de calefacción de la vivienda del propietario

Fuente: propia

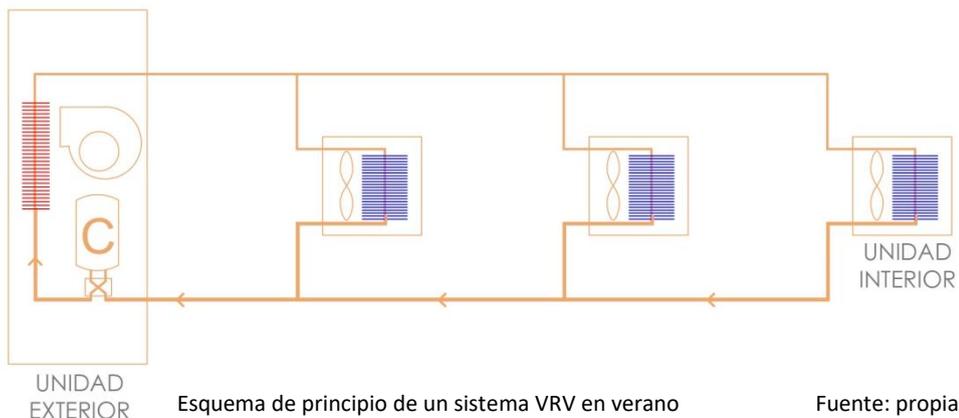
### 7.3. INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

Las instalaciones de climatización sirven para la refrigeración y calefacción en algunos de los edificios del proyecto, se emplean sólo en los destinados al entretenimiento, es decir, en el picadero+piscina por un lado y en la sala de proyecciones y exposición por otro lado, en el resto se emplean otro tipo de instalaciones para alcanzar el confort térmico. En estos mismos edificios se proponen sistemas de ventilación basados en el movimiento natural del aire en los espacios interiores.

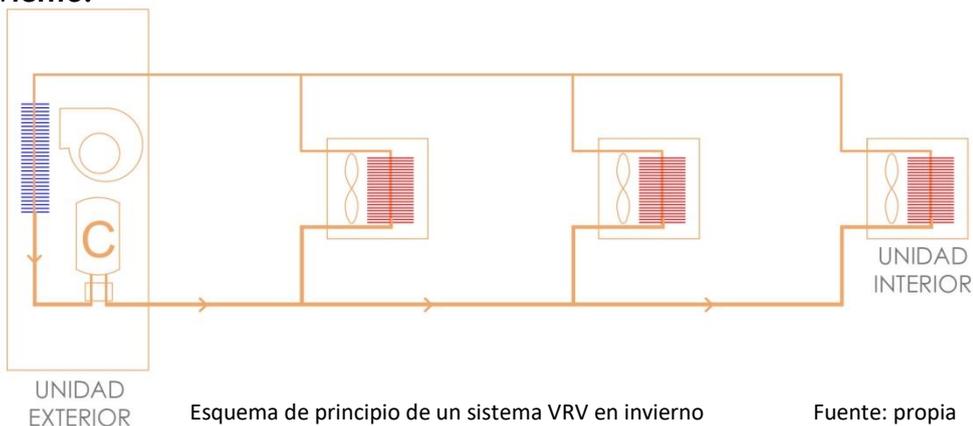
Para el sistema de climatización de estos edificios se emplea un **sistema mixto de refrigerante**, es decir, emplea un fluido refrigerante para calentar o enfriar un espacio a partir de una misma instalación de climatización. Con un diseño **VRV** (Volumen de Refrigerante Variable) o sistema partido, que consiste en la colocación de una única unidad exterior, que cuenta con un mecanismo que utiliza el aire exterior para evaporar (calor) o condensar (frío) el gas refrigerante, según el requerimiento del espacio interior; y varias unidades interiores que sirven para refrigerar o calentar espacio, al tener un intercambiador de calor que funciona mediante la energía que transporta el refrigerante.

ESQUEMA DE PRINCIPIO DE LA UNIDAD DE CLIMATIZACIÓN: varía según en la época del año en la que esté.

- **Verano:**



- **Invierno:**



Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Además, se plantea la instalación del sistema de ventilación en estos espacios, a través de una serie de huecos en los accesos que permiten la entrada de aire al interior. Este se mueve por el interior de los espacios al colocar unos elementos de salida, o rejillas de ventilación, del aire que genera una corriente que consigue la ventilación del espacio.

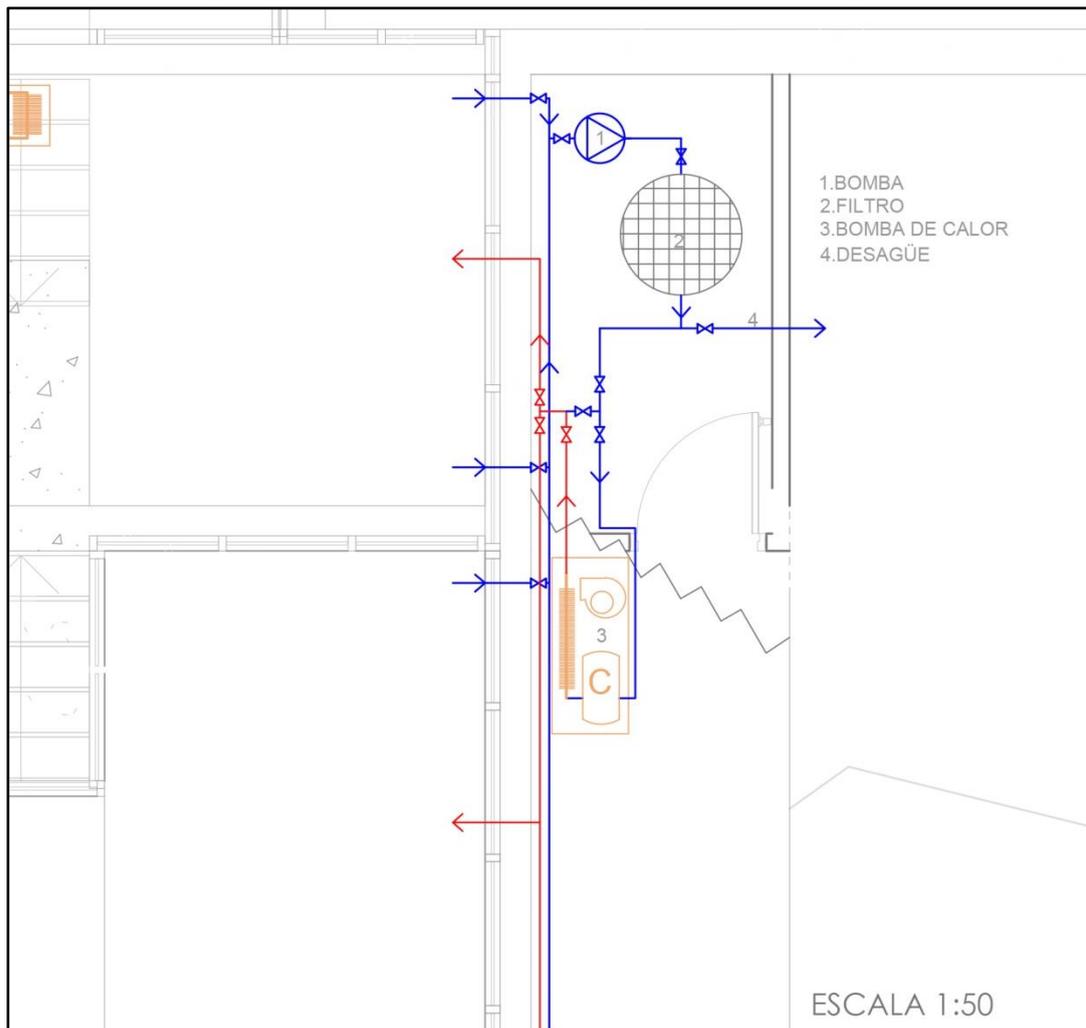


Rejilla de ventilación para un cerramiento opaco y uno de vidrio



Fuente: DUCO

Además de las principales redes existe otro sistema de climatización presente en el conjunto que es que se emplea para el calentamiento o enfriamiento del agua de la piscina, que consigue que la misma sea climatizada. Para lograrlo se instala una bomba de calor que al hacer recircular el agua por ella se obtiene la temperatura del agua deseada.

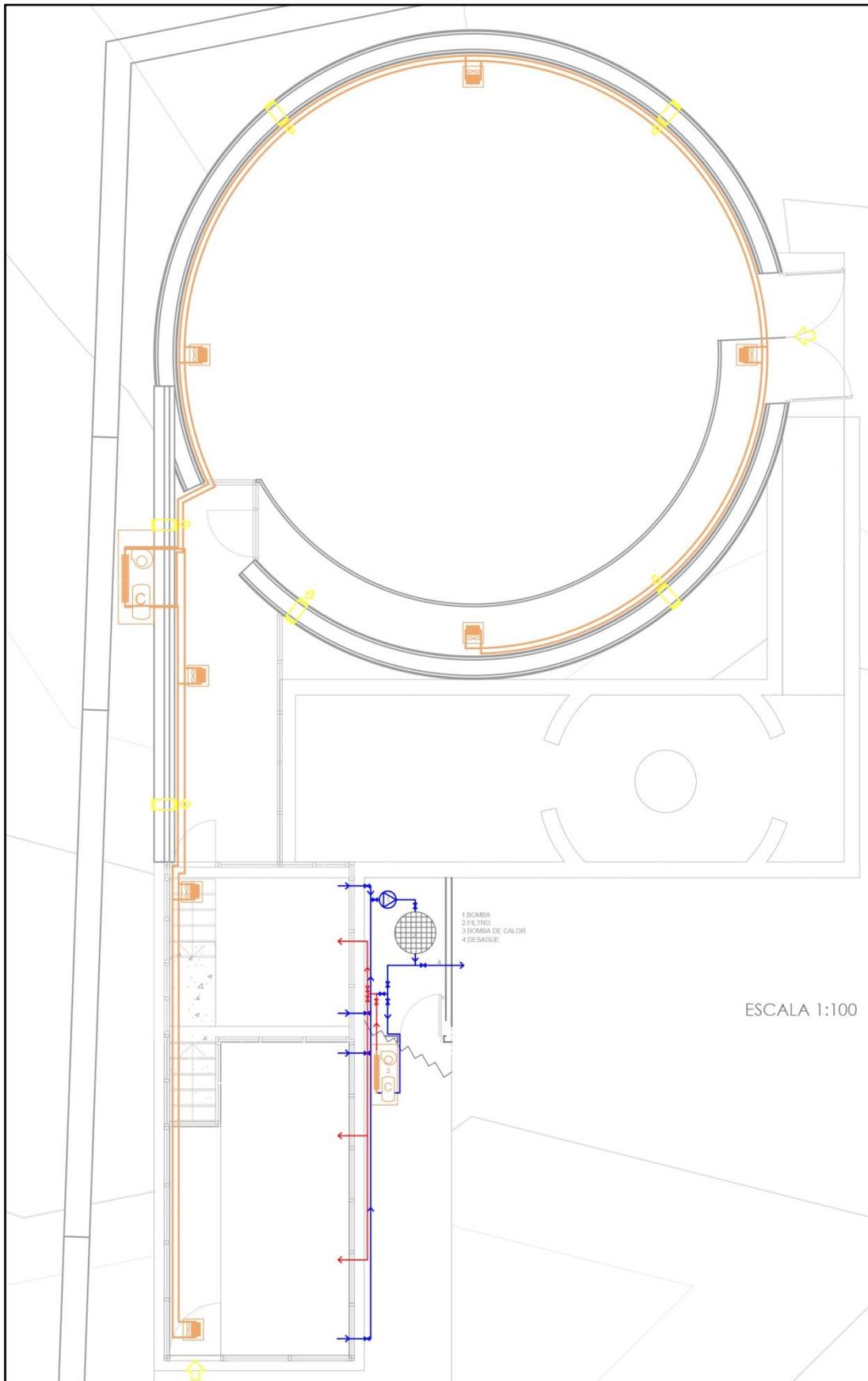


Trazado de la instalación de climatización de la piscina

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Trazado de la instalación de climatización y ventilación del conjunto picadero+piscina:** con una misma unidad exterior y diferentes interiores según el requerimiento de energía de cada espacio.

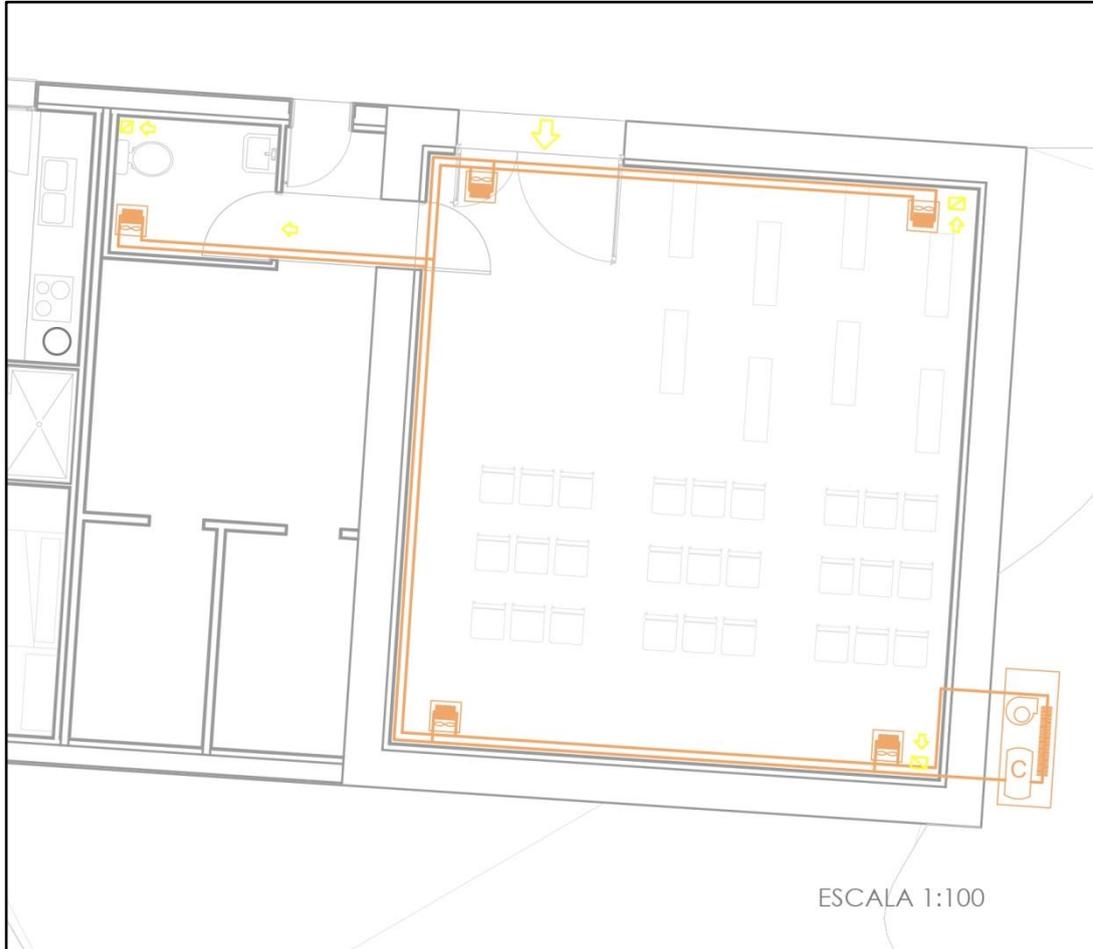


Trazado de la instalación de climatización del picadero+piscina

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Trazado de la instalación de climatización y ventilación del conjunto sala de proyecciones-exposición+aseo público:** este conjunto lo forman el espacio de la sala de proyecciones-exposición y el aseo que se encuentra aislado del otro pero que utiliza el mismo sistema de climatización.



Trazado de la instalación de climatización de la sala de proyecciones+aseo

Fuente: propia

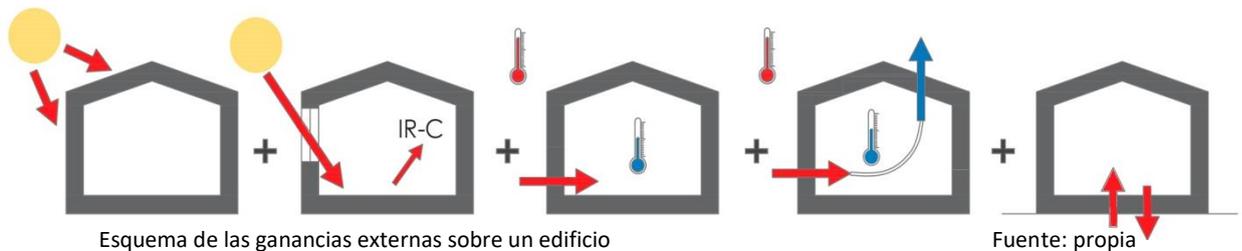
## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

Para el dimensionado de las instalaciones de climatización se sigue los procedimientos recogidos en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE 2007), en la Instrucción Técnica IT.1 Diseño Y Dimensionado.

En estos se estipula que para el dimensionado de estas instalaciones hay que calcular las ganancias de potencia calorífica en verano y las pérdidas en invierno, para conocer las necesidades de los aparatos empleados para calentar o refrigerar el ambiente interior.

- PREVISIÓN DE CARGA EN REFRIGERACIÓN: se calcula mediante la suma de las ganancias de potencia calorífica en el edificio, cuyo dato indicará la potencia necesaria de refrigeración que las supe.

**Ganancias externas en verano:** aquellas que proceden del exterior de los espacios a refrigerar, se deben principalmente a la acción de la radiación solar sobre el edificio, a la diferencia de temperatura entre interior y exterior y el contacto con el terreno:



**Ganancias internas:** aquellas que se generan en el interior del recinto por la acción de aparatos que emiten calor y por la ocupación de las personas que lo usan:



Sabiendo esto, las ganancias totales para refrigeración se calculan:

$$G_T = (G_P + G_R + G_S + G_E + G_I) \cdot m$$

(ganancias de los paramentos)  $G_P = S \cdot U \cdot (T_{ext} - T_{int})$

(ganancias por renovaciones de aire)  $G_R = G_{RS} + G_{RL}$

(ganancias por radiación solar directa)  $G_S = S \cdot I \cdot f$

(ganancias por estancia de personas)  $G_E = G_{ES} + G_{EL}$

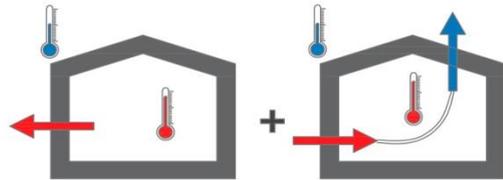
(otras ganancias interiores)  $G_I = \text{suma de otras}$

(coef. estimativo de mayoraciones)  $m$

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- PREVISIÓN DE CARGA EN CALEFACCIÓN: obtenida mediante la suma de las pérdidas de potencia calorífica de los recintos interiores, la suma de estas será la potencia a aportar por los elementos calefactores.

**Pérdidas de potencia en invierno:** en el caso de la calefacción no se tienen en cuenta las ganancias de potencia por acciones sobre el edificio para el cálculo, por ello las pérdidas se deben a la diferencia de temperatura entre interior y exterior y la acción de la ventilación:



Esquema de las pérdidas de calor en un edificio Fuente: propia

Sabiendo esto, las pérdidas totales para calefacción se calculan:

$$P_T = (P_P + P_R) \cdot m$$

(pérdidas de los paramentos)  $P_P = S \cdot U \cdot (T_{int} - T_{ext})$

(pérdidas por renovaciones de aire)  $P_R = C \cdot d \cdot c_e \cdot (T_{int} - T_{ext})$

(coef. estimativo de mayoraciones)  $m$

Para comenzar con el cálculo del dimensionado es necesario conocer las condiciones exteriores en esta zona geográfica, obtenidas de la guía IDEA, y las condiciones de los recintos interiores:

CONDICIONES EXTERIORES	TS_verano (°C)	TH_verano (°C)	he ext (g/kg)	TS_invierno (°C)
	32	20	9,69	-4,4

\*HR=51,96%

ZONA CLIMÁTICA	E1
----------------	----

CONDICIONES INTERIORES	TS_interior (°C)	HR_interior (%)	he int (g/kg)
	23	50	8,8

VARIABLES DE CÁLCULO	VERANO		INVIERNO
	ΔT (°C)	Δhe (g/kg)	ΔT (°C)
	9	0,89	27,4

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Para el cálculo de las ganancias de los paramentos (**G<sub>P</sub>**) y las ganancias por radiación solar directa (**G<sub>S</sub>**) También es necesario conocer las características de los cerramientos opacos (muros y cubiertas) y de los vidrios.

SUPERFICIE (m2)	PICADERO	PISCINA	PROYECC. Y EXPOSICIONES	ASEO	U W/m2k	FACTOR SOLAR	Irradiancia W/m2
PLANTA	104,00	46,30	56,50	3,90			
MURO PICADERO	156,33	-	-	-	0,1732		
MURO PISCINA	-	8,15	-	-	0,3284		
MURO POYECC.	-	-	124,78	-	0,3924		
MURO ASEO	-	-	-	24,80	0,3347		
VIDRIO NORTE	4,71	4,20	5,72	-	1,6	0,4	44
VIDRIO NE	4,71	-	-	-		0,4	321
VIDRIO ESTE	4,71	38,45	-	-	1,6	0,4	510
VIDRIO SE	4,71	-	-	-		0,4	460
VIDRIO SUR	4,71	17,39	-	-	1,6	0,4	321
VIDRIO SO	4,71	-	-	-		0,4	460
VIDRIO OESTE	4,71	25,68	-	-	1,6	0,4	510
VIDRIO NO	4,71	-	-	-		0,4	321
CUBIERTA PICA.	114,00	-	-	-	0,2916		
CUBIERTA VIDRIO	-	45,00	-	-	1,6	0,4	675
CUBIERTA PROYEC.	-	-	56,50	-	0,3324		
CUBIERTA ASEO	-	-	-	3,90	0,3324		

Es necesario el obtener el caudal de ventilación para las renovaciones de aire (**G<sub>R</sub>** y **P<sub>R</sub>**), para ello se emplean los métodos estipulados en la guía IDEA en la instrucción técnica IT 1.1.4.2.3, previo conocimiento de la calidad del aire interior según el IDA (IT 1.1.4.1):

IDA 1	<b>Aire de óptima calidad:</b> hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
IDA 2	<b>Aire de buena calidad:</b> oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
IDA 3	<b>Aire de calidad media:</b> edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
IDA 4	<b>Aire de calidad baja:</b> no se debe aplicar.

Tabla 12: Categorías del aire interior en función del uso de los edificios

A. Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

Categoría	l/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

C. Método directo por concentración de CO2

Categoría	ppm(*)
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1.200

\* Concentración (partes por millón en volumen) por encima de la concentración en el aire exterior.

$$Q_h = \frac{G_h}{C_{h,i} - C_{h,o}} \cdot \frac{1}{\epsilon_v}$$

Tablas para saber el IDA y los caudales de ventilación método A y C

Fuente: guía IDAE

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Número Personas	Actividad metabólica	Uso	IDA	C. Ventilación Método CO2	C. Ventilación Aire x Persona	C.V. TOTAL (m3/s)	Ventilación 0,002m3/s-m2
12	2	PICADERO	3 (Media)	8,4	-	0,2016	
12	2	PISCINA	2(Buena)	21	-	0,504	
27	1,2	POYECC.	3 (Media)	-	8	0,216	
		ASEO	-	-	-	-	0,0078

Una vez conocidos todos estos factores se procede al cálculo de las ganancias para obtener la previsión de carga en verano (refrigeración) y las pérdidas para conocer la previsión de carga en invierno (calefacción):

PREV. CARGA VERANO	GP Paramentos (w)			GS Soleamiento (w)	GR Renovaciones (w)	
	Verticales	Vidrios	Cubierta		Sensibles	Latentes
PICADERO	243,68	542,87	299,18	5554,98	2177,28	538,27
PISCINA	24,09	1882,38	0,00	27539,52	5443,20	1345,68
POYECCIONES	440,67	82,37	169,0254	9,15	2332,80	576,72
ASEO	74,69	0,00	11,66724	0	84,24	20,83

PREV. CARGA VERANO	GE Estancia de personas (w)		GI Otras (w)	LATENTES	SENSIBLES	TOTALES	TOTALES mayoradas	FCS
	Sensibles	Latentes						
PICADERO	1260	1260	0 (LED)	1798,27	10077,99	11876,26	13063,89	0,85
PISCINA	1260	1260	0 (LED)	2605,68	36149,19	38754,87	42630,36	0,93
POYECCIONES	2025	1350	2429,50	1926,72	7488,52	9415,24	10356,76	0,80
ASEO	0	0	0 (LED)	20,83	170,60	191,42	210,57	0,89

Prev. Carga INVIERNO	Paramentos (w)			Renovación (w)	TOTALES (W)
	Verticales	Huecos	Cubierta		
PICADERO	741,87	1652,73	910,84	6628,61	9934,06
PISCINA	73,34	5730,81	0,00	16571,52	22375,66
				<b>CONJUNTO</b>	<b>32309,72</b>
POYECCIONES	1341,60	250,76	514,59	7102,08	9209,04
ASEO	227,39	0,00	35,52	256,46	519,37
				<b>CONJUNTO</b>	<b>9728,41</b>

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Tras obtener las pérdidas de carga en verano e invierno se escoge la más desfavorable, que es la de verano y se halla el Factor de Calor Sensible.

VERANO		Potencias totales (W)			
PICADERO + PISCINA	Pot. Sensibles	Pot. Latentes	Pot. Total	FCS	
	50849,90	4844,35	55694,24	0,91	

PROYECCIONES + ASEO	Pot. Sensibles	Pot. Latentes	Pot. Total	FCS
	8425,03	2142,30	10567,33	0,80

Por último se escogen las unidades del sistema VRV de climatización que suplan las necesidades de refrigeración y calefacción para el conjunto de las edificaciones, a partir de lo que marca el fabricante se escogen las tuberías que transportaran el fluido refrigerante:

DIMENSIONADO UNIDADES		CONJUNTO 1		CONJUNTO 2	
		PICADERO	PISCINA	POYECCIONES	ASEO
UNIDAD EXTERIOR (kW)	VERANO	SUPUESTO 55,69		SUPUESTO 10,57	
		REAL 56,00		REAL 12,10	
	INVIERNO	56,4		56,4	
DIVISIÓN	verano	14,00	42	11,2	0,90
UNIDAD INTERIOR (kW/u)	VERANO	4 UNIDADES	3 UNIDADES	4 UNIDADES	1 UNIDAD
		3,50	14	2,80	0,90
		3,6	14	2,8	1,7
	INVIERNO	4	16	3,2	1,9

DIMENSIONADO TUBERÍAS $\phi$	CONJUNTO 1		CONJUNTO 2	
	PICADERO + PISCINA		POYECCIONES + ASEO	
LÍQUIDO mm	15,9		9,5	
GAS mm	28,6		15,9	

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Por último se muestran las tablas de características de las unidades exteriores e interiores del sistema de climatización, seleccionadas según la carga de refrigeración:

- **Unidad exterior de 56 kW (daikin):**

UD.EXTERIORES VRV-IV CALEFACCIÓN CONTINUA CON R-410A				RYYQ8U	RYYQ16U	RYYQ18U	RYYQ20U
UD. EXTERIORES VRV-IV R-410A				RXYQ8U	RXYQ16U	RXYQ18U	RXYQ20U
Capacidad nominal <sup>(1)</sup>	Refrigeración		kW	22,4	45	50	56
	Calefacción			25	45	50	56,4
SEER				7,6	6	6	5,9
SCOP				4,3	4	4,2	4
η <sub>s,c</sub> (%)				302,4	236,5	238,3	233,7
η <sub>s,h</sub> (%)				167,9	157,8	163,1	156,6
Cantidad máx. de unid. interiores conectables				17	34	39	43
Índice de capacidad total de unid. interiores conectables (Min.-Nom.-Máx.) <sup>(2)</sup>				100/200/260	200/400/520	225/450/585	250/500/650
Alimentación eléctrica				V	III/380-415V	III/380V	III/380V
Compresor	Tipo			SCROLL	SCROLL	SCROLL	SCROLL
	Cantidad			1	2	2	2
Conexiones de tubería	Líquido		mm	ø 9,5 (3/8")	ø 12,7 (1/2")	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")
	Gas		mm	ø 19,1 (3/4")	ø 28,6 (1 1/8")	ø 28,6 (1 1/8")	ø 28,6 (1 1/8")
Refrigerante R-410A	kg / TCO <sub>eq</sub> / PCA			5,9/12,3/2.087,5	10,4/21,7/2.087,5	11,7/24,4/2.087,5	11,8/24,6/2.087,5
Caudal de aire	Refrig./Calef.		m <sup>3</sup> /min	162	260	251	261
Dimensiones	Alto		mm	1685	1685	1685	1685
	Ancho		mm	930	1.240	1.240	1.240
	Fondo		mm	765	765	765	765
Presión sonora			dB(A)	58	64	65	66

- **Unidad exterior de 12,1 kW (daikin):**

UNIDADES EXTERIORES VRV IV COMPACT				RXYSQ4TV1	RXYSQ5TV1
Capacidad nominal	Refrigeración	Nominal	kW	12,1	14,0
	Calefacción			12,1	14,0
Consumo	Refrigeración	Nominal	kW	3,78	5,10
	Calefacción			2,82	3,43
EER				3,20	2,70
COP				4,29	4,07
SEER <sup>(1)</sup>				8,10	7,70
Nº máx. de unid. interiores conectables				nº	8
Índice de capacidad mín./máx. de unid. interiores conectables					50 / 130
Alimentación eléctrica				V	I / 220V
Conexiones	Líquido		mm	ø 9,5 (3/8")	ø 9,5 (3/8")
	Gas		mm	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")
Refrigerante R-410A	kg / TCO <sub>eq</sub> / PCA			3,7 / 7,7 / 2.087,5	3,7 / 7,7 / 2.087,5
Nº hilos de interconexión					2 + T
Caudal de aire	Refrigeración	Nominal	m <sup>3</sup> /min	91	91
Compresor	Tipo			SWING	SWING
	Cantidad			1	1
	Etapas de capacidad			33	33
Dimensiones	Alto		mm	823	823
	Ancho		mm	940	940
	Fondo		mm	460	460
Peso			kg	89,0	89,0
Presión sonora	Refrigeración	(A)	dB(A)	51	52

- **Unidades interiores (daikin):**

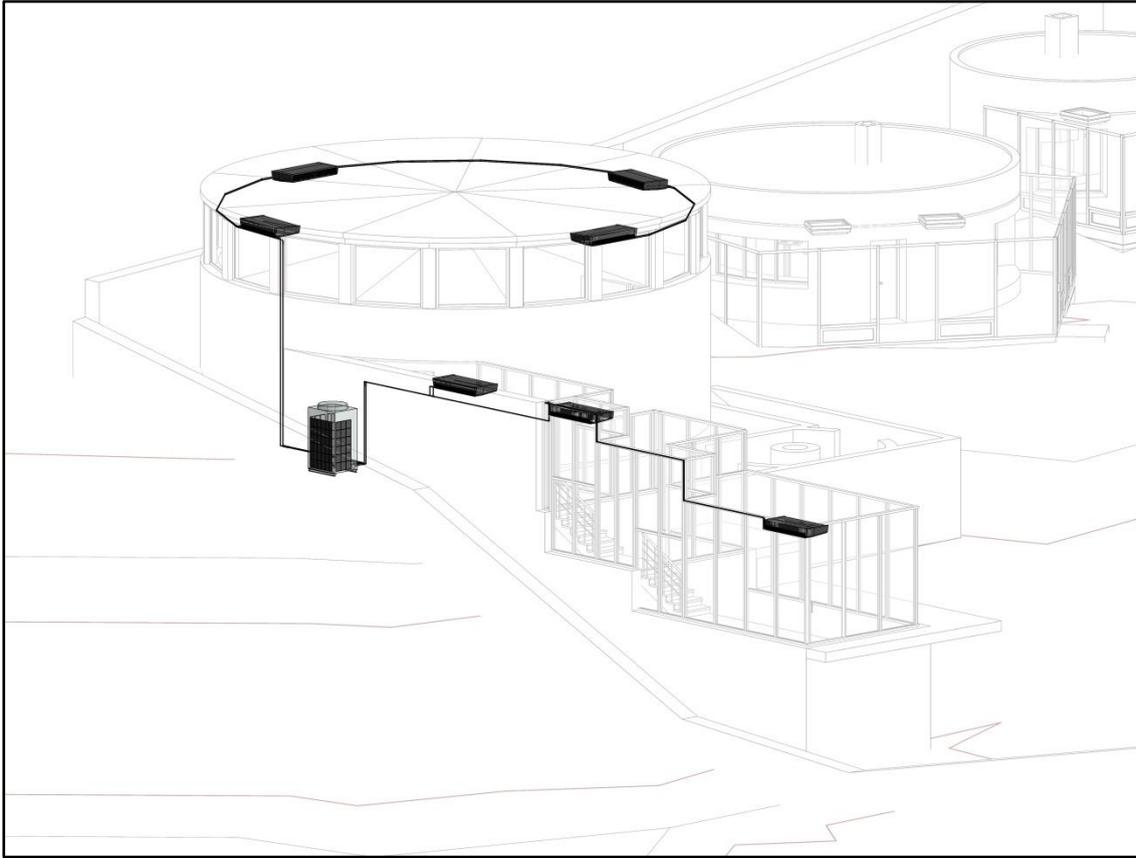
UNIDADES DE CONDUCTOS FXSQ-A				FXSQ15A	FXSQ20A	FXSQ25A	FXSQ32A
Capacidad nominal	Refrigeración		kW	1,7	2,2	2,8	3,6
	Calefacción			1,9	2,5	3,2	4,0
Consumo	Refrigeración		W	41	41	41	45
	Calefacción			37	37	37	42
Dimensiones	Unidad	Al.xAn.xF.	mm	245 x 550 x 800			
Peso	Unidad		kg	23,5	23,5	23,5	24,0
Presión sonora	Alto		dB(A)	29,5	30,0	30,0	31,0
Presión disponible (Caudal Alto)	Estándar/Alta		Pa	30/150	30/150	30/150	30/150
Velocidades del ventilador			nº	3	3	3	3
Refrigerante				R-410A	R-410A	R-410A	R-410A
Conexiones de tubería	Líquido		mm	ø 6,4 (1/4")	ø 6,4 (1/4")	ø 6,4 (1/4")	ø 6,4 (1/4")
	Gas		mm	ø 12,7 (1/2")	ø 12,7 (1/2")	ø 12,7 (1/2")	ø 12,7 (1/2")

UNIDADES DE CONDUCTOS				FXSQ63A	FXSQ80A	FXSQ100A	FXSQ125A
Capacidad nominal	Refrigeración		kW	7,1	9,0	11,2	14,0
	Calefacción			8,0	10,0	12,5	16,0
Consumo	Refrigeración		W	95	121	157	214
	Calefacción			92	118	154	211
Dimensiones	Unidad	Al.xAn.xF.	mm	245 x 1.000 x 800	245 x 1.000 x 800	245 x 1.400 x 800	245 x 1.400 x 800
Peso	Unidad		kg	36,6	36,6	47,2	47,2
Presión sonora	Alto		dB(A)	33,0	35,0	36,0	39,0
Presión disponible (Caudal Alto)	Estándar/Alta		Pa	30/150	40/150	40/150	50/150
Velocidades del ventilador			nº	3	3	3	3
Refrigerante				R-410A	R-410A	R-410A	R-410A
Conexiones de tubería	Líquido		mm	ø 9,5 (3/8")	ø 9,5 (3/8")	ø 9,5 (3/8")	ø 9,5 (3/8")
	Gas		mm	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")

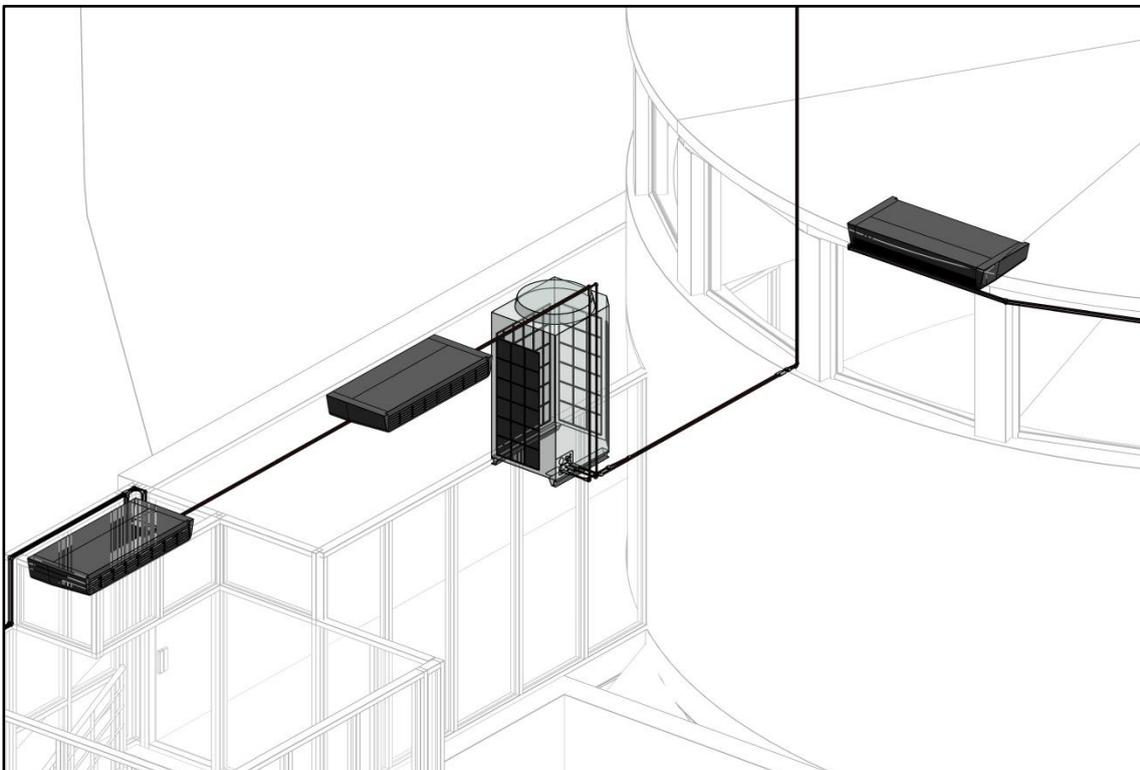
Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

## LEVANTAMIENTO DE LA INSTALACIÓN EN 3D



Levantamiento en 3D de la instalación de climatización del conjunto picadero+piscina

Fuente: propia



Levantamiento en 3D de la unidad exterior y distribución de las conducciones

Fuente: propia

## 7.4. INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD: FOTOVOLTAICA

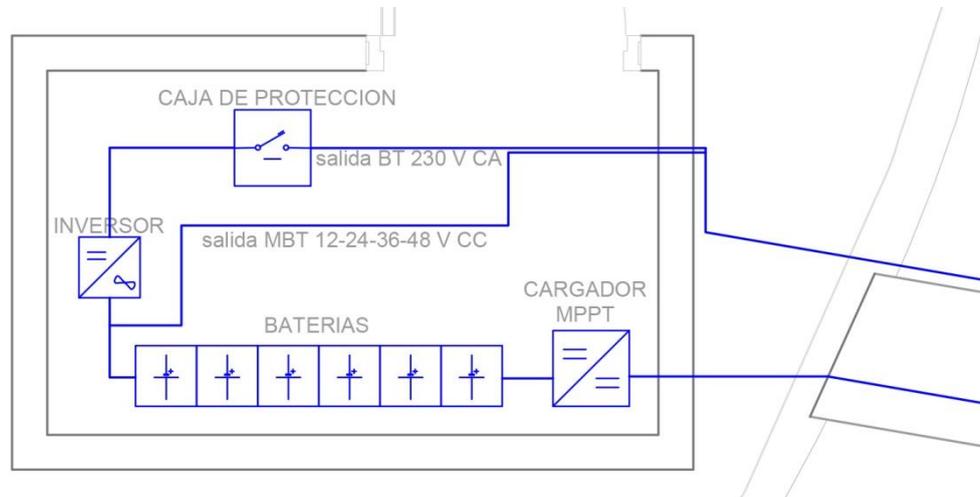
Las instalaciones de electricidad del conjunto, son las principales en tanto que proporcionan la energía para el funcionamiento del resto. Dicha energía eléctrica se obtiene de los paneles fotovoltaicos, a partir de la energía de la radiación solar, que se colocan en la cubierta de la nave que es la mayor del conjunto y que al estar orientada en perpendicular a la dirección norte-sur permite la mejor orientación de los paneles: sur.

- **Trazado de los paneles fotovoltaicos:** La colocación de los paneles se realiza sobre la cubierta.

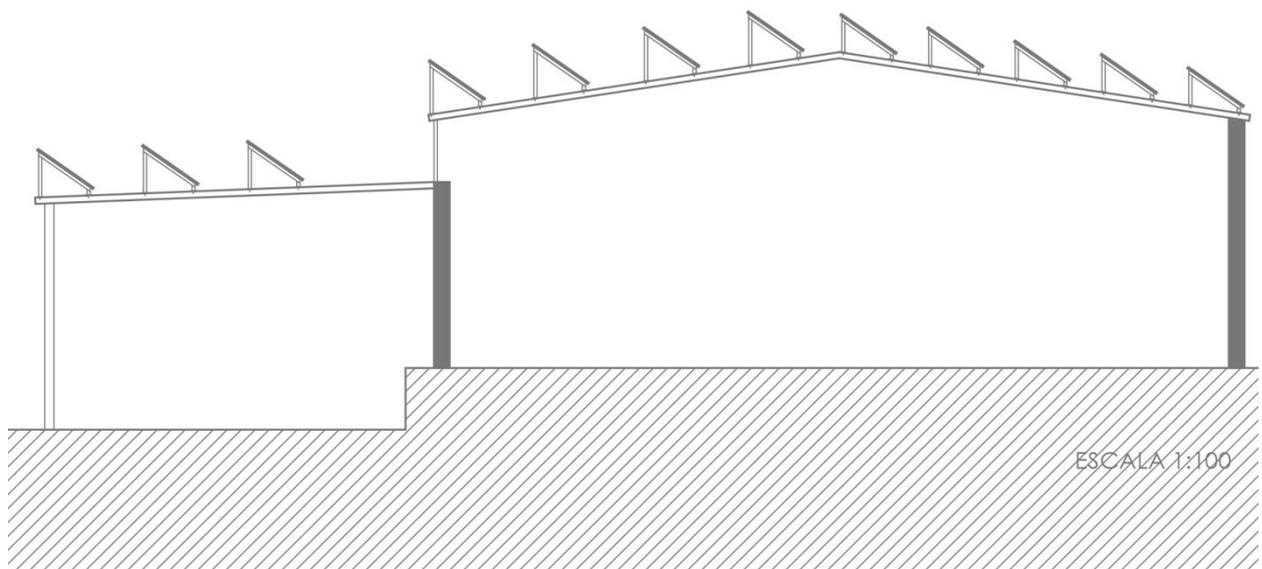


Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Casetón para la acumulación, protección y distribución:** se coloca un casetón sobre una de las rocas próxima a la nave para albergar los elementos necesarios para una instalación fotovoltaica.



- **Colocación de los paneles en sección:** se colocan los paneles sobre una estructura metálica fija en las cubiertas, que tienen la inclinación correcta. Las filas se distribuyen con una separación que aumenta o disminuye para evitar que se produzcan sombras arrojadas entre los paneles.



## CÁLCULO DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

Este proyecto busca la autosuficiencia energética, y el modo en el que lo consigue es mediante el diseño de una instalación solar apropiada. Para el dimensionado de la instalación fotovoltaica es necesario conocer las necesidades de energía del proyecto, por ello hay que hacer el dimensionado previo del resto de instalaciones, así se obtienen los requerimientos totales que tendrán que suplir los paneles fotovoltaicos.

		nº UNIDADES	HORAS DIARIAS	POTENCIA (W)	ENERGÍA (W*h)
VIV 2 HAB	BOMBILLAS Essential LED	6	4	3,5	84
	NEVERA	1	4	400	1600
	MICROONDAS	1	0,5	1000	500
	COCINA	1	1	1500	1500
	LAVAVAJILLAS	1	1	1500	1500
	CALDERA	1	4	6256	25024
	TELEVISIÓN	1	2	150	300
	OTROS	1	3	70	210
TOTAL 1 VIV					30718
TOTAL 2 VIV					61436

		nº UNIDADES	HORAS DIARIAS	POTENCIA (W)	ENERGÍA (W*h)
VIV 1 HAB	BOMBILLAS Essential LED	4	4	3,5	56
	NEVERA	1	4	400	1600
	MICROONDAS	1	0,5	1000	500
	CALDERA	1	4	6256	25024
	TELEVISIÓN	1	2	150	300
	OTROS	1	3	80	240
TOTAL					27720
TOTAL 2 VIV					55440

		nº UNIDADES	HORAS DIARIAS	POTENCIA (W)	ENERGÍA (W*h)
VIV PROPIETARIO	BOMBILLAS Essential LED	6	4	3,5	84
	NEVERA	1	4	400	1600
	MICROONDAS	1	0,5	1000	500
	COCINA	1	1	1500	1500
	HORNO	1	1	1200	1200
	LAVADORA	1	0,75	2000	1500
	LAVAVAJILLAS	1	1	1500	1500
	CALDERA	1	4	6256	25024
	TELEVISIÓN	1	3	150	450
	OTROS	1	3	70	210
TOTAL					32068

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

		nº UNIDADES	HORAS DIARIAS	POTENCIA (W)	ENERGÍA (W*h)
PICADERO + PISCINA	FOCOS LED	6	3	12	216
	BOMBA DE CALOR	1	3	14100	42300
	UNIDAD INTERIOR PICADERO	4	3	42	504
	UNIDAD INTERIOR PISCINA	3	3	211	1899
	OTROS	1	3	100	300
				<b>TOTAL</b>	<b>45219</b>

		nº UNIDADES	HORAS DIARIAS	POTENCIA (W)	ENERGÍA (W*h)
POYECCIONES Y EXPOSICIÓN	LÁMPARAS FLUORESCENTES	9	2	30	540
	LED	1	0,5	3,5	1,75
	BOMBA DE CALOR	1	2	2820	5640
	UNIDAD INTERIOR PROYECCIONES	4	2	36	288
	UNIDAD INTERIOR ASEO	1	2	36	72
	OTROS	1	2	500	1000
				<b>TOTAL</b>	<b>7540</b>

NAVES + SILOS		nº UNIDADES	HORAS DIARIAS	POTENCIA (W)	ENERGÍA (W*h)
FOCOS LED		9	4	12	432
				<b>TOTAL</b>	<b>432</b>

		nº UNIDADES	HORAS DIARIAS	POTENCIA (W)	ENERGÍA (W*h)
BOMBAS PARA AGUA	BOMBA GRUPO DE PRESIÓN	1	3	2462	7386
	BOMBA SUCCIÓN POZO	1	3	2760	8280
	BOMBA PARA PISCINA Y NAVES	1	1	874	874
	BOMBA PARA RIEGO	1	2	1932	3864
	BOMBA DEPURADORA	1	2	750	1500
				<b>TOTAL</b>	<b>21904</b>

<b>TOTAL CONSUMO ESTIMADO POR DÍA (Wh/d)</b>	<b>224039</b>
--	---------------

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

En la sección HE 4, del DB HE Ahorro de energía se propone un procedimiento de cálculo mediante la obtención de las pérdidas de potencia por orientación y elevación de los paneles y por sombras, sin embargo, al situar los paneles en orientación 0° y elevación 35° no se consideran pérdidas por este caso; las pérdidas por sombras tampoco se consideran porque no hay elementos que arrojen sombra sobre los paneles.

De la sección HE5 se obtiene que la zona climática en la que se asienta el conjunto es la IV. Esto se emplea para la obtención de algunos datos necesarios para el cálculo:

Tabla 2.2 Coeficiente climático

Zona climática	C
I	1
II	1,1
III	1,2
IV	1,3
V	1,4

Tablas 2.2 y 3.1 de DB HE 5

Tabla 3.1 Radiación solar Global

Zona climática	MJ/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

Fuente: CTE

ZONA CLIMÁTICA	IV	COEFICIENTE C	=	1,3
TOTAL ENERGÍA NECESARIA (Wh)		291251		
H RADIACIÓN SOLAR MEDIA DIARIA ANUAL SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL (kWh/m <sup>2</sup> ) (ZONA CLIMÁTICA IV)		4,6		
HORAS DE SOL PICO (HSP)		4,60		

dividiendo la radiación solar total en día por la radiación solar incidente para calibrar los módulos (1 kW/m<sup>2</sup>)

NÚMERO DE MÓDULOS	$NT = \frac{LMD_{crit}}{P_{MPP} \cdot HPS_{crit} \cdot PR} = \frac{291251}{1674,40} = 173,943323$	NT = 174
-------------------	---	----------

NT= Número Total de paneles

LMDcrit = Consumo medio diario critico

PMPP = Potencia pico del módulo en condiciones estándar STC

HPS = Horas de Sol Pico

PR = Factor Global de funcionamiento 0,80

Datos técnicos de los paneles fotovoltaicos seleccionados:

**DATOS ELÉCTRICOS | STC\***

	430MS	435MS	440MS	445MS	450MS	455MS
Máx. potencia nominal (Pmax)	430 W	435 W	440 W	445 W	450 W	455 W
Tensión en punto de máxima potencia (Vmp)	40,3 V	40,5 V	40,7 V	40,9 V	41,1 V	41,3 V
Corriente en punto de máxima potencia (Imp)	10,68 A	10,75 A	10,82 A	10,89 A	10,96 A	11,02 A
Tensión de circuito abierto (Voc)	48,3 V	48,5 V	48,7 V	48,9 V	49,1 V	49,3 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	11,37 A	11,42 A	11,48 A	11,54 A	11,60 A	11,66 A
Eficiencia del módulo	19,5 %	19,7 %	19,9 %	20,1 %	20,4 %	20,6 %
Temperatura de funcionamiento	-40 °C ~ +85 °C					
Máx. tensión de sistema	1500 V (IEC/UL) o 1000 V (IEC/UL)					
Reacción al fuego del módulo	TIPO 1 (UL 1703) o CLASE C (IEC 61730)					
Calibre máx. de fusible	20 A					
Clasificación de aplicación	Clase A					
Tolerancia de potencia	0 ~ + 10 W					

\*Bajo Condiciones Estándar de Medida (STC): irradiancia de 1000 W/m<sup>2</sup>, distribución espectral AM 1,5 y temperatura de célula de 25 °C.

**DATOS MECÁNICOS**

Especificaciones	Datos
Tipo de célula	Monocristalina
Configuración de células	144 [2 x (12 x 6)]
Dimensiones	2108 x 1048 x 40 mm
Peso	24,9 kg
Parte delantera	3,2 mm vidrio templado
Marco	Aleación de aluminio anodizado, larguero mejorado
Caja de conexión	IP68, 3 diodos de bypass
Cable	4 mm <sup>2</sup> (IEC), 12 AWG (UL)
Longitud del cable (incluyendo conector)	En vertical: 500 mm (+) / 350 mm (-); en horizontal: 1400 mm; conexión leap-frog: 1670 mm*
Conector	Serie T4, o H4 UTX, o MC4-EVO2
Por palé	27 unidades
Por contenedor (40' HQ)	594 unidades

\*Para información detallada, póngase en contacto con sus representantes técnicos y de ventas locales de Canadian Solar.

Características de los paneles fotovoltaicos seleccionados

Fuente: CanadianSolar

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Para saber el número de baterías se escoge el día con peores condiciones de luz, es decir el 21 de diciembre, y se calcula la energía necesaria para suplir las necesidades eléctricas de ese día.

Sin embargo, para un mejor dimensionado de la instalación y estar con la suficiente seguridad de cumplir dichos requerimientos se selecciona la energía necesaria en un día completo, así el coeficiente de seguridad en la acumulación de energía eléctrica será de un 100%.

$$\frac{\text{ENERGÍA NECESARIA EN UN DÍA (kW)}}{\text{ENERGÍA UTILIZABLE DE LA BATERÍA (Kw)}} = \frac{291,251}{23,04} = 12,64$$

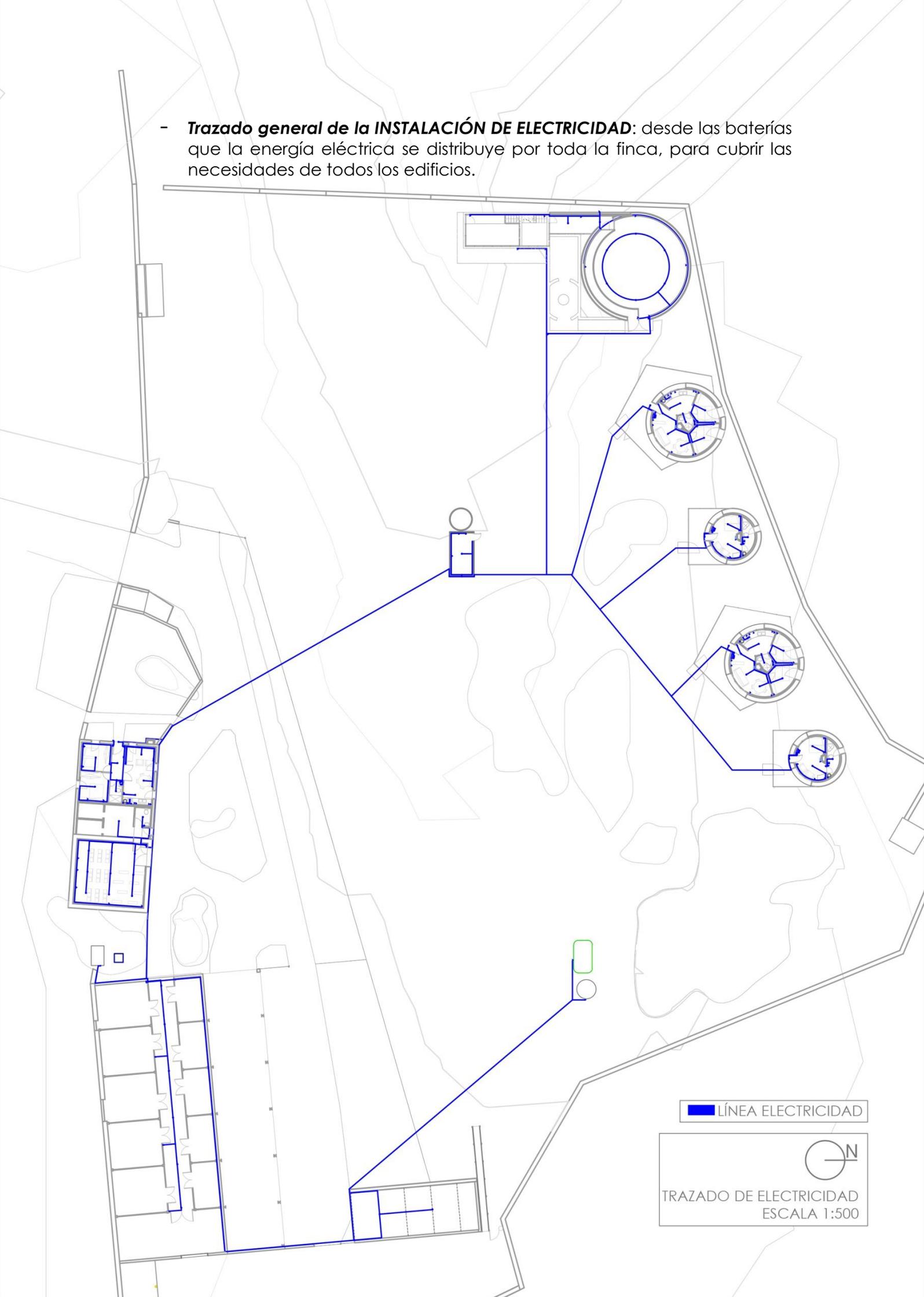
NÚMERO BATERÍAS = 13

						
	LVS 3.8	LVS 7.7	LVS 11.5	LVS 15.4	LVS 19.2	LVS 23.0
Módulo	LVS (3.84 kWh, 51.2 V, 42 kg)					
Número de módulos	1	2	3	4	5	6
Energía Utilizable [1]	3.84 kWh	7.68 kWh	11.52 kWh	15.36 kWh	19.20 kWh	23.04 kWh
Máx. Corriente de Salida [2]	65 A	130 A	195 A	250 A	250 A	250 A
Corriente de salida pico [2]	90 A, 5 s	180 A, 5 s	270 A, 5 s	360 A, 5 s	360 A, 5 s	360 A, 5 s
Dimensiones (H/W/D)	457 x 640 x 298 mm	690 x 640 x 298 mm	923 x 640 x 298 mm	1156 x 640 x 298 mm	1389 x 640 x 298 mm	1622 x 640 x 298 mm
Peso	52 kg	94 kg	136 kg	178 kg	220 kg	262 kg
Voltaje Nominal	51.2 V					
Voltaje Operativo	40-59 V					
Temperatura Operativa	-10 °C to +50°C					
Tecnología de Celda	Litio Fosfato de Hierro (libre de Cobalto)					
Comunicación	CAN / RS485					
Protección IP	IP55					
Eficiencia Ida/Vuelta	≥95%					
Escalabilidad [3]	Máx. 64 en paralelo (245.8 kWh)				configuración una torre	
Certificados	VDE2510-50 / IEC62619 / CE / CEC / UN38.3					
Aplicaciones	ON Grid / ON Grid + Backup / OFF Grid					
Garantía [4]	10 Años					
Inversores Compatibles	Consulte la Lista de Configuración Mínima de Battery-Box Premium LVS					

Características de las baterías de litio seleccionadas

Fuente: Autosolar.es

- **Trazado general de la INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD:** desde las baterías que la energía eléctrica se distribuye por toda la finca, para cubrir las necesidades de todos los edificios.



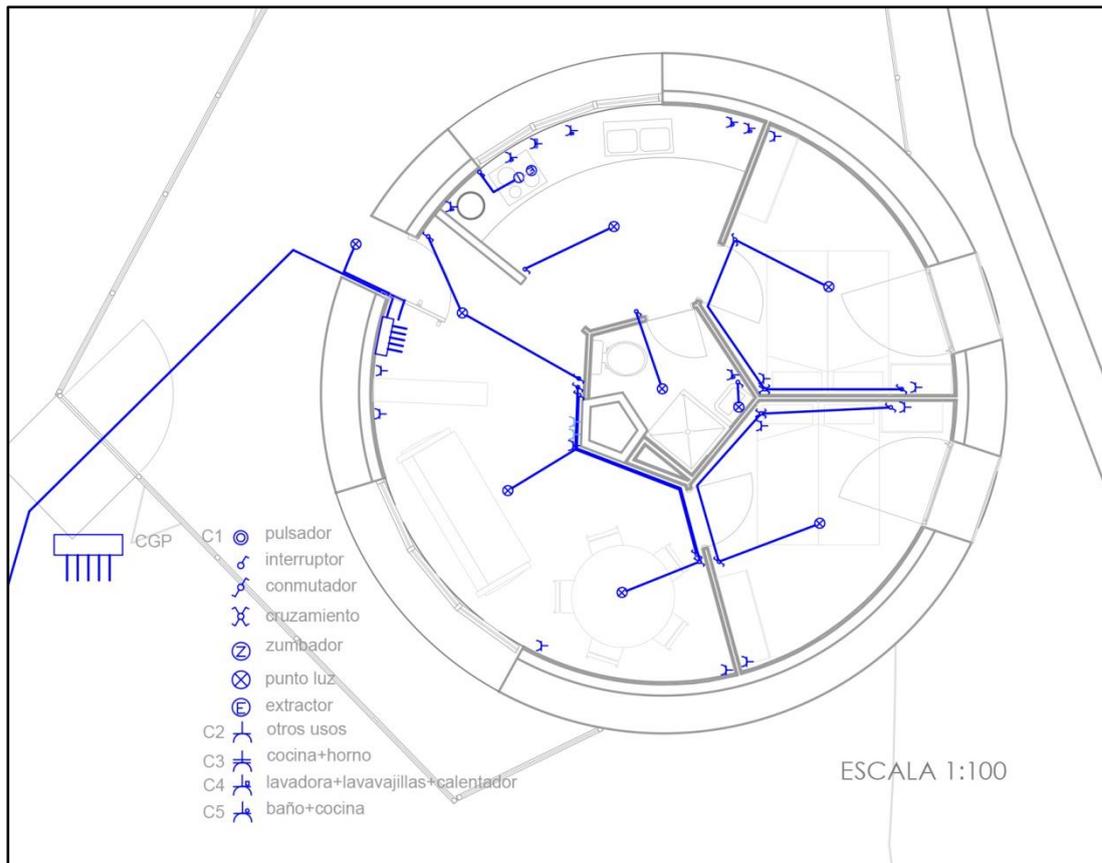
■ LÍNEA ELECTRICIDAD



TRAZADO DE ELECTRICIDAD  
ESCALA 1:500

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

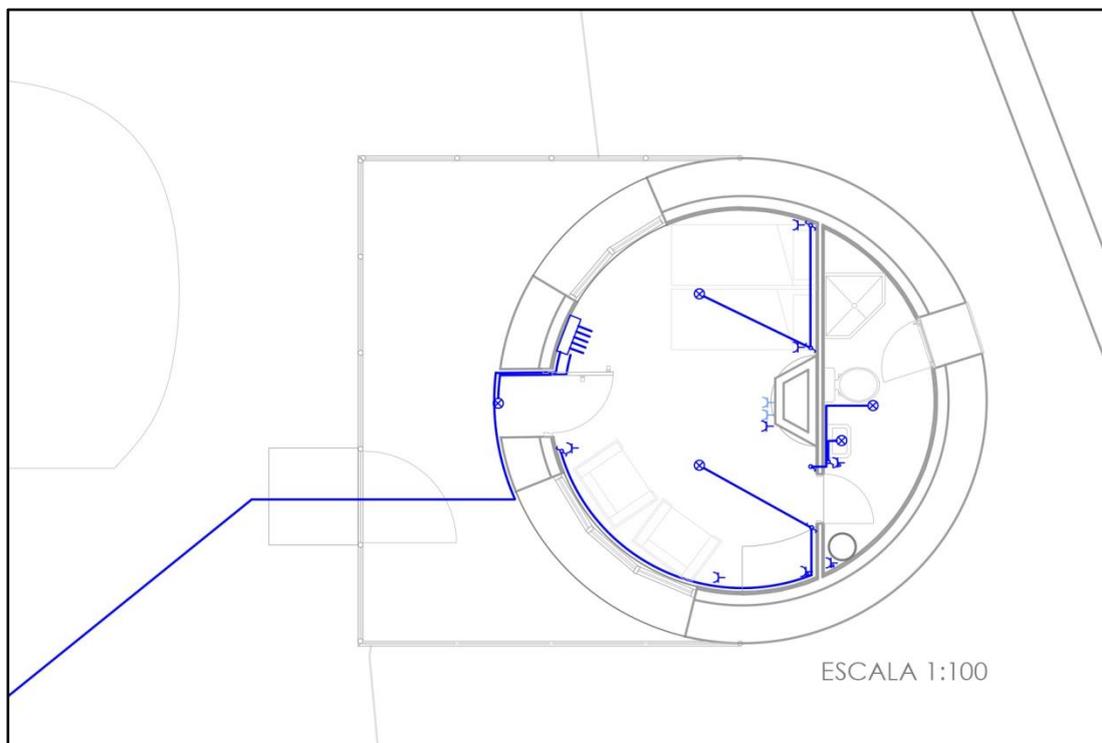
- **Trazado eléctrico de las viviendas de la vivienda de 2 habitaciones:**



Plano de la instalación eléctrica de la vivienda de 2 habitaciones

Fuente: propia

- **Trazado eléctrico de las viviendas de la vivienda de 1 habitación:**



Plano de la instalación eléctrica de la vivienda de 1 habitación

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

- **Trazado eléctrico de las viviendas de la vivienda del propietario y la sala de proyecciones-esposiones:**

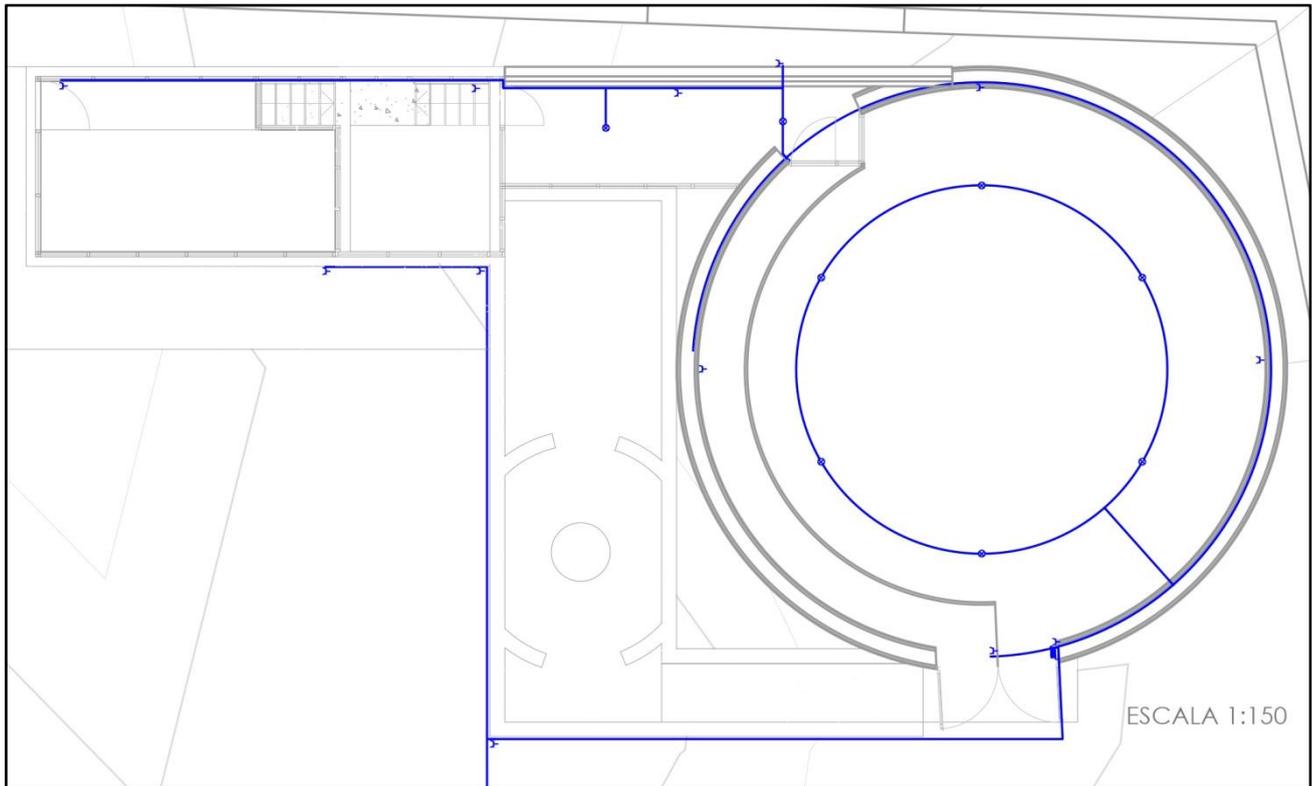


Plano de la instalación eléctrica de la vivienda del propietario y la sala de proyecciones

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

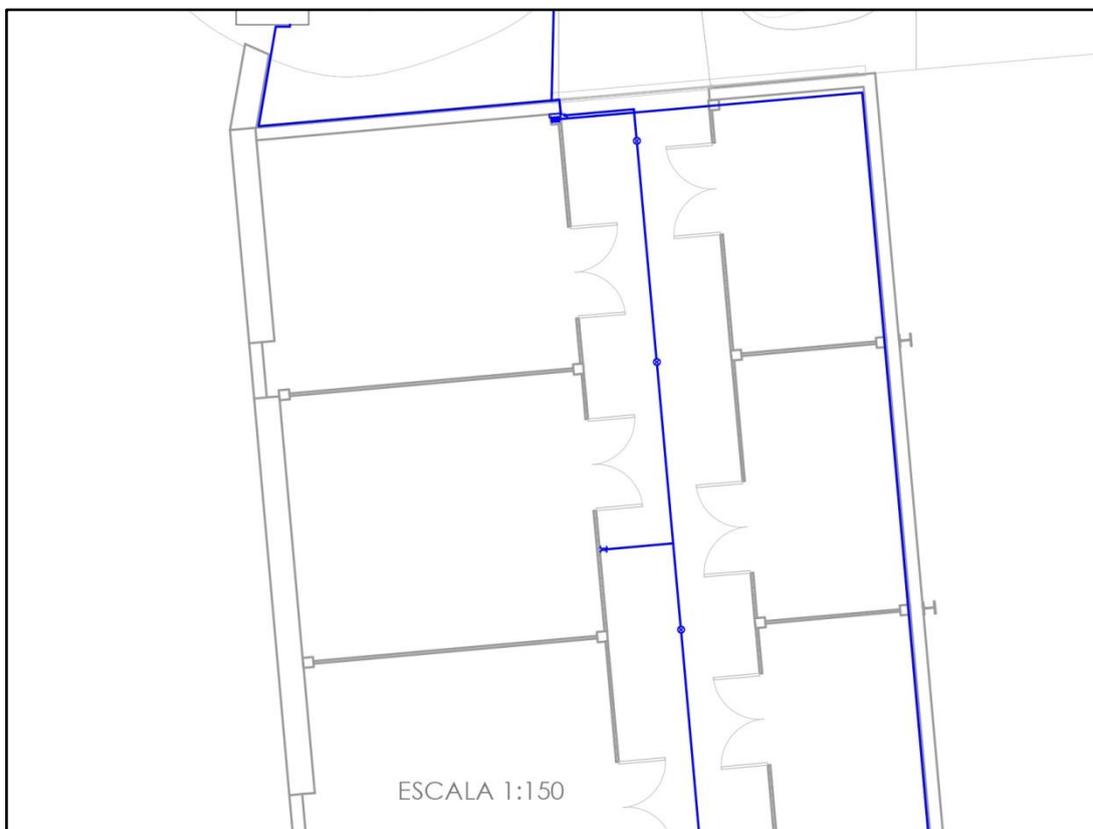
- **Trazado eléctrico del conjunto del picadero+piscina:**



Plano de la instalación eléctrica del conjunto picadero+piscina

Fuente: propia

- **Trazado eléctrico de la nave principal:**



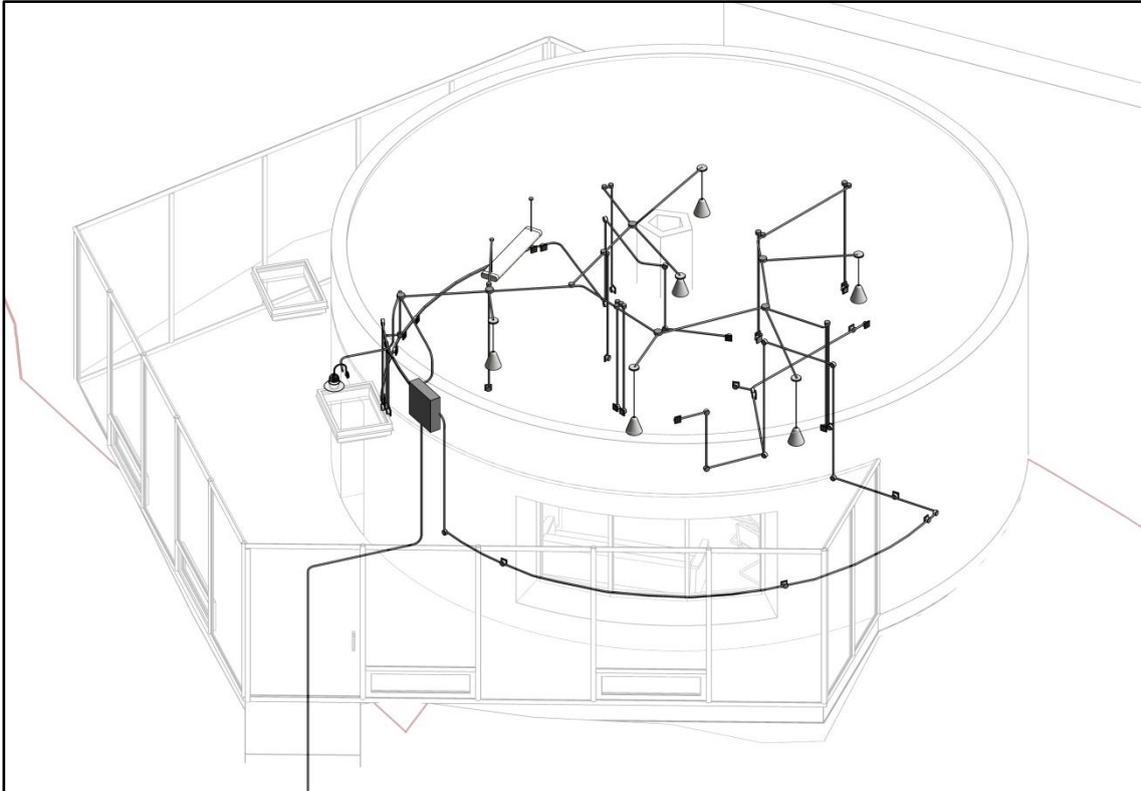
Plano de la instalación eléctrica de la nave principal

Fuente: propia

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

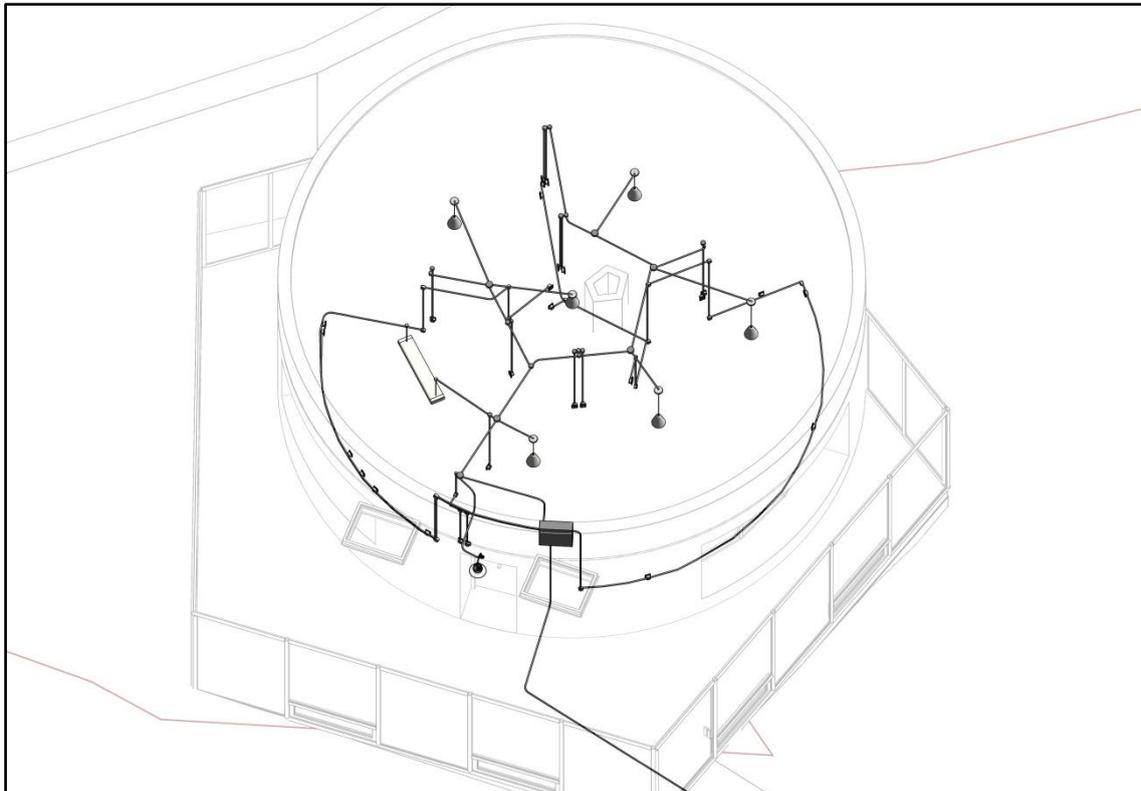
## LEVANTAMIENTO DE LA INSTALACIÓN EN 3D

Se muestra el levantamiento de la instalación eléctrica de uno de los alojamientos, el de la vivienda de 2 habitaciones. Existe una gran complejidad del desarrollo de la red eléctrica en el interior del edificio.



Desarrollo de la instalación eléctrica de la vivienda de 2 habitaciones mediante Revit MEP

Fuente: propia



Desarrollo de la instalación eléctrica de la vivienda de 2 habitaciones mediante Revit MEP

Fuente: propia

## 7.5. INSTALACIONES PASIVAS

En el proyecto se plantean una serie de sistemas constructivos y elementos que ayudan a mejorar las condiciones interiores de los edificios para ganar en confort y disminuir el gasto que producen los sistemas de acondicionamiento térmico.

Existen una serie de recursos que se emplean para mejorar estas condiciones:

- **Compacidad de la envolvente:** se plantean las nuevas construcciones buscando un menor contacto de la envolvente con el exterior, con formas compactas que no presentan en su diseño entrantes o salientes que favorezcan una mayor superficie de contacto.
- **Aislamiento de la envolvente:** se consiguen cerramientos con grandes volúmenes de aislamiento que reducen la conductividad térmica (U) del muro, para evitar las pérdidas interiores de potencia térmica en invierno y para en el verano evitar las ganancias desde el exterior.
- **Protecciones solares:** se colocan elementos naturales o no que eviten la entrada de la radiación solar a través de los huecos, evitando las ganancias externas del verano. En el caso de los elementos naturales se aprovechan los árboles existentes, los cuales son de hoja caduca, para evitar el acceso de los rayos solares en verano y aumentar su paso en invierno; los artificiales se emplean cortinas y elementos correderos de tela. Existe otro sistema que reduce el paso de la radiación, mediante la adecuada elección de los vidrios, el factor solar de estos disminuye o aumenta su paso y depende de la construcción de la carpintería, cuantas más capas y según el gas entre las capas este factor aumenta o disminuye.

En el caso del proyecto en los vidrios de la piscina se seleccionan con un bajo factor solar, ya que todo el cerramiento es de vidrio y hay que conseguir una reducción de las ganancias.

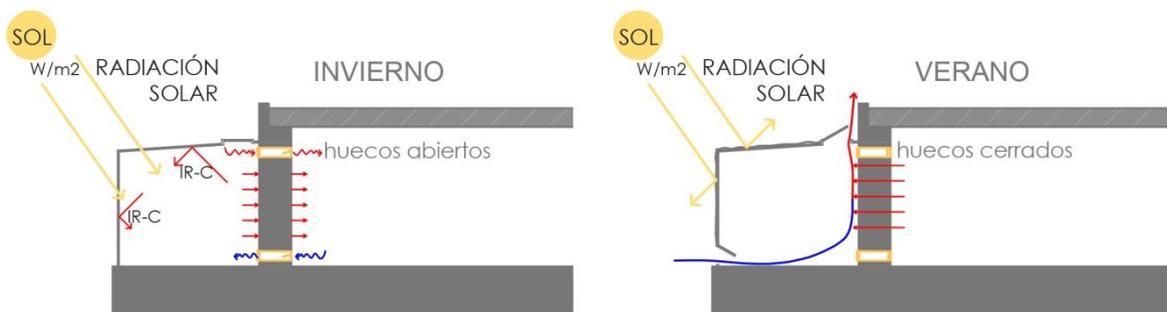
- **Elección correcta de la posición de los huecos:** es decir, dependiendo de la orientación del cerramiento hay que elegir si se deben o no colocar los huecos y una correcta elección de las carpinterías. Así en el norte se reduce la colocación de carpinterías, aquellos que son necesarios para la ventilación del espacio interior se reduce su superficie. En el sur se colocan ventanales que favorecen las ganancias en invierno y para disminuirlo en verano se colocan elementos parasoles o correcta elección de los vidrios.
- **Eficiencia de los equipos:** se seleccionan equipos interiores con una alta eficiencia energética que reduzcan el consumo de energía eléctrica. Y sistemas que eviten la cesión de calor con el ambiente, por ejemplo en el caso de las luminarias se escogen LED que no producen ganancias internas en verano.

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

A parte de los anteriores se colocan una serie de elementos constructivos que son sistemas pasivos para favorecen el acondicionamiento bioclimático de los edificios:

### - **INVERNADERO:**

Este sistema se basa en el efecto invernadero para su funcionamiento, así la radiación solar incide sobre el vidrio y al calentar el interior los objetos desprenden ondas infrarrojas largas (IR-C) que no pueden atravesar el vidrio y sobrecalientan el ambiente interior. Este sistema aprovecha el calor acumulado mediante la introducción al interior de esta energía para conseguir una mayor temperatura en el interior. Tiene distintos funcionamientos según la época del año en que nos encontremos:



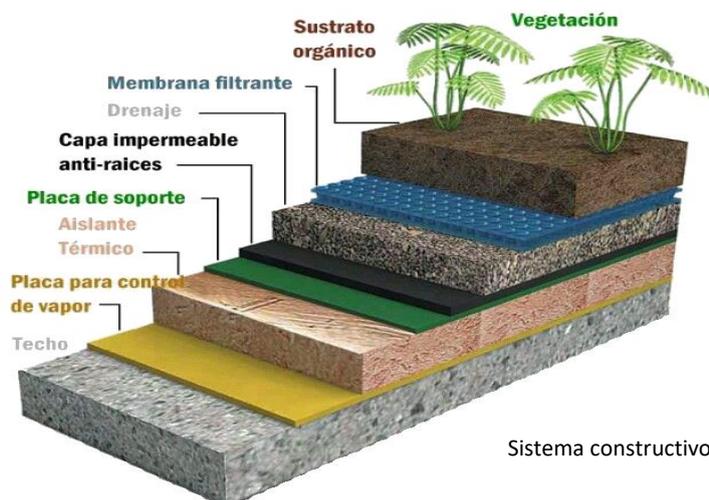
Funcionamiento del invernadero en diferente época del año

Fuente: propia

En el proyecto, se utiliza este sistema pasivo del acondicionamiento bioclimático en los edificios para el alojamiento de las personas, se plantea un invernadero que se adosa en la parte principal de la fachada que recoge el espacio interior principal de estancia.

### - **CUBIERTA VEGETAL:**

Es un sistema pasivo para el acondicionamiento bioclimático basado en la colocación de una capa de sustrato y un acabado vegetal en la parte superior de la cubierta. Con este sistema se le otorga una serie de ventajas, principalmente: mejoran el aislamiento y la estabilidad térmica del interior; evita el paso de la radiación solar; aumenta la capacidad de enfriamiento a partir de la evaporación del agua retenida en la tierra; y además retiene el polvo y demás sustancias contaminantes del ambiente.



Sistema constructivo de una cubierta vegetal  
Fuente: propia

## 8. CONCLUSIONES

Los modelos productivos se tienen que transformar para adecuarse a las nuevas exigencias de la sociedad. El turismo rural es uno de los principales elementos de desarrollo de estas áreas y está en auge en esta época.

Hay que garantizar el futuro de las nuevas generaciones mediante modelos sostenibles, y junto con la autosuficiencia energética son conceptos que van ligados de la mano en la nueva arquitectura.

Este trabajo de fin de grado pretende demostrar que estos conceptos se pueden unir y garantizar el futuro de estas áreas mediante la transformación de una finca ganadera, basada en los antiguos modelos productivos, en una granja escuela, que atraiga al turista que busca el conocimiento del mundo rural y agropecuario.

Esta transformación se explicita con una propuesta en la que se transforma la finca ganadera actual mediante la reforma de las construcciones actuales para adecuarlas a las nuevas exigencias y el planteamiento de unas nuevas que suplan las necesidades espaciales del conjunto. Se muestra en este trabajo el desarrollo de las edificaciones y su comportamiento espacial mediante el desarrollo de un modelo BIM, en Autodesk Revit, que muestra cómo sería el funcionamiento global de la granja escuela.

Estos sistemas BIM son el presente y futuro del desarrollo de la construcción y queda patente que es el mejor sistema para entender el comportamiento global del conjunto desde el punto de vista de las relaciones espaciales así como desde la incorporación de los sistemas de instalaciones que ayudan a comprender su desarrollo por todo el proyecto.

Desde un punto de vista de la sostenibilidad y la protección del medioambiente se promueven elementos constructivos del entorno que favorecen la reducción de transportes y la contaminación asociada a estos, así como favorece la economía local. Con materiales en su mayoría naturales y con un coste ecológico lo menor posible al reducir las partículas contaminantes en su fabricación.

En este mismo campo se promueve un proyecto sostenible mediante la incorporación de un sistema de instalaciones que favorezcan la autosuficiencia del conjunto con un modelo energético basado en las fuentes renovables. Todas las instalaciones funcionan gracias a la energía eléctrica producida por los paneles fotovoltaicos, que se colocan en las cubiertas aprovechando una correcta orientación y con una incorporación que no dañe el aspecto visual del conjunto.

El sol se emplea como fuente de energía primaria y mediante la incorporación y explicación de este modelo energético, definiendo los conceptos claves en que se basan estas instalaciones, se incorpora a la propuesta para hacer de motor de toda la finca y conseguir que sea un elemento clave que es el origen y desarrollo de este trabajo.

Redistribución y acondicionamiento de una finca ganadera en una granja escuela con autosuficiencia energética. Levantamiento de las instalaciones con sistemas BIM.

Se demuestra que la autosuficiencia sostenible es posible con un desarrollo global de las diferentes instalaciones, la incorporación de elementos y máquinas reales y con un cálculo que deja patente la viabilidad de estos modelos.

Por último, hay que destacar como la incorporación de conceptos de la arquitectura bioclimática en el nuevo urbanismo consiguen la reducción de las dependencias de elementos artificiales para el acondicionamiento interior. En el proyecto se plasman estas ideas, mediante la incorporación de varios elementos en el conjunto de tal forma que funcionen de forma armónica con el resto de sistemas de instalaciones para lograr un confort térmico para todos los usuarios.

Este trabajo ha planteado el desarrollo de este proyecto desde una visión global centrada en el desarrollo de las principales instalaciones y con una idea central basada en la protección del medio ambiente. Me ha permitido, a título personal, mostrar cómo es posible la unión de dos mundos diferentes como son el agrario y el de la arquitectura para definir un proyecto que se adecúa a los nuevos tiempos, mostrando el desarrollo un sistema productivo idóneo para este nuevo mundo.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

-IDAE, Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE): <https://www.idae.es/tecnologias/eficienciaenergetica/edificacion/reglamento-de-instalaciones-termicas-de-los-edificios>

-CTE, Código Técnico de la Edificación: <https://www.codigotecnico.org>

-CENSOLAR, centro de estudios de la energía solar: <https://www.censolar.org>

-PVGIS, "Photovoltaic Geographical Information System": [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#PVP)

-BOE: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099>

-ITC-BT-40: [http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/ITC\\_BT\\_40.pdf](http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/ITC_BT_40.pdf)

-<https://www.webconsultas.com/mascotas/convivir-con-mascotas/que-es-una-granja-escuela>

-<https://www.renovablesverdes.com/sirven-las-granjas-escuela/>

-<https://dissenyproducte.blogspot.com/2016/07/calculo-de-iluminacion-segun-el-metodo.html>

-[http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt\\_guia.aspx](http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx)

-<http://blogdeagua.es/depuradoras-oxidacion-total/>

-<https://aquaenergy.es/producto/depuradora-oxidacion-total-20-habitantes/>

-<https://clickrenovables.com/blog/como-calcular-una-instalacion-solar-fotovoltaica-en-5-pasos/>

-<https://www.sfe-solar.com/baterias-solares/manual-calculo/>

-<http://www.agpbombas.com/catalogo.pdf>

-[https://www.daikin.eu/content/dam/documentlibrary/catalogues/VRV%20catalogue\\_ECPE13-200A\\_Catalogues\\_Spanish.pdf](https://www.daikin.eu/content/dam/documentlibrary/catalogues/VRV%20catalogue_ECPE13-200A_Catalogues_Spanish.pdf)

-<https://www.gasfriocalor.com/aire-acondicionado/climatizacion-vrv-vrf/daikin/unidades-interiores?page=2>

-<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/521/1/Tesis%20Rafael%20Luna%20Puente%2C%20Humberto%20Ramos%20L%C3%B3pez.pdf>

