



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

TÍTULO:

DISEÑO Y CONTROL DE UN INVERNADERO
DE CULTIVO HIDROPÓNICO AUTOSUFICIENTE

AUTORAS: Ana Castaños García y Judit Ballesté Torres

TITULACIÓN: Ingeniería Técnica Industrial especialidad en Electrónica

TÍTULO:

DISEÑO Y CONTROL DE UN INVERNADERO
DE CULTIVO HIDROPÓNICO AUTOSUFICIENTE

APELLIDOS: Castaños García

NOMBRE: Ana

APELLIDOS: Ballesté Torres

NOMBRE: Judit

TITULACIÓN: Ingeniería Técnica Industrial

ESPECIALIDAD: Electrónica

PLAN: 95

DIRECTOR: Joan Sangrà Mas

DEPARTAMENTO:

CUALIFICACIÓN DEL PFC

TRIBUNAL

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

FECHA DE LECTURA:

Este Proyecto tiene en cuenta aspectos medioambientales: Sí No

PROYECTO FINAL DE CARRERA

RESUMEN (máximo 50 líneas)

Este proyecto tiene como fin el desarrollo del control de un invernadero de cultivo hidropónico y la descripción de las instalaciones necesarias para la automatización de todos los parámetros y equipos instalados, ya que este tipo de cultivo se realiza sin tierra y por lo tanto necesita un control del suministro de agua junto a la solución nutritiva necesaria en cada caso.

El invernadero estará situado en la provincia de Zamora, hecho que nos afectará al realizar el control debido a las condiciones climáticas extremas durante todo el año.

Las instalaciones que hemos diseñado son totalmente autónomas de cualquier compañía de servicios de forma que vamos a emplear paneles fotovoltaicos para la obtención de energía eléctrica, colectores solares para la obtención de agua sanitaria y energía geotérmica para la instalación de calefacción por suelo radiante. Todas estas instalaciones estarán apoyadas con elementos de almacenamiento de forma que sea una instalación autosuficiente sean cuales sean las condiciones meteorológicas.

Nos basaremos en un control mediante PLC con el que programaremos todas las acciones de los actuadores, sensores y motores a controlar, además de un sistema SCADA que también programaremos para poder obtener de forma visual todos los parámetros de la instalación, ya sean electricidad, calefacción, iluminación, agua, refrigeración del invernadero o alarmas.

Toda esta información, mas ampliada, la documentamos de forma escrita y con planos 2D y 3D para poder ver el resultado obtenido.

PALABRAS CLAVE (máximo 10):

Invernadero	Cultivo	Hidroponía	Ecológico
Autosuficiente	Renovables	Tecnología	Control
Innovación	Automático		

ÍNDICE

MEMORIA

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN.....	17
Capítulo 2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	19
2.1 TIPO DE NÚCLEO	19
2.1.1 Ocupación Laboral y nivel de renta.....	19
2.1.2 Población	19
2.1.3 Evolución y densidad de la población	19
2.1.4 Situación gráfica	20
2.2 PARCELA	21
2.2.1 Características del suelo	23
2.2.1.1 Textura del terreno	23
2.2.1.2 Pendiente del terreno	23
2.2.1.3 Relieve	23
2.2.1.4 Orientación.....	23
2.2.1.5 Estructura del terreno	23
2.3 ANÁLISIS CLIMÁTICO	24
2.4 CARACTERÍSTICAS AGROLOGICAS	26
2.5 CONDICIONES PREVIAS.....	26
2.6 ACCESOS Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS	27
2.7 DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.....	28
Capítulo 3. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN..	29
3.1 ANTECEDENTES	29
3.2 CARACTERÍSTICAS	30
3.2.1 Estructura externa.....	31
3.2.2 Estructura interna.....	32
3.2.3 Cultivo elegido	34
3.2.3.1 Legislación Aplicada	36
3.3 INSTALACIONES	36
3.3.1 Instalación eléctrica	36
3.3.1.1 Legislación Aplicada	37

3.3.1.2	Energía solar fotovoltaica.....	37
3.3.1.3	Subdivisión de la instalación	38
3.3.1.4	Legislación Aplicada	38
3.3.2	Alumbrado.....	39
3.3.2.1	Subdivisión de la instalación	40
3.3.3	Instalación térmica.....	40
3.3.3.1	Energía solar térmica.....	41
3.3.3.2	Subdivisión de la instalación	41
3.3.4	Calefacción	41
3.3.4.1	Geotermia	42
3.3.4.2	Legislación Aplicada	42
3.3.4.3	Parámetros de funcionamiento	43
3.3.4.4	Requisitos de la instalación	44
3.3.5	Refrigeración	46
3.3.5.1	Subdivisión de la instalación	46
3.3.5.1.1	Refrigeración con ventanas.....	46
3.3.5.1.2	Refrigeración por aspersion	46
3.3.5.1.3	Refrigeración por mallas de sombreado	47
3.3.5.1.4	Refrigeración por ventilación	47
3.3.6	Suministro de agua	47
3.3.6.1	Legislación Aplicada	48
3.3.6.2	Subdivisión de la instalación	48
3.3.6.2.1	Criterios de recorrido	48
3.3.6.2.2	Criterios de Sujeción	49
3.3.6.2.3	Sistemas de filtrado.....	50
3.3.7	Instalación de riego.....	51
3.3.7.1	Características de la instalación	51
3.3.7.1.1	Tiempo de riego	51
3.3.7.1.2	Distribución de riego	51
3.3.7.1.3	Control de humedad	52
3.4	EQUIPOS NECESARIOS	53
3.4.1	Paneles	53
3.4.2	Componentes	57
3.4.3	Materiales de construcción	67

3.4.4	Elementos de almacenamiento y apoyo.....	70
3.4.5	*Luminarias	74
3.4.6	Sensores y actuadores	76
Capítulo 4.	CÁLCULOS	79
4.1	TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA	79
4.1.1	Cálculo de la intensidad para línea monofásica.....	79
4.1.2	Cálculo de caída de tensión para línea monofásica	80
4.2	RESISTENCIA DE TIERRA	80
4.3	POTENCIA NECESARIA	81
4.4	POTENCIA TOTAL INSTALADA.....	82
4.4.1	Cálculo de onduladores	82
4.4.2	Cálculo de baterías.....	83
4.4.3	Paneles fotovoltaicos	84
4.5	CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS	84
4.6	CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	89
4.7	CÁLCULOS GEOTERMIA.....	91
4.8	CÁLCULOS AMORTIZACIÓN	92
Capítulo 5.	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	95
5.1	PROPAGACIÓN INTERIOR	95
5.2	PROPAGACIÓN EXTERIOR	95
5.3	EVACUACIÓN DE OCUPANTES	96
5.4	DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DEL INCENDIO	96
5.5	INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS.....	97
Capítulo 6.	AUTOMATIZACIÓN.....	99
6.1	PROGRAMACIÓN DE PLC	99
6.1.1	Apertura / cierre de ventanas	103
6.1.2	Riego.....	104
6.1.3	Climatización.....	105
6.1.4	Iluminación.....	109
6.1.5	Solución nutritiva del cultivo	109

6.2	PROGRAMACIÓN INTERFICIE SCADA.....	115
6.2.1	Secciones	116
6.2.2	Producción.....	117
6.2.3	Características.....	117
6.2.4	Alarma	118
6.2.5	Variables.....	120
6.2.5.1	Control del depósito de agua	120
6.2.5.2	Control de luz solar	121
6.2.5.3	Control de la velocidad del viento.....	122
6.2.5.4	Control de Nutrientes.....	122
6.2.5.5	Control de humedad	123
6.2.6	Layoyut.....	123
Capítulo 9.	PRESUPUESTO.....	171
9.1	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y TÉRMICA.....	171
9.2	INSTALACIÓN GEOTÉRMICA	171
9.3	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	171
9.4	ELEMENTOS DE ALMACENAMIENTO Y APOYO	172
9.5	LUMINARIAS	172
9.6	SENSORES, ACTUADORES Y COMPONENTES	172
9.7	INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIONES	173
9.8	HONORARIOS	174
9.9	AYUDAS Y SUBVENCIONES	174
9.10	TOTAL	174
Capítulo 10.	CONCLUSIONES	177
Capítulo 11.	BIBLIOGRAFÍA	181
ANEXO I.	INTRODUCCIÓN AL CULTIVO HIDROPÓNICO	185
i.	ELEMENTOS NECESARIOS.....	186
ii.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS	187
iii.	ASPECTOS A CONSIDERAR.....	187

ANEXO II. COMPARATIVA ALUMBRADO	189
i. Comparación de iluminarias.....	189
ii. Comparativa de coste LED vs Bombilla	190
iii. Comparativa de durabilidad.....	190
iv. Comparativa de ahorro energético	191
v. Luminarias elegidas para la instalación.....	191
vi. Usos de la instalación	193
ANEXO III. COMPARATIVA ENERGÍAS RENOVABLES	195
i. ENERGÍA SOLAR	195
i.i Funcionamiento de la energía solar	196
i.ii Adaptación al invernadero	198
i.iii Beneficios del sistema solar	199
ii. ENERGÍA GEOTÉRMICA.....	199
ii.i Funcionamiento de la geotermia	202
ii.ii Adaptación al invernadero	203
iii. ENERGÍA EÓLICA	208
iv. ENERGÍA HIDRÁULICA:.....	210
v. BIOMASA.....	211

PLIEGO DE CONDICIONES

Capítulo 7. NORMATIVA.....	127
7.1 INSTALACIÓN ELECTRICA.....	127
7.1.1 Dispositivos generales e individuales de mando y protección	127
7.1.2 Conductores	127
7.1.3 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica	127
7.1.4 Conexiones	128
7.1.4.1 Prescripciones generales.....	128
7.1.4.2 Conductores aislados bajo tubos protectores	129
7.1.4.3 Conductores aislados fijados directamente en las paredes.....	130
7.1.4.4 Conductores aislados en el interior de huecos	131
7.1.4.5 Conductores aislados con cubierta bajo canales	132
7.2 PROTECCIONES.....	132

7.2.1	Protección contra sobreintensidades.....	132
7.2.2	Protección contra sobretensiones.....	133
7.2.2.1	Categorías de las sobretensiones.....	133
7.2.2.1.1	Medidas para el control de sobretensiones.....	133
7.2.2.1.2	Selección de los materiales en la instalación.....	134
7.2.3	Potección contra contactos directos e indirectos.....	134
7.2.3.1	Protección contra contactos directos.....	134
7.2.3.2	Protección contra contactos indirectos.....	135
7.2.4	Puesta a tierra.....	135
7.2.4.1	Uniones a tierra.....	136
7.2.4.2	Resistencia de las tomas de tierra.....	137
7.2.4.3	Tomas de tierra independientes.....	137
7.2.4.4	Revisión de las tomas de tierra.....	137
7.2.5	Receptores de alumbrado.....	137
7.2.6	Receptores a motor.....	138
7.3	INSTALACIÓN DE CARGA DE BATERÍAS.....	139
7.4	INSTALACIÓN GEOTERMICA.....	140
7.5	CALEFACCIÓN.....	143
7.6	INSTALACIÓN DE AGUA.....	146
7.7	CULTIVO ECOLÓGICO.....	147

PLANOS

Capítulo 8.	PLANOS.....	153
8.1	ÍNDICE DE PLANOS.....	153
8.1.1	Situación.....	155
8.1.2	Emplazamiento.....	156
8.1.3	Plano general.....	157
8.1.4	Plano general 3D.....	158
8.1.5	Plano componentes.....	159
8.1.6	Componentes 3D.....	160
8.1.7	Plano alumbrado.....	161
8.1.8	Planos Unifilares.....	162

8.1.9	Plano interior 3D	166
8.1.10	Plano Vista aérea 3D	167

MEMORIA

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

En este proyecto vamos a encontrar toda la información, cálculos, equipos necesarios y programación para poder controlar un invernadero multicapilla de cultivo hidropónico semi-puro. Este tipo de cultivo está basado en el cultivo sin tierra; se basa en la plantación mediante sustrato y está constituido principalmente por agua junto a las soluciones nutritivas oportunas en cada zona de plantación. Este tipo de instalaciones nos permitirán crear un diseño autosuficiente y programar cada uno de los elementos principales para su autónoma ejecución.

Para el correcto funcionamiento del invernadero y la optimización de las condiciones del cultivo, vamos a necesitar el control de la electricidad, calefacción, iluminación, agua (riego, humidificación, agua sanitaria), refrigeración, y protección contra incendios. Además, vamos a diseñar las instalaciones para que puedan funcionar de forma autónoma sin necesidad de estar conectado a ninguna compañía de servicios.

Situaremos el invernadero en la península para poder hacer un estudio más exacto de la climatología y los detalles de instalación, aunque este tipo de invernadero podría ser instalado en cualquier lugar con las condiciones ambientales más adversas ya que dispondremos de todos los parámetros de control para poder conseguir las condiciones óptimas para cada tipo de cultivo, en nuestro caso nos basaremos en el cultivo de tomate.

Vamos a necesitar un cobertizo junto al invernadero, que contenga la zona de maquinaria y control, vestuarios, duchas, almacén de productos y parking para los trabajadores. Aprovecharemos la situación de este cobertizo junto al invernadero para poder hacer la instalación de las placas fotovoltaicas y colectores solares.

El diseño que vamos a aplicar será autosuficiente y limpio, ya que vamos a usar principalmente las energías solar y geotérmica para la mayoría de las instalaciones. Este punto es el que hará de este proyecto un diseño innovador, característico y amortizable.

Capítulo 2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El invernadero estará situado en Villalpando. Esta localidad está situada en la comunidad autónoma de Castilla y León, en la parte mas occidental de la provincia de Zamora, en el municipio de Quintanilla del Olmo, a 690 metros de altitud.

2.1 TIPO DE NÚCLEO

Núcleo urbano, anexo al término municipal de Villalpando, a una distancia de 52 Km aproximadamente de la capital de Zamora.

2.1.1 Ocupación Laboral y nivel de renta

La ocupación laboral predominante es el comercio y los servicios en general. El nivel de renta es medio.

2.1.2 Población

Según el padrón del Instituto Nacional de Estadísticas de 2001:

- 1.688 Habitantes de derecho
- La tendencia, respecto al padrón de 1996, es: Creciente

2.1.3 Evolución y densidad de la población

La población experimenta un crecimiento positivo.

La densidad de la población en el entorno es media.

2.1.4 Situación gráfica

En las siguientes figuras encontramos la situación geográfica, viendo en la *Figura 2.1* la situación a nivel Europeo, en la *Figura 2.2* la situación a nivel Español, en la *Figura 2.3* la situación de provincia y en la *Figura 2.4* la situación de Villalpando dentro de Zamora.



Figura 2.1 Situación en Europa

Figura 2.2 Situación en España

Figura 2.3 Situación en castilla y león

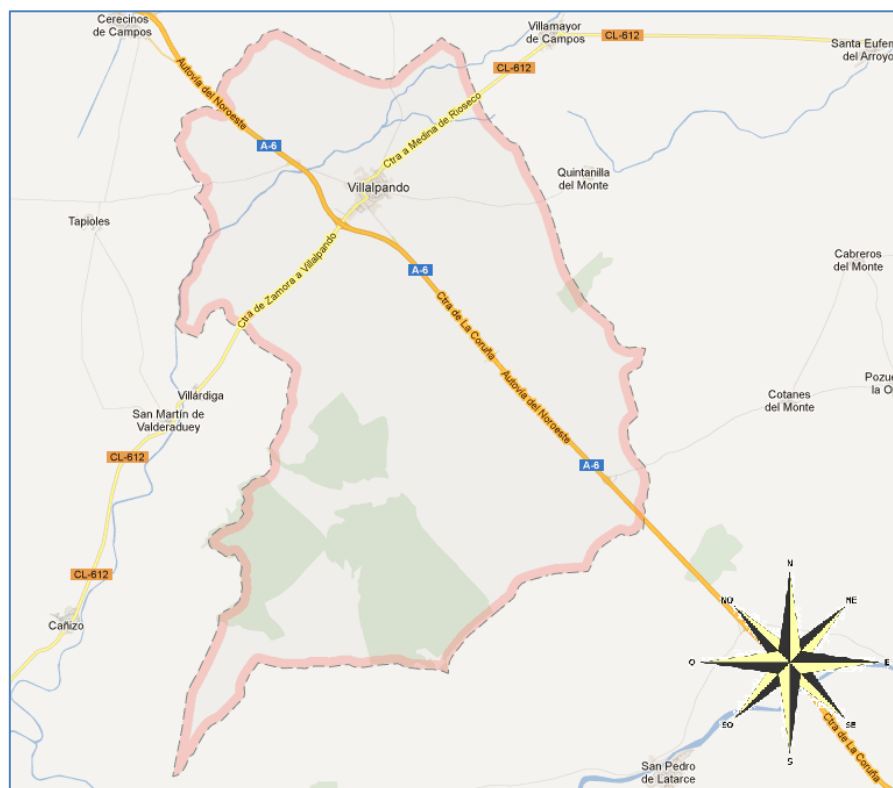


Figura 2.4 Situación en Zamora

2.2 PARCELA

La parcela que tenemos para crear el invernadero es de un suelo no urbanizable, por tanto una finca rústica. La parcela se sitúa en el municipio de Villalpando a la provincia de Zamora, con código postal 49638, en Teso Pinilla y más concretamente en la parcela número 512 del polígono número 1, la cual podemos ver su situación general en la *Figura 2.5* y el plano de situación con la numeración de la parcela en la *Figura 2.6*.



Figura 2.5 Situación general de la parcela

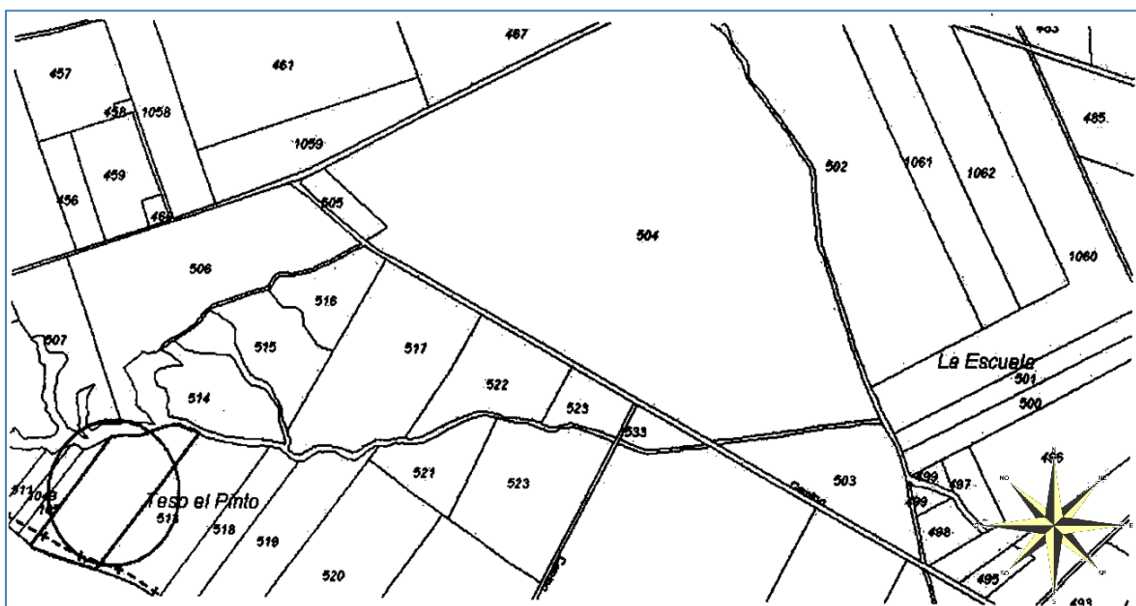


Figura 2.6 Plano de situación de la parcela

La parcela tiene como linderos al norte Cárcavas y Justo Ferrero Martínez, al sur linda con la parcela de Ángel Castaños Bolaños, al este la Finca 513 y al oeste el camino de servicio y la finca 1050.

Tabla 1. Datos registrales de la finca

Identificación	Finca Registral	Tomo	Libro	Sección	Folio	Inscripción
Finca 2111	2111	1201	21	---	50	1ª

[Tabla extraída del registro civil]

En la *Figura 2.7* podemos ver de forma más detallada los linderos de la parcela en cuestión, la número 512 remarcada. La finca tiene unas dimensiones de 2,977 hectáreas, con un valor por hectárea de 2.806,67 euros haciendo un valor total de 8.355,46 euros.

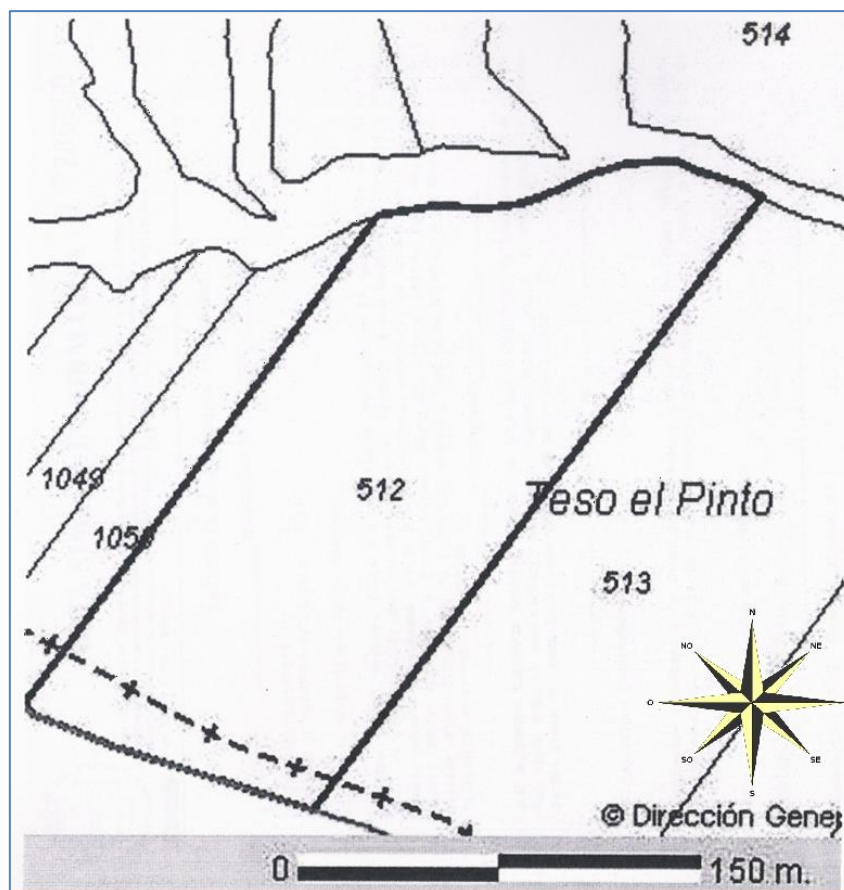


Figura 2.7 Plano de la parcela 512.

2.2.1 Características del suelo

2.2.1.1 Textura del terreno

La textura de una muestra del terreno nos indica la composición elemental del suelo, definida por las proporciones relativas de sus separados individuales en base a masa (arena, limo y arcilla). La textura del terreno donde situaremos el invernadero es una textura franca.

Cuando la proporción es parecida de arena, limo y arcilla decimos que el suelo es de una textura franca, que es la que encontramos en esta parcela. Este suelo tiene la característica de ser blando o friable dando una sensación de aspereza, además es bastante suave y ligeramente plástico. Al apretarlo en estado seco el molde mantendrá su integridad si se manipula cuidadosamente, mientras que en estado húmedo el molde puede ser manejado libremente y no se destrozará.

2.2.1.2 Pendiente del terreno

La pendiente de esta finca es relativamente horizontal, es decir, que prácticamente no tiene ninguna inclinación.

2.2.1.3 Relieve

Cuando hablamos de relieve nos referimos al paisaje desigual de la superficie terrestre. En esta parcela tenemos un relieve llano, es decir, nos encontramos en una llanura.

2.2.1.4 Orientación

La finca tiene una orientación principal Norte- Sur.

2.2.1.5 Estructura del terreno

Buena proporción de gránulos pequeños y medios, lo que permite una buena capacidad hídrica al terreno. Por tanto es un suelo que tiene mucha cantidad de agua.

2.3 ANÁLISIS CLIMÁTICO

La temperatura media anual de Villalpando es de 11.80 °C, siendo en los meses más cálidos la temperatura media de 30.80 °C y en los meses más fríos la temperatura media de 1 °C. La precipitación media anual en Villalpando es de 403 mm. ya que en Zamora tenemos un clima mediterráneo continental.

En la *Figura 2.8* que vemos a continuación, podemos ver las horas de sol efectivas en la península.

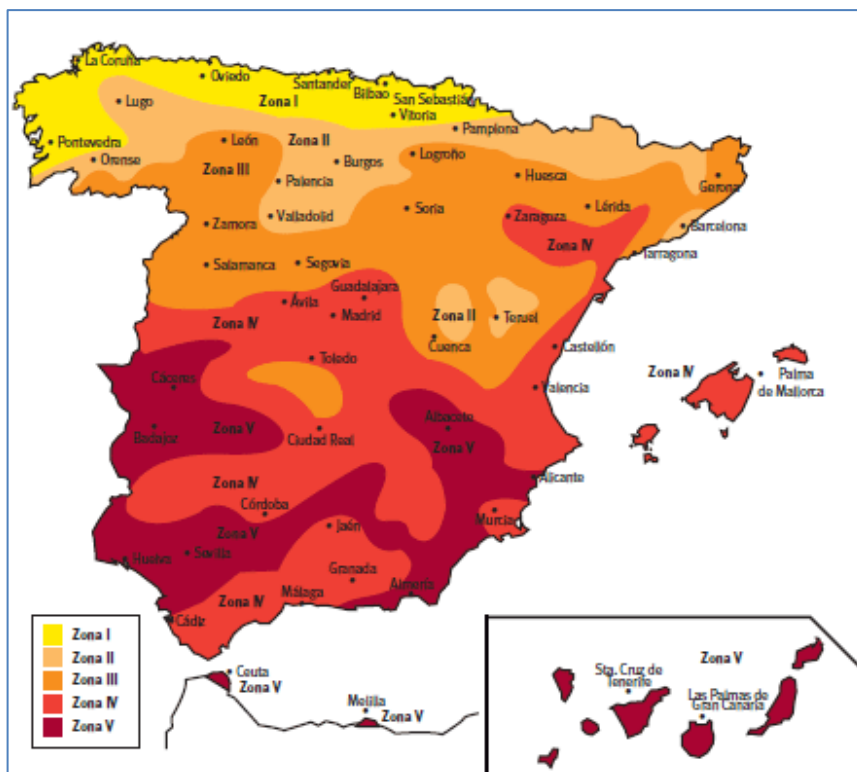


Figura 2.8 Mapa de distribución de las zonas cálidas en España

Como observamos en la imagen, la provincia de Zamora se encuentra en la zona III, por lo cual sabemos que dispondremos de 1676.93 horas anuales a pleno rendimiento solar de los paneles instalados.

Gracias a los abundantes días de sol que encontramos en la localidad podremos aprovechar la energía solar procedente de los paneles fotovoltaicos y los captadores que situaremos encima del cobertizo y de la zona de parking, produciendo la energía eléctrica y agua sanitaria necesaria para hacer del invernadero una instalación autosuficiente.

En la *Figura 2.9* encontramos una tabla de la relación de lluvias en milímetros a lo largo del año en Zamora. Además, podemos observar de cada mes la temperatura mínima, máxima y media.

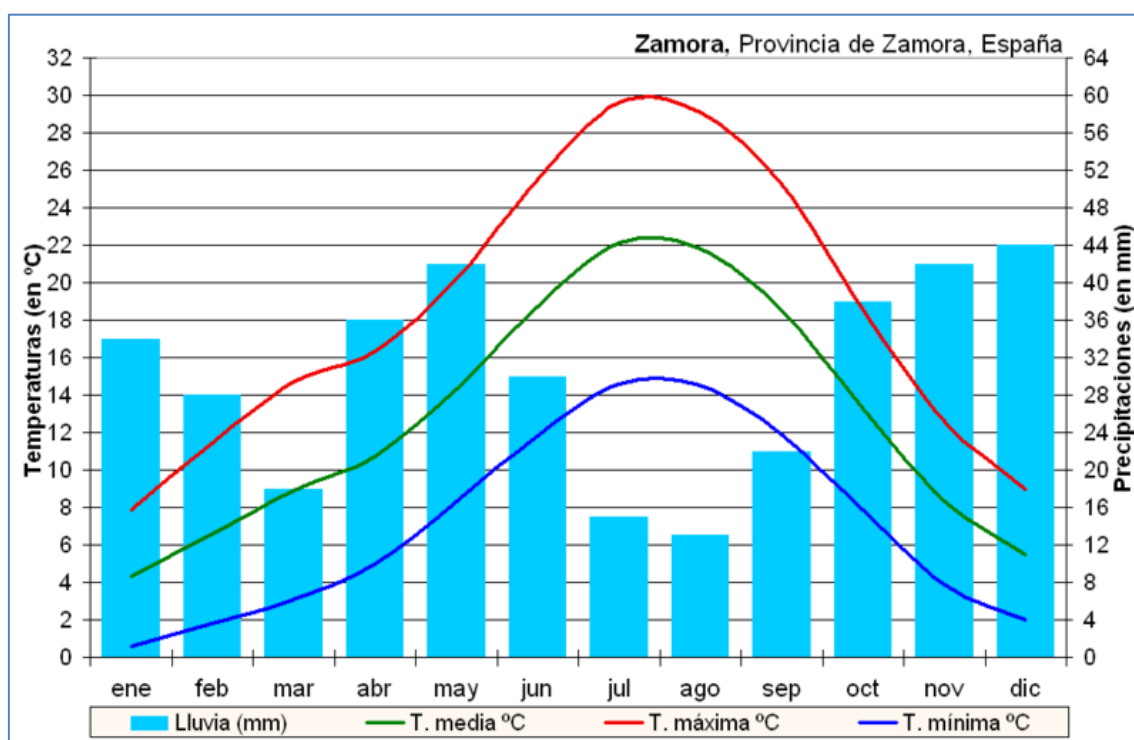


Figura 2.9 Tabla de relaciones climáticas a lo largo del año en Zamora.

Al mirar la Figura anterior, podemos observar que la estimación de la temperatura mínima a lo largo de todo el año no llega a ser inferior a cero, esto nos evitará tener que preocuparnos por una posible congelación de cosecha, que vendría dada por una temperatura inferior a $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Aun así, necesitaremos un control constante puesto que la temperatura durante los meses de invierno es bastante baja.

En la *Figura 2.10* que podemos ver a continuación, observaremos las temperaturas anuales del año 2010 en el que podremos observar comparativamente con otras comunidades de España como es el clima de Zamora.

Mapa de contenido de la *Figura 2.10*:

EC =Extremadamente Cálido: Las temperaturas sobrepasan el valor máximo registrado en el periodo de referencia 1971 – 2000.

MC =Muy cálido: $f < 20\%$. Las temperaturas registradas se encuentran en el intervalo correspondiente al 20% de los años más cálidos.

C =Cálido: $20\% \leq f < 40\%$.

N =Normal: $40\% \leq f < 60\%$. Las temperaturas registradas se sitúan alrededor de la mediana.

F =Frío: $60\% \leq f < 80\%$.

MF =Muy Frío: $f \geq 80\%$.

EF =Extremadamente frío: Las temperaturas no alcanzan el valor mínimo registrado en el periodo de referencia 1971 – 2000

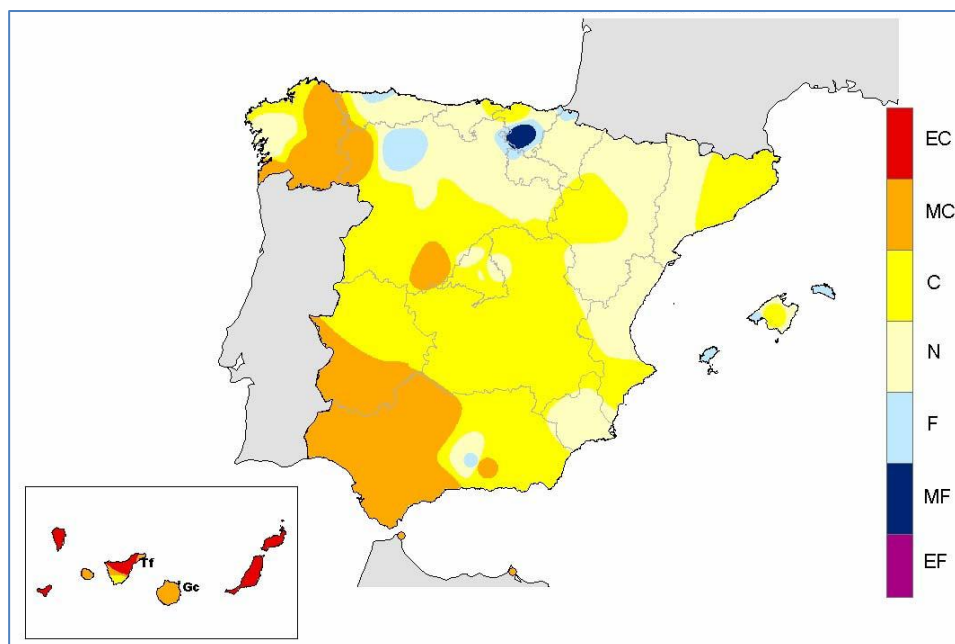


Figura 2.10 Temperaturas anuales del 2010 en la península

Si nos fijamos en la Figura 1.7 descrita anteriormente observamos que Zamora se encuentra dentro del rango valorado con una C. Esto nos indica que tiene una temperatura anual cálida, por lo tanto, junto con las precipitaciones anuales que nos ayudarán a tener agua para el riego, podemos decir que tenemos una buena climatología para poner un invernadero en la zona estudiada.

2.4 CARACTERÍSTICAS AGROLOGICAS

La vegetación autóctona está formada principalmente por etapas maduras de encinales mediterráneos y melojares subhúmedos así como series de olmedas, choperas, saucedas arbóreas, alisedas y saucedas arbustivas. Los matorrales predominantes son los brezos, escobas, tojos y tomillos. En los márgenes de las carreteras y caminos es frecuente la aparición de rebásales de la clase fitosociológica *Artemisieta vulgaris*.

2.5 CONDICIONES PREVIAS

La parcela está en buen estado de conservación y cuenta con abastecimiento de agua, suministro eléctrico, alumbrado público y alcantarillado. La parcela actualmente se dedica al cultivo de trigo, teniendo una producción media de 3.000 Kg/ha. Teniendo unos ingresos anuales gracias a esta producción agrícola de 450,00 €/ha.

2.6 ACCESOS Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS

La parcela en cuestión tiene buenas comunicaciones tanto hasta el pueblo de Villalpando como los municipios integrados dentro del denominado El Raso el cual contiene pueblos cercanos como Cañizo, Cerecinos de Campos, Cotanes del monte, prado, Quintanilla del monte, Quintanilla del olmo, San Martín de Valderaduey, Tapioles, Villamayor de campos, Villanueva del campo, Villar de Fallaves y Villárdiga. Todos los pueblos nombrados anteriormente tienen mercado abierto dos días por semana, de forma que podríamos tener acceso para la distribución de nuestros productos.

La distancia máxima desde la parcela hasta el pueblo más lejano del municipio es de 15km por carretera. Para la unión de los pueblos contamos con dos carreteras principales y varias carreteras secundarias entre los pueblos.

Además, tenemos a menos de 30 kilómetros los mercados municipales de Zamora y Toro, de forma que también podrían formar parte de nuestro mercado de distribución.

Nuestros productos van a ser de venta directa al consumidor y destinada a grandes almacenes de frutas y verduras interesados en alimentos ecológicos que son ligeramente más saludables, de mayor calidad nutritiva, sin la presencia de sustancias de síntesis química y obtenidos mediante procedimientos sustentables.

2.7 DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.



Figura 2.11 Fotografía de la parcela



Figura 2.12 Fotografía de la parcela

Capítulo 3. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

3.1 ANTECEDENTES

Partimos de la estructura de un invernadero multicapilla, concretamente de tres capillas, situado en la parcela en cuestión donde haremos la instalación para el cultivo hidropónico. El hecho de cultivar en un invernadero y poder mantener unas características determinadas nos permitirá obtener más cosechas por año y por lo tanto obtener más beneficios tanto agrícola como económicamente.

La medida total del invernadero es de 20 000 mm de ancho por 51 000 mm de largo, con una altura total de 43000 mm, cumplimentado el real decreto 486/97 que especifica que la altura libre en un puesto de trabajo no puede ser menor de 2.5 metros. Por lo tanto, cada uno de los tres módulos tendrá un ancho de 6666.6 mm y la altura máxima estará situada en el centro de la cercha. Además, la altura real del interior del invernadero (donde irá situada la malla protectora de plagas) será de 3000 mm.

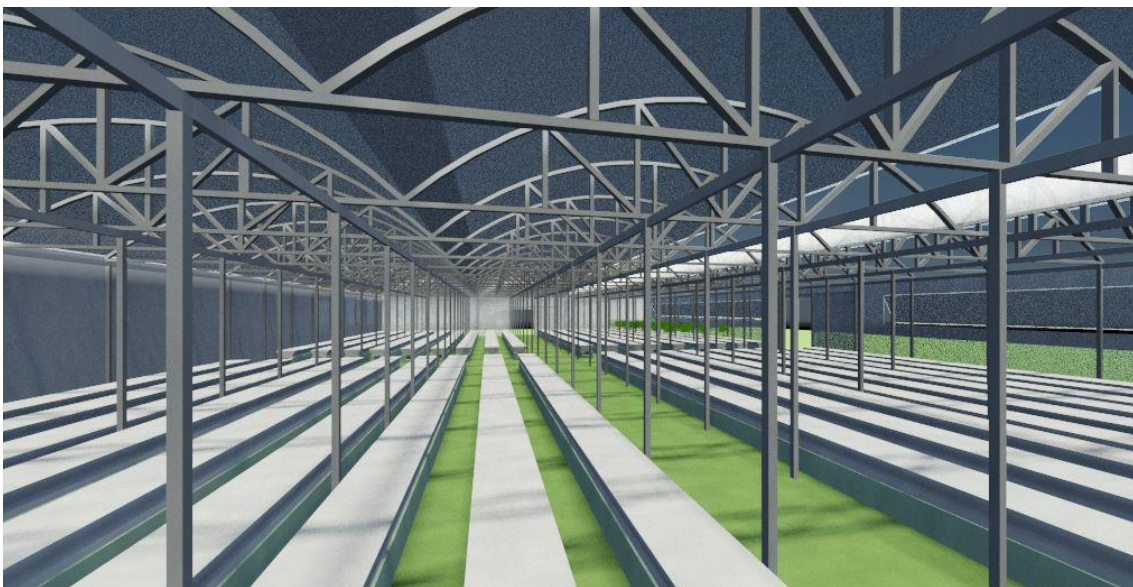


Figura 3.1 Distribución estructura metálica del invernadero.

En la *Figura 3.1* podemos ver mediante una simulación 3D, la estructura metálica galvanizada en caliente que sujeta los mecanismos quedando protegida de posibles oxidaciones por el medio húmedo de cultivo y con soldaduras tanto lateral como frontalmente. Los postes tienen una separación de 3 metros entre ellos a lo largo y ancho del invernadero. Esta separación es necesaria para el asentamiento de la estructura así como de refuerzo para las canalizaciones de agua, alumbrado y otros elementos necesarios que estarán sujetos a la estructura.

Además, junto al invernadero y orientado de forma que no nos perturbe las horas de sol del cultivo, tenemos un cobertizo donde situaremos la zona de maquinaria y control,

vestuarios, duchas, almacén de productos y parking para los trabajadores. Aprovecharemos la situación de este cobertizo junto al invernadero para poder hacer la instalación de las placas y colectores solares. La situación del cobertizo las podemos ver ilustradas mediante la simulación 3D en la *Figura 3.2*.



Figura 3.2 Distribución en planta del cobertizo

3.2 CARACTERÍSTICAS

Usaremos el cultivo hidropónico semi-puro en vez del cultivo habitual, que consiste en la plantación de hortalizas en bandejas donde en vez de estar en contacto con la tierra, tendremos sustrato de perlita que nos permitirá que la planta crezca más sana gracias a la aportación de proteínas junto al agua que necesitan además de estar protegidas de malas hierbas que puedan reducir su crecimiento y disminuir el riesgo de plagas en el cultivo. Para ver más información sobre el cultivo hidropónico, ver *Anexo I* de introducción al cultivo hidropónico.

El funcionamiento será sencillo de controlar por parte del agricultor gracias a una interface dinámica y visual situada dentro del invernadero, pero que además podría estar instalada en algún dispositivo móvil o instalado en el ordenador. De esta forma funcionará de manera automática, aunque podrá estar regulado manualmente en caso necesario. Todo nuestro invernadero estará controlado mediante sensores de humedad, temperatura, luminosidad, calefacción y nutrición para obtener el mejor rendimiento de la cosecha. Cada uno de estos parámetros lo comentaremos más detalladamente en el apartado correspondiente al mismo.

También utilizaremos paneles fotovoltaicos para optimizar la energía y ahorrar en recursos y dinero. En un primer momento pensamos que la utilización de las placas fotovoltaicas en una parte del techo del invernadero, aunque descartamos la opción debido a la sombra que producirían y el desequilibrio que nos causaría en el conreo.

Finalmente, usaremos placas fotovoltaicas y colectores solares, instalados juntamente al invernadero, aunque no en la parte superior.

Para llevar a cabo la actividad del invernadero automatizado necesitaremos una superficie distribuida de la siguiente forma:

LOCALIZACIÓN	SUPERFICIE (m2)
INVERNADERO	1020
ZONA CONTROL y MAQUINAS	140
HALL	28
WC y VESTUARIOS	70
PARKING	68
	1326

En consecuencia, tendremos una relación de superficie utilizada de la siguiente forma:

LOCALIZACIÓN	SUPERFICIE (m2)	SUPERFICIE (hec)
SUPERFICIE TOTAL	29770	2,977
SUPERFICIE EDIFICADA	1326	0,1326
SUPERFICIE DISPONIBLE	28444	2,8444

3.2.1 Estructura externa

La cubierta exterior será de resina de policarbonato rugoso, tal como vemos en la *Figura 3.3*, ya que es un termoplástico cuyas características de basan en unas altas propiedades ópticas, mecánicas, eléctricas y térmicas de alto nivel. Es un material con alta resistencia a los impactos con una transparencia del 90%, estabilidad dimensional en temperaturas elevadas de forma que aunque situemos el invernadero en una zona cálida en verano, nos aguantará prácticamente la misma estructura. También es un material resistente a las llamas y de peso ligero; y además tiene la característica de formabilidad, por lo tanto, podremos tener la forma circular de la cubierta de manera precisa, tal como vemos un ejemplo de estructura en la *Figura 3.4*.



Figura 3.3 Resina de Policarbonato



Figura 3.4 Cercha de policarbonato

Este tipo de placas tienen además una protección UV contra los rayos que les ayuda a obtener una máxima calidad óptica a largo plazo además de tener una dureza extraordinaria en comparación con otros materiales termoplásticos. Como vemos en la *Figura 3.3* entre las superficies exteriores se encuentra una cámara de aire separada por un revestimiento especial de forma que favorece la reducción de pérdida de cargas térmicas, por lo que nos ayudará a mantener el calor cuando sea necesario.

Tendremos en cuenta que cada una de las tres cerchas tendrán ventilación de forma que puedan abrirse o cerrarse según el ambiente exterior y las necesidades del cultivo hasta un ángulo de 20° . Es por eso que tendremos un servomotor automático y programable.

En la *Figura 3.5* podemos ver una simulación en 3D de la estructura del invernadero recubierta de placas del policarbonato descrito anteriormente.

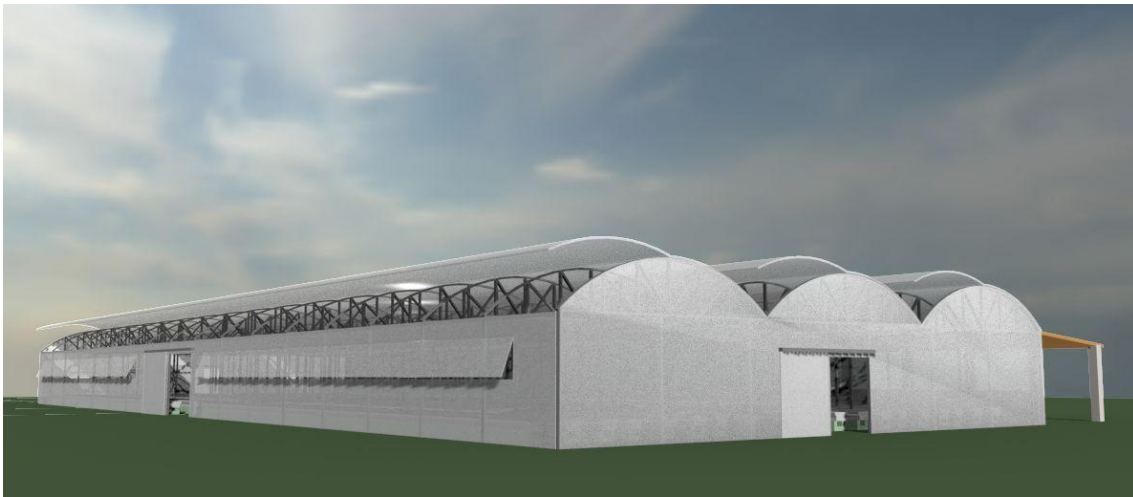


Figura 3.5 Estructura del invernadero recubierta de placas de policarbonato.

3.2.2 Estructura interna

Nuestro invernadero tendrá una estructura interior subdividida en cuatro áreas diferentes según los cuatro cuadrantes, divididos por un pasillo central vertical de 2 metros de ancho que cruza todo el invernadero junto a otro central transversal de 3 metros. En cada cuadrante tendremos 6 hileras de cultivo hidropónico. La distribución descrita la podemos ver en la *Figura 3.6* de simulación 3D.



Figura 3.6 Distribución interior del invernadero, vista desde el pasillo central.

Para la entrada principal dispondremos de una puerta corredera formada con la misma estructura que el invernadero, con acero y policarbonato. De esta forma no supondrá un cambio de estructura y aunque sea puesto de entradas y salidas nos proporcionará la misma claridad y luminosidad que el resto del invernadero.

Además, dispondremos de dos puertas de emergencia situadas en el centro de la parte trasera y lateral que estarán situadas a un máximo de 25 metros entre ellas, tal como indica el código de protección contra incendios para las salidas de emergencia. Las características descritas las podemos ver en simulación 3D de la *Figura 3.7*.

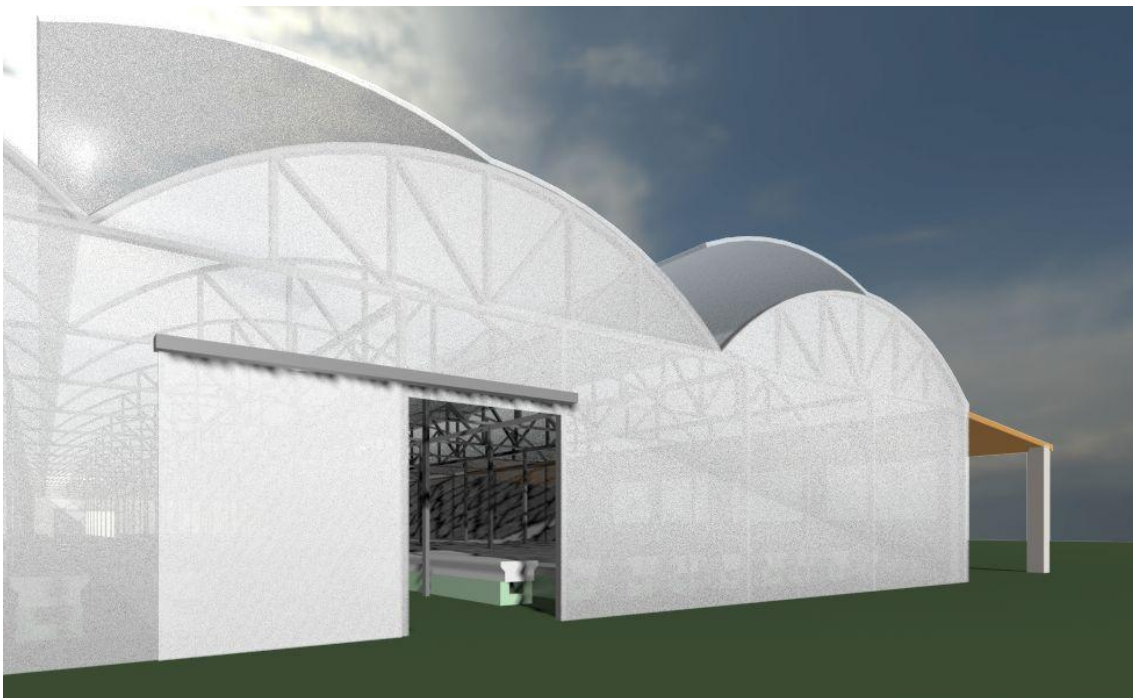


Figura 3.7 Accesos del invernadero

3.2.3 Cultivo elegido

Para poder hacer una estimación de la amortización de nuestras instalaciones, nos hemos centrado en el cultivo de tomates, aunque el invernadero que diseñamos está preparado para poder cultivar distintos productos simultáneamente, ya sea mediante los cuadrantes diferenciados, o mediante la elección de cultivo programado.

Hay diferentes variedades de tomates que pueden adaptarse a medios hidropónicos. La ventaja de los tomates es que toleran las condiciones de invernadero. La tomatera, *Solanum lycopersicum*, es una planta de la familia de las solanáceas (Solanaceae) originaria de América y cultivada en todo el mundo por su fruto comestible, llamado tomate. Dicho fruto es una baya muy coloreada cuando madura, típicamente de tonos que van del amarillento al rojo, debido a la presencia de los pigmentos licopeno y caroteno. Posee un sabor ligeramente ácido, mide de 1 a 2 cm de diámetro en las especies silvestres, y es mucho más grande en las variedades cultivadas. La producción de tomates toma alrededor de 90-100 días desde la germinación hasta el primer fruto. Después de esto la producción es continua por 10 a 11 meses. Esa es la ventaja de utilizar un sistema hidropónico en un invernadero con sistema de clima controlado donde la producción puede extenderse todo el año, y se recomienda para sistemas de invernadero que las plantas se remplacen cada 5 meses donde la producción ha alcanzado su nivel máximo. Cada 5 meses se deben de tener plantas listas para seguir el ciclo de producción ininterrumpido. El pH recomendado para la producción debe ser entre 6.0 y 6.3.

La temperatura óptima oscila entre los 22 y 30 °C durante el día y entre 10 y 16 °C durante la noche. Las temperaturas superiores a los 35 °C afectan la fotosíntesis y el desarrollo de los óvulos fecundados y, en consecuencia, afectan el crecimiento de los frutos. Por otro lado, las temperaturas inferiores a 12 °C afectan adversamente el crecimiento de la planta. Las temperaturas son especialmente críticas durante el período de floración, ya que por encima de los 25 °C o por debajo de los 12 °C la fecundación no se produce. Durante la fructificación las temperaturas inciden sobre el desarrollo de los frutos, acelerándose la maduración a medida que se incrementan las temperaturas. No obstante, por encima de los 30 °C (o por debajo de los 10 °C) los frutos adquieren tonalidades amarillentas perdiendo por ello los nutrientes y el sabor característico producto del licopeno.

La humedad óptima oscila entre 60% y 80%. Con humedades superiores al 80% incrementa la incidencia de enfermedades en la parte aérea de la planta y puede determinar, además, el agrietamiento de los frutos o dificultades en la polinización ya que el polen se apelmaza. En el otro extremo, una humedad relativa menor al 50% dificulta la fijación de los granos de polen al estigma, lo que dificulta la polinización.

La luminosidad tiene que ser muy buena o de lo contrario los procesos de desarrollo y maduración de plantas y de los frutos pueden verse negativamente afectados.

Solución Nutrición óptima para el tomate:

Tabla 2. Solución nutritiva de micronutrientes del tomate en un sistema hidropónico

Elemento	Concentración (ppm)	Compuesto químico (productos P.A.)
B	0,44	Ácido bórico
Mn	0,62	Cloruro de Mn
Cu	0,05	Cloruro de Cu
Mo	0,03	Trióxido de Mo
Zn	0,09	Sulfato de Zn

[Tabla extraída de <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate1.htm>]

Debemos controlar al 100% todas las cantidades de elementos y compuestos que le proporcionamos al cultivo, ya que en lugar de corregir el problema cuando aparezca hay que prevenir para evitar problemas de nutrición y producción.

Los objetivos del cultivo sin suelo se centran en eliminar el vertido de los lixiviados y con ello evitar la contaminación de los suelos y de los acuíferos y contribuir de forma favorable en el ahorro de agua en zonas de cultivo caracterizadas por condiciones de semi aridez con escasez de recursos hídricos al reutilizar toda o parte del agua lixiviada.

La elección de un sustrato queda sujeta a la disponibilidad del mismo, a la finalidad de la producción y especie cultivada, experiencia de manejo, posibilidades de instalación y condiciones climáticas.

En la siguiente tabla podemos ver ensayos con variedades de tomate en España, donde podemos observar las variedades del cultivo, el sustrato óptimo, el tipo de invernadero, la producción total por m², el ciclo de producción y la Conductividad Eléctrica del agua en deciSiemens por metro.

Tabla 3. Ensayo hidropónico de cultivo de tomate con distintos sustratos

Ensayo con variedades de tomate en españa					
Ensayo	Sustrato	Invernadero	Producción total (kg/m ²)	Ciclo (días)	C.E. agua (dS/m)
Tomate Daniela	Perlita	Parral	12	167	1.05
Tomate Rambo	Lana de roca	Parral	16	249	2.60
Tomate Rambo sist. recirc.	Perlita	Multitúnel con calefacción apoyo	19.3	231	0.50
Tomate Durina sist. recirc.	Arena	Multitúnel con control climático	23	210	1.30
Tomate Durina sist. recirc.	Lana de roca	Multitúnel con control climático	21	210	1.30
Tomate cv. Brillante sist. recirc.	Perlita	Multitúnel con calefacción	13.2	119	0.90-1.5
Tomate cv. Brillante sist. recirc.	Lana de roca	Multitúnel con control climático	13.4	119	0.90-1.5
Tomate cv. 322 sist. recirc.	Arena	Multitúnel con control climático	18.4	253	1.2-1.6

[Tabla extraída de <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate2.htm>]

A modo indicativo, cifraremos un consumo de agua en las condiciones más desfavorables de verano, y cultivo en plena producción de tomate, de 5-6 l/m²/día. Nunca deberá estar el cultivo más de un día sin suministro de agua.

3.2.3.1 Legislación Aplicada

Para conseguir un cultivo ecológico deberemos cumplir el reglamento (CE) No 1991/2006 sobre agricultura y ganadería ecológica. Junto a esta, deberemos tener en cuenta la ley 17/2008, de 23 de diciembre, de Política Agraria y Alimentaria.

3.3 INSTALACIONES

Para obtener un máximo rendimiento del invernadero y el cultivo, es necesario controlar parámetros como la temperatura, ventilación, humidificación, luz y nutrientes. Para ello vamos a diseñar las instalaciones necesarias para conseguir las condiciones óptimas para el cultivo.

En el invernadero instalaremos todos los elementos necesarios para poder controlar y conseguir un rendimiento máximo de cualquier cultivo que deseemos plantar. Hay que tener en cuenta que es posible que las condiciones cambien según el cultivo que tengamos, por ello dispondremos de una pantalla con interface SCADA donde podremos controlar las variables descritas, y que podremos ver su programación en el capítulo 6.

A continuación vamos a describir las instalaciones que necesitaremos y en los siguientes apartados vamos a ver la información más detallada de cada uno de los puntos.

3.3.1 Instalación eléctrica

Necesitaremos suministro eléctrico para el control del invernadero, el funcionamiento de motores y componentes eléctricos y alumbrado, además de tener tomas de corriente en los vestuarios y cobertizo para cualquier conexión de aparatos que necesitemos.

Teniendo en cuenta los aspectos medioambientales y de autosuficiencia del proyecto hemos elegido para la instalación eléctrica en nuestro invernadero la energía solar fotovoltaica. Este tipo de energía nos ahorrará la dependencia de la compañía eléctrica.

De esta forma, situaremos los módulos fotovoltaicos junto al invernadero para obtener de forma eficiente y poco costosa la electricidad necesaria para el correcto funcionamiento de las instalaciones.

En estos casos, surge la duda de su correcto funcionamiento en días nublados o al tener una mayor demanda de luz artificial en momentos que no hay luz solar o al inerves. La solución a este problema es la instalación de baterías según los circuitos que detallaremos mas adelante y un equipo electrógeno conectado al sistema, para posibles emergencias.

3.3.1.1 Legislación Aplicada

Es la parte de la instalación de nuestro invernadero en la que no interviene la red de distribución, todos los conductores serán de cobre y regulados por la ITC-BT-11. Los cables serán del tipo 0.6/kv y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador, independiente y debidamente tensado o también mediante la utilización de un conductor neutro fiador con una adecuada resistencia mecánica y debidamente calculado para esta función.

Todos los apoyos irán provistos de elementos adecuados que permitirán la sujeción mediante soportes de suspensión o de amarre, indistintamente. Las distancias en altura, proximidades, cruzamientos y paralelismos cumplirán lo indicado en la ITC-BT-06.

Para la instalación de sistemas solares térmicos y componentes deberemos cumplir con la Norma UNE-EN 12975-1:2006+A1:2011. También para los captadores solares.

3.3.1.2 Energía solar fotovoltaica

Tal como podemos ver en la imagen *Figura 3.8*, los módulos fotovoltaicos captan los fotones de los rayos solares transformándolos en una corriente continua de electrones, esto es electricidad. Esta electricidad se almacena en las baterías, de modo que podamos disponer de ella en el momento que queramos. Usando un regulador solar (regulador de carga), controlaremos la carga de las baterías alargando así su vida y evitando gasificaciones y deterioros.

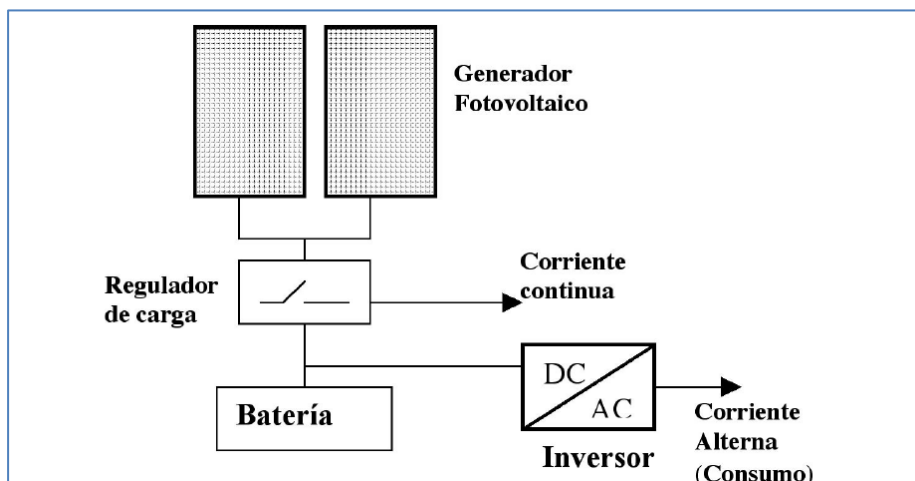


Figura 3.8 Esquema simple de instalación fotovoltaica aislada

Para ello, y tal como vemos en la *Figura 3.8*, necesitaremos los siguientes equipos: Placas fotovoltaicas, Soportes, sistema de regulación, batería y un inversor, características de los cuales vamos a ver más adelante. Además, también tendremos en cuenta un equipo electrógeno de soporte.

3.3.1.3 Subdivisión de la instalación

La instalación de las placas fotovoltaicas se realizará en el techo del cobertizo que se encuentra junto al invernadero, de forma que podamos crear una instalación con los elementos necesarios cercanos y no nos suponga una pérdida de espacio. Si tratáramos de una vivienda o edificio podríamos realizar la instalación encima de ella, pero al tratarse de un invernadero crearíamos sombra dentro de él.

Para evitar que en un momento de avería o perturbación en las instalaciones se vea afectado todo el sistema, subdividiremos las conexiones de las placas fotovoltaicas en diferentes grupos según los equipos instalados en cada uno de ellos, para conseguir la tensión necesaria y la potencia en todo momento. Para ello, también tendremos los dispositivos de protección de cada uno de los circuitos preparados y coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

3.3.1.4 Legislación Aplicada

Para toda la instalación seguiremos el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002), las Instrucciones Técnicas Complementarias necesarias, las cuales nombraremos a continuación:

Para los dispositivos generales e individuales de mando y protección seguiremos lo reglamentado por la ITC-BT-17 y para las instalaciones de enlace y derivaciones individuales seguiremos la ITC-BT-15.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento 450/750V siguiendo con la normativa ITC-BT-15 y se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT 19. Discurrirán por el interior de tubos empotrados o en superficie con un grado de resistencia a la corrosión 3, tal como indica la ITC-BT-21 destinada a locales húmedos.

Las instalaciones interiores o receptoras junto a los sistemas de instalación seguirán lo establecido por la normativa ITC-BT-20. Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

La resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica seguirá la normativa ITC-BT-19, teniendo en cuenta que la determinación de las características de la instalación deberá efectuarse de acuerdo con lo señalado en la Norma UNE 20.460 -3.

Las conexiones seguirán lo indicado por la ITC-BT-21 destinada a locales húmedos y la ITC-BT-20 destinada a instalaciones interiores o receptoras.

Para las protecciones de la instalación seguiremos lo indicado por la ITC-BT-22, junto a la ITC-BT-30 de instalaciones en locales de características especiales.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60.598 y UNE-EN 50.107.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Para la reglamentación sobre la seguridad en caso de incendio y ahorro de energía seguiremos el Código Técnico de la Edificación con los siguientes reglamentos:

Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

3.3.2 Alumbrado

Para el alumbrado del invernadero y del cobertizo usaremos la tecnología LED, de forma que podamos controlar el contorno del invernadero y proveer nuestros cultivos de la luz necesaria en cada tipo de plantas con el fin de obtener una producción rápida y mayor.

Con el uso de iluminación adicional, la duración del día puede ser ampliada, ya que el cultivo debe tener 18 horas de sol y en invierno estas condiciones no se pueden satisfacer naturalmente. Hay que tener en cuenta que hay plantas, sobre todo aquellas que tienen

flor y no tanto las hortalizas, que para que den fruto o salga una flor, es necesario unas determinadas horas de luz.

Con este tipo de iluminación y el control del sistema podremos crear las interrupciones nocturnas necesarias o bloquear y desbloquear la luz artificial cuando más nos convenga. Además, necesitaremos un sensor de luminosidad que será el que nos indicará en cada momento la luz necesaria para el tipo de cultivo que tengamos en cada momento del día y estación del año.

Para ver más información sobre el sistema de luminarias LED, ver *Anexo II* de comparativa de alumbrado.

3.3.2.1 Subdivisión de la instalación

Para evitar que en caso de avería de un grupo de luminarias, nos quedemos sin luz en todas las instalaciones, haremos una separación de líneas, tal y como veremos de forma mas detallada en el capítulo de cálculos en el apartado eléctrico.

De esta forma, el invernadero constará de 12 líneas distintas principales de las que colgarán en algunos casos los alumbrados de emergencia. Además, el cobertizo estará dividido en dos zonas, según el alumbrado de lavabos y almacén, o el alumbrado de la sala de control y maquinaria.

3.3.3 Instalación térmica

Necesitaremos instalación térmica para satisfacer las necesidades de agua sanitaria en vestuarios y baños. Al tener un invernadero autosuficiente, conseguiremos ACS mediante colectores solares con un termosifón de 300 litros cada uno.

Teniendo en cuenta los aspectos medioambientales y de autosuficiencia del proyecto hemos elegido para la instalación térmica en nuestro invernadero la energía solar térmica. Este tipo de energía nos ahorrará la dependencia de las subidas o bajadas del precio de la compañía del gas.

Para ello, necesitaremos los siguientes equipos: actuadores, acumulador y bomba unidireccional, características de los cuales veremos detalladas mas adelante.

Para este tipo de instalaciones surge la duda de su correcto funcionamiento en días nublados o al tener una mayor demanda de agua caliente en momentos que no hay luz solar o al inerves. La solución a este problema es la instalación de acumuladores, ya incorporados en el mismo captador.

3.3.3.1 Energía solar térmica

Los sistemas de energía solar térmica utilizan los rayos solares para obtener agua caliente. Unas placas especiales, denominadas colectores, concentran y acumulan el calor del Sol, y lo transmiten a un fluido que queremos calentar, en este caso agua.

Las aplicaciones más extendidas de esta tecnología la obtención de agua caliente sanitaria (ACS), la calefacción por suelo radiante y el precalentamiento de agua para procesos industriales. En nuestro caso, necesitaremos la instalación para los dos primeros casos. El esquema de funcionamiento lo podemos ver en la *Figura 3.9*.

Instalando este tipo de sistema ahorraremos en combustible y en dinero, además de aprovechar las distintas ventajas de este sistema como la reducción de gases producidos por efectos invernadero y la reducción de la dependencia energética.

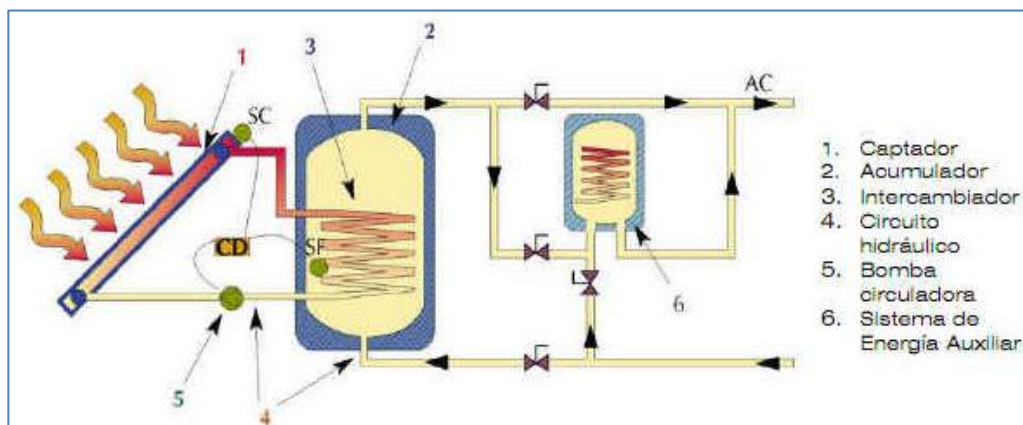


Figura 3.9 Esquema de funcionamiento de la energía solar térmica

3.3.3.2 Subdivisión de la instalación

Esta instalación nos permitirá obtener agua sanitaria para los baños y duchas del cobertizo, destinada a los operarios. En ningún caso estará destinada al cultivo. La instalación geotérmica nos aportará robustez al sistema ya que en caso de condiciones meteorológicas adversas, podremos dar uso de ella.

3.3.4 Calefacción

El sistema de calefacción será para proporcionar la temperatura óptima según el calendario y las condiciones climatológicas externas, y lo haremos mediante una instalación de suelo radiante que pasará por debajo de cada una de las macetas de cultivo. Este modelo nos proporcionará la temperatura deseada para el cultivo a la vez que nos creará un clima determinado en cada momento.

Esta instalación la haremos mediante el uso de energía geotérmica, la cual nos aportará innovación y bajo coste a largo plazo. Además de la independencia de las compañías de servicios, nos proporcionará una temperatura de partida constante, que podremos aprovechar para calentar o refrigerar.

Obviamente, se intentará conseguir la temperatura ideal sin necesidad de encender la calefacción, mediante mallas situadas en la parte más alta del interior del invernadero para mantener una temperatura estable a lo largo de todo el día, o bien cerrando las cubiertas de ventilación para incrementar la temperatura, si el cultivo lo requiere.

3.3.4.1 Geotermia

Para conseguir la climatización del invernadero utilizaremos energía geotérmica. Esta energía, permite un gran ahorro energético y gracias a las características de ésta, conseguiremos alcanzar la temperatura deseada en un menor tiempo, en comparación con otras energías. Además, es una energía estable ya que la temperatura interna de la tierra no varía según la época del año o momento del día, por lo que siempre partiremos del mismo punto, ya sea para incrementar la temperatura como para descenderla.

Así pues, instalaremos el equipo necesario para lograr llegar a la temperatura deseada. Para ver más información sobre este tipo de energía, ver *Anexo II* de comparación de energías renovables.

3.3.4.2 Legislación Aplicada

Legislación Europea COM (2005) 627 final, diciembre de 2005. Comunicación de la Comisión sobre el apoyo a la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables.

Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (BOE nº 23, de 26/01/08).

Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (BOE nº 126, de 20/05/07).

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.

Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería (BOE nº 295, de 11/12/1978 y BOE nº 296, de 12/12/1978).

3.3.4.3 Parámetros de funcionamiento

La calefacción debe garantizar en todo momento la temperatura precisa para cada planta. Por ello tendremos que automatizar el sistema de calefacción y controlar en todo momento la temperatura real a la que se encuentra el invernadero. Los parámetros de la temperatura a la cual debe estar la planta conreada en ese instante, vendrá dada mediante la interface SCADA, situada en la sala de control del cobertizo, en la cual podremos observar y modificar los parámetros deseados.

Para la instalación usaremos el método de suelo radiante. El suelo radiante se construye mediante unos tubos por los que circula agua a una temperatura predefinida según las necesidades del cultivo en ese preciso momento. Este sistema de calefacción es muy efectivo puesto que las cubetas están en contacto con el suelo y la transmisión de calor es mucho más directa de esta forma que con radiadores o aire caliente. Además hemos de tener en cuenta que es un sistema uniforme, es decir, el calor llega por igual a todas las plantas. Hay que matizar que dichas tuberías solo se encontrarán debajo de las cubetas, hecho que logrará reducir el coste económico de la calefacción necesaria.

En la *Figura 3.10* observamos la distribución de la temperatura por calefacción y por suelo radiante.

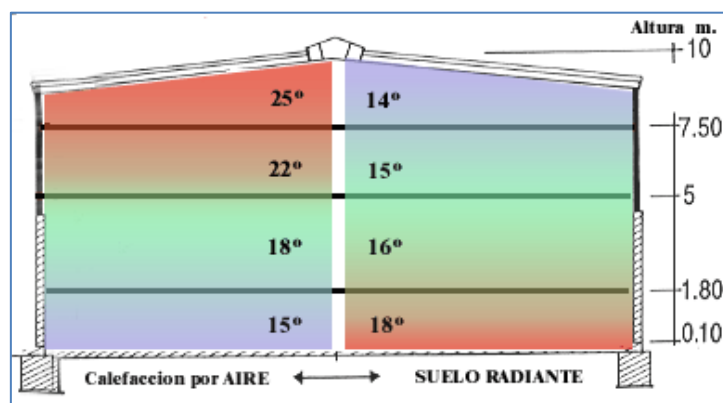


Figura 3.10 Distribución de temperatura según modelo de calefacción.

Como se observa en la imagen, el calor tiende a subir por la diferencia de densidad. El aire frío tiene una densidad superior al aire caliente haciendo así que el calor tienda a irse a las zonas más altas de la instalación. En el caso del suelo radiante, el calor proviene del suelo y al tender a irse a las zonas más altas conseguimos que tengamos unas temperaturas superiores en las zonas inferiores de la instalación, que es donde nos interesa tenerla puesto que las cubetas están arras de suelo.

Al ser el calor más directo, la temperatura de agua que pasa por el serpentín de tuberías por el suelo, es mucho más baja que la de los radiadores.

Tenemos diferentes tipos de instalación de suelos radiantes:

- **Distribución en Serpentín:** La tubería entra por una parte de la instalación y va avanzando en líneas paralelas hacia la otra parte de la instalación. Este sistema tiene como inconveniente que el agua que circula por los tubos cuando acaba con el recorrido la temperatura del agua es inferior a cuando empezó. Esto crea una pequeña variación de temperatura entre el principio y el final, del sistema.
- **Distribución en doble Serpentín:** El funcionamiento es idéntico al anterior explicado con la ventaja de que al ser doble serpentín el agua no tiene variación de temperatura entre el principio de la instalación y el final.
- **Distribución en Espiral:** Es el sistema que ofrece una temperatura más regular a lo largo de la instalación. La construcción se empieza en un extremo de la nave y se avanza en espiral hacia el centro, dejando espacio para que el tubo vuelva a salir por el mismo sitio.

Para el invernadero utilizaremos la distribución en Serpentín, ya que a pesar de que sea el que más inconvenientes tenga, es el que nos es más rentable y como para su colocación, puesto que solo pondremos tubos en aquella parte donde luego vayan a situarse las cubetas con las plantas a cultivar.

3.3.4.4 Requisitos de la instalación

Para empezar la instalación del sistema de calefacción, es necesario limpiar la superficie del suelo del invernadero, asegurándonos de que no exista ningún objeto punzante que pueda estropear la lámina aislante o el cable calefactor. Posteriormente pasaremos a colocar la lámina aislante cubriendo toda la superficie, para evitar fugas no deseadas de calor. Es importante que no quede ningún trozo sin poner lámina. Una vez acabada la preparación del suelo pasaremos a colocar las guías con una separación aproximada de entre 1 metro o 1.5 metros. Una vez situadas las guías realizaremos el entramado de la tubería, procurando que no se cruce con otros cables electros. En caso de que los hubieran, éstos, han de estar lo más cerca posible a las paredes y estar recubiertos por mortero.

Al finalizar el entramado de la tubería es necesario poner mortero encima de todo esto entramado, con un grosor de 40 mm. Una vez fraguado el mortero, pasaremos a poner el cemento cola para asentar el pavimento. Es muy importante que el suelo repose durante un periodo de entre 15 y 20 para evitar que el suelo se agriete.

El esquema de la instalación del suelo radiante es el que se muestra en la *Figura 3.11*.

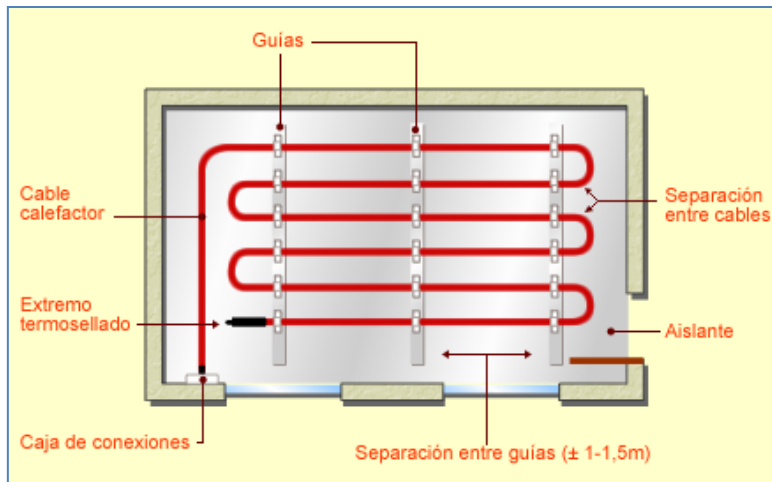


Figura 3.11 Esquema general de instalación de suelo radiante

Para conseguir calentar el agua utilizaremos la energía geotérmica explicada anteriormente, aunque también tendremos la instalación de un colector solar como sistema de apoyo. Éste, calentará el agua en caso de ayuda a la geotermia y gracias a una bomba impulsaremos esta agua por todo el circuito de suelo radiante, consiguiendo así calentar el invernadero. En la *Figura 3.12* se muestra como obtenemos el calor en esta caso de emergencia.

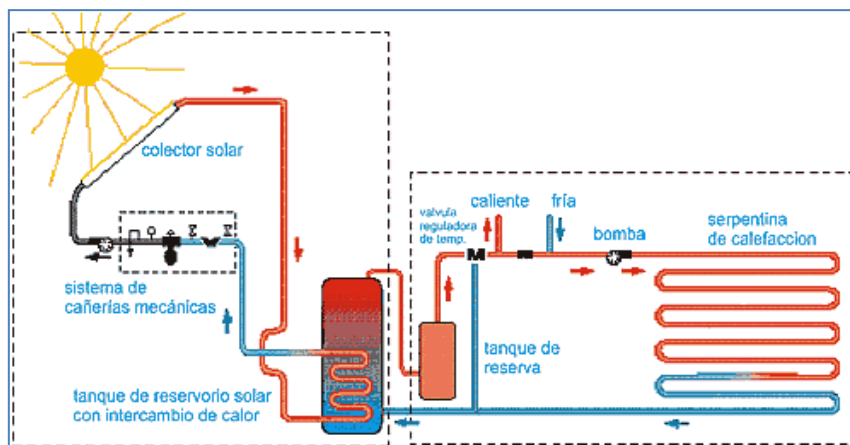


Figura 3.12 Sistema de colectores solares para suelo radiante

Para instalar el suelo radiante hay que tener en cuenta que se necesita una altura de 6 cm, dato que hay que tener en cuenta a la hora de crear el proyecto. Los 6 cm de alto que se necesitan son debido al grosor de los tubos y al posterior recubrimiento necesario.

Los tubos calefactores que utilizaremos para la instalación son de polietileno reticulado. Material con la capacidad de soportar la circulación continua de agua caliente. El panel aislante será en rollo de marca Barbi, puesto que están recubiertos por tres capas el Papel Kraft, Film de Aluminio y Film de polietileno. Teniendo la capa principal de polietileno de alta densidad para así soportar el peso del mortero y del pavimento. Además dispone de una cinta autoadhesiva lateral que mantiene el aislamiento evitando con mayor precisión la posible fuga de calor.

3.3.5 Refrigeración

La ventilación del invernadero vendrá dada por unas ventanas situadas en la parte superior y lateral del invernadero, las cuales tendremos automatizada su apertura o cierre según la señal climatológica de viento o lluvia que nos indique la estación meteorológica instalada en la parte superior del mismo.

Para la refrigeración del invernadero utilizaremos tres métodos:

Apertura de ventanas: Este método consiste en abrir las ventanas situadas en la parte lateral del invernadero y la cubierta, en caso que sea necesario.

Refrigeración por aspersion: Humidificación del invernadero con agua fría.

Mallas: Tenderemos una malla en la parte superior interior del invernadero con la que crearemos sombra.

Ventiladores: Instalaremos dos ventiladores para regenerar el aire del invernadero.

3.3.5.1 Subdivisión de la instalación

3.3.5.1.1 Refrigeración con ventanas

Para que haya una ventilación dentro del invernadero, éste dispone de unas ventanas laterales las cuales se abrirán o cerraran, según la temperatura que tengamos dentro del invernadero y la programación deseada. Para saber la temperatura que tenemos dentro del mismo usaremos la estación meteorológica, y basándonos en esta medida y en las condiciones climatológicas que tenemos en el exterior, tomaremos la decisión de abrir o no las ventanas laterales y la cubierta.

De todas formas, es aconsejable abrir las ventanas s para la renovación de aire dentro del invernadero siempre y cuando las condiciones de viento y lluvia nos lo permitan.

3.3.5.1.2 Refrigeración por aspersion

Mediante agua fría y a través de los aspersores, conseguiremos reducir la temperatura dentro del invernadero en aquellos momentos en los cuales la obertura de las ventanas no sea posible debido al tiempo o porque aun abriendo las ventanas no conseguimos reducir la temperatura lo suficientemente.

La instalación que utilizaremos para la refrigeración por aspersores, es la misma instalación requerida para la humidificación del invernadero, por ello la instalación será explicada en ese punto.

3.3.5.1.3 Refrigeración por mallas de sombreado

Esta técnica es una de las más usadas en la práctica. Ésta consiste en reducir el porcentaje de radiación fotovoltaica mientras que el infrarrojo corto llega en exceso a los cultivos. Para este tipo de invernadero utilizaremos un sistema dinámico que permite el control de la radiación solar en función de las necesidades climáticas, que nos vendrán dadas por el sistema de automatización que instalaremos en el invernadero.

3.3.5.1.4 Refrigeración por ventilación

Vamos a instalar dos ventiladores centrífugos en la parte del invernadero que está unida al cobertizo de forma que podamos crear una ventilación forzosa de aire caliente hacia las ventanas superiores.

3.3.6 Suministro de agua

El suministro de agua vendrá dado por un pozo natural ubicado en la misma finca. Para poder realizar el correcto control de la aportación nutritiva del cultivo, mediante agua, tendremos un depósito dentro del cobertizo con agua saneada y filtrada.

El riego irá por unas cañerías a lo largo de las cubetas repartiendo el agua por todas las plantas mediante el sistema de goteo. El agua tendrá una solución específica, muy controlada para obtener los mejores resultados posibles.

Para controlar esta solución hay que tener en cuenta el tipo de cultivo y la salinidad de la planta, es decir la capacidad de la planta para absorber las sales minerales que añadimos al agua.

Para la instalación de agua necesitaremos dos bombas de agua. Una para enviar la concentración nutritiva (mezcla de nutrientes con agua) hasta donde tenemos las cubetas con los diferentes cultivo. Una vez el agua ha sido utilizada para el cultivo, esta agua queda con una salinización demasiado alta, por ello es necesario que pase por un filtro con el que trataremos el agua para poder reutilizarla. Por ello, a la salida del filtro tendremos la segunda bomba que enviará el agua, ya desalinizada, hasta el depósito de agua donde volveremos a reaprovecharla.

3.3.6.1 Legislación Aplicada

La Legislación Aplicada general proviene de un bidón de agua situado en el cobertizo, impulsada por la bomba hasta las instalaciones. La normativa vigente a seguir para la instalación de agua es:

RITE. Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, RD 1027/2007
 CTE. Código Técnico de la Edificación, RD 314/2006
 Norma Básica de Instalaciones Interiores de Agua del Ministerio de Industria y Energía. Orden del 9 de diciembre de 1975.

Todas las cañerías y elementos que formen parte de la instalación de agua seguirán las normativas UNE, en cuanto a tolerancias, características mecánicas y condiciones técnicas de suministro. Condiciones de la instalación AGUA:

Siguiendo las recomendaciones del CTE sobre velocidad máxima en cañerías, se coge para el dimensionado de estas una velocidad máxima de 2m/s.

3.3.6.2 Subdivisión de la instalación

3.3.6.2.1 Criterios de recorrido

Todas las tuberías de la instalación, excepto las del goteo, irán enterradas hasta las proximidades del invernadero donde se ubicará un contador y una llave de paso. En la *Figura 3.13* que se muestra a continuación se observa el recorrido de las tuberías que irían enterradas en el caso real.

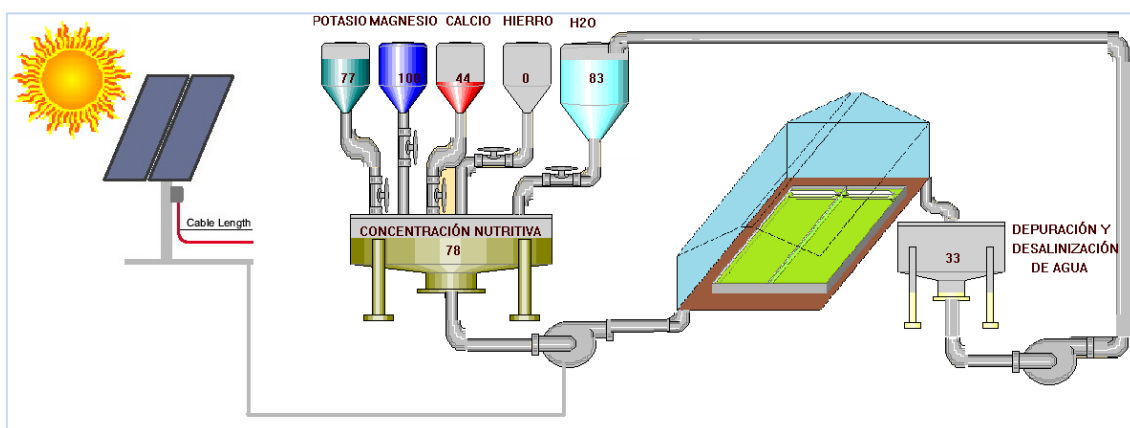


Figura 3.13 Esquema básico del recorrido de las tuberías

3.3.6.2.2 Criterios de Sujeción

En nuestro caso las tuberías irán enterradas de forma que todas las tuberías estén en el subsuelo del invernadero; con esta característica la instalación de los tubos de polietileno será llevada a cabo gracias a un tratamiento del suelo para el buen apoyo y sujeción de las líneas, puesto que este ha de ser compacto.

La compactación debe llevarse a cabo en capas de 6in hasta la cima de la tubería. Es importante que la compactación no se lleve a cabo encima de la tubería sino al menos un pie de capa de tierra encima de la misma. El relleno final ha de ser de un material libre de vacíos, trozos de arcilla, piedras y cantos rodados más grande de 8 in en su diámetro.

En nuestro caso colocaremos más de una tubería, por ello hemos de prestar una gran atención al espacio entre tuberías que debemos dejar para que se pueda permitir el acceso del equipo de compactación adecuado, tal y como se observa en la *Figura 3.14* que vemos a continuación:

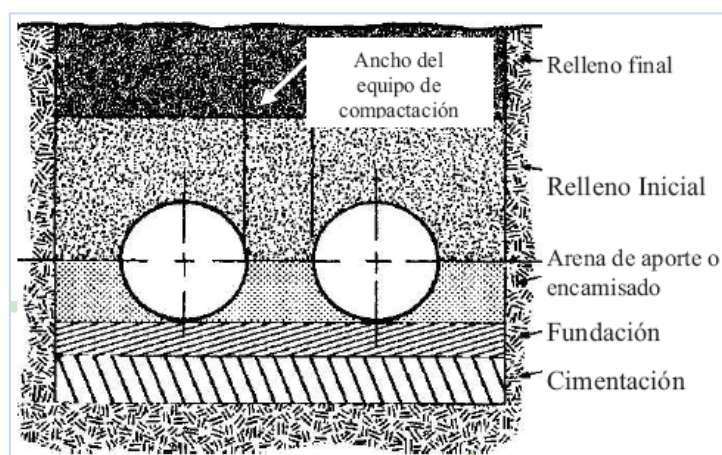


Figura 3.14 Composición del suelo para la correcta instalación de tuberías

Las sujeciones se realizarán con abrazaderas isofónicas de acero galvanizado con junta de goma que impide deterioros de cañerías por su sujeción. Las tuberías horizontales apoyadas son afectadas por su propio peso y volumen. Por ello deben espaciarse los apoyos según al diámetro de la tubería, de su SDR y del peso del fluido en su interior para limitar la deflexión usando un simple análisis de vigas continuas. En la *Figura 3.15* podemos ver, el espacio entre soportes para una tubería.

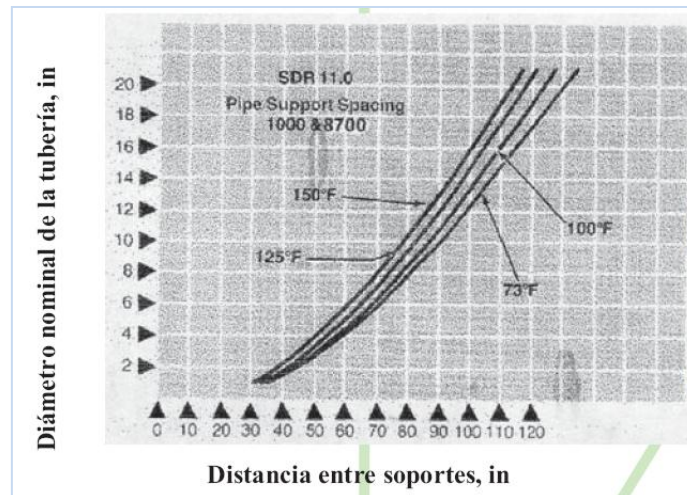


Figura 3.15 Espacio entre soportes para una tubería

3.3.6.2.3 Sistemas de filtrado

El filtro es un elemento imprescindible en cualquier sistema por goteo para evitar posibles averías. En el mercado existen tres tipos de filtros diferentes, tal como podemos ver a continuación y en la *Figura 3.16*.

- **Filtro de arena:** Filtra aquellas sustancias orgánicas como bacterias.
- **Filtro de malla:** Filtra sustancias inorgánicas como arena.
- **Filtro de Disco:** Este filtro cumple las otras dos funciones.

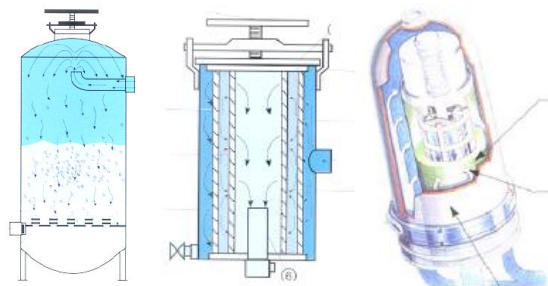


Figura 3.16 De izquierda a derecha: filtro de arena, de malla y de disco.

En nuestro invernadero utilizaremos un filtro de disco, puesto que es el filtro que más protege, y cuyas características veremos especificadas más adelante.

3.3.7 Instalación de riego

Para el invernadero, se ha decidido instalar un riego por goteo auto-compensado integrado. Con el riego por goteo conseguimos la humedad en el sistema radicular aportando gota a gota el agua, en este caso con los nutrientes necesarios, a la planta para su desarrollo óptimo. En este caso el agua se conduce desde el depósito a través de tuberías, al llegar a su destino libera gota a gota justo en el lugar donde se ubica la planta. El agua se infiltra en el sustrato produciendo una zona húmeda. Este espacio que funciona en vertical y horizontal formando lo que se le denomina por su forma, bulbo de humedad. Justo donde se crea éste bulbo es donde se situarán las raíces de las diferentes plantas a cultivar, puesto que las raíces se limitan a crecer en el bulbo de humedad creado, provocando así un mayor grado de aprovechamiento del terreno. El riego por goteo, para que sea eficaz, es necesario utilizar un programador de riego con el que conseguiremos no tener que desplazarnos continuamente hasta el lugar del invernadero y tendremos mayor precisión.

El riego auto-compensado integrado es aquel que compensa la presión en cualquier punto del sistema de riego, es decir, que todos los goteros van a dar la misma cantidad de agua. Este tipo de riego se suele utilizar cuando hay desnivel en el invernadero. En este caso hemos provocado este pequeño desnivel del 1% para un reaprovechamiento del agua.

3.3.7.1 Características de la instalación

3.3.7.1.1 Tiempo de riego

Para saber el tiempo de riego exacto es necesario saber qué tipo de cultivo hay en cada momento. Tal y como veremos en el capítulo de automatización, tendremos una media de riegos de entre 3 y 4 por hora, según las condiciones climatológicas. Es importante tener en cuenta que no nos interesa desperdiciar agua y si el bulbo es demasiado profundo (el riego ha estado demasiado tiempo abierto), el agua no será aprovechada por la planta.

3.3.7.1.2 Distribución de riego

El invernadero lo hemos dividido en 4 secciones que se controlarán de manera aislada y de la misma superficie, para poder sembrar diferentes tipos de cultivos con diferentes necesidades en el mismo invernadero. Todas las tuberías excepto las que suministran los goteros están enterradas.

3.3.7.1.3 Control de humedad

El control de humedad se hará gracias a los sensores que detectarán la humedad ambiental en todo momento. Cuando ésta no esté entre los niveles óptimos para las plantas que se encuentren dentro del invernadero, actuará el humidificador obteniendo así el nivel óptimo en todo momento.

3.4 EQUIPOS NECESARIOS

3.4.1 Paneles

- **Módulos fotovoltaicos TUV4 de la marca GTAI.**

Los generadores que podemos ver en la *Figura 3.17*. Este módulo está formado por 60 células poli cristalinas, de cristal templado con alto nivel de transividad de 3.2mm de espesor. Su caja de conexiones es la QUAD2 IP54. Es de montaje rápido y sencillo mediante el sistema de fijación *hook* – que veremos más adelante. Tiene resistencia a cardas de viento de 2400Pa y hasta 5400Pa de nieve. Tiene además una excelente respuesta en condiciones de baja luminosidad y cumple correctamente con la normativa ISO 9001, 14001 y con las IEC 61215 (Ed.2) y IEC 6173 (Ed. 1).



Figura 3.17 Modulo fotovoltaico TUV4

Sus características técnicas son las mostradas en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	TUV4
Potencia (W en prueba +- 8%)	400 W
Número máximo de células de serie	72
Corriente Punto de máxima potencia (Imp)	5.32 A
Tensión Punte máxima potencia (Vmp)	36.7 V
Corriente en cortocircuito (Isc)	5.75 A
Tensión de circuito abierto (Voc)	44.7 V
PARAMETROS TECNICOS	
Coefficiente de temperatura de Isc (alfa)	0.08 % /°C
Coefficiente de temperatura de Voc (beta)	-0.32 % /°C
Coefficiente de temperatura de P (y)	-0.43 % /°C
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Dimensiones (mm) +-2mm	225 x 225
Peso	9.5 kg

Tipo de célula	Poli cristalina 125 x 125 (5 pulgadas)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 3.2 mm
Marco	Aleación de aluminio pintado en poliéster
RANGO DE FUNCIONAMIENTO	
Temperatura	-40 °C a +85 °C
Carga máxima viento	2400Pa (130 km/Hora)
Carga máxima nieve	5400Pa (551 kg/m3)

Y sigue las siguientes curvas:

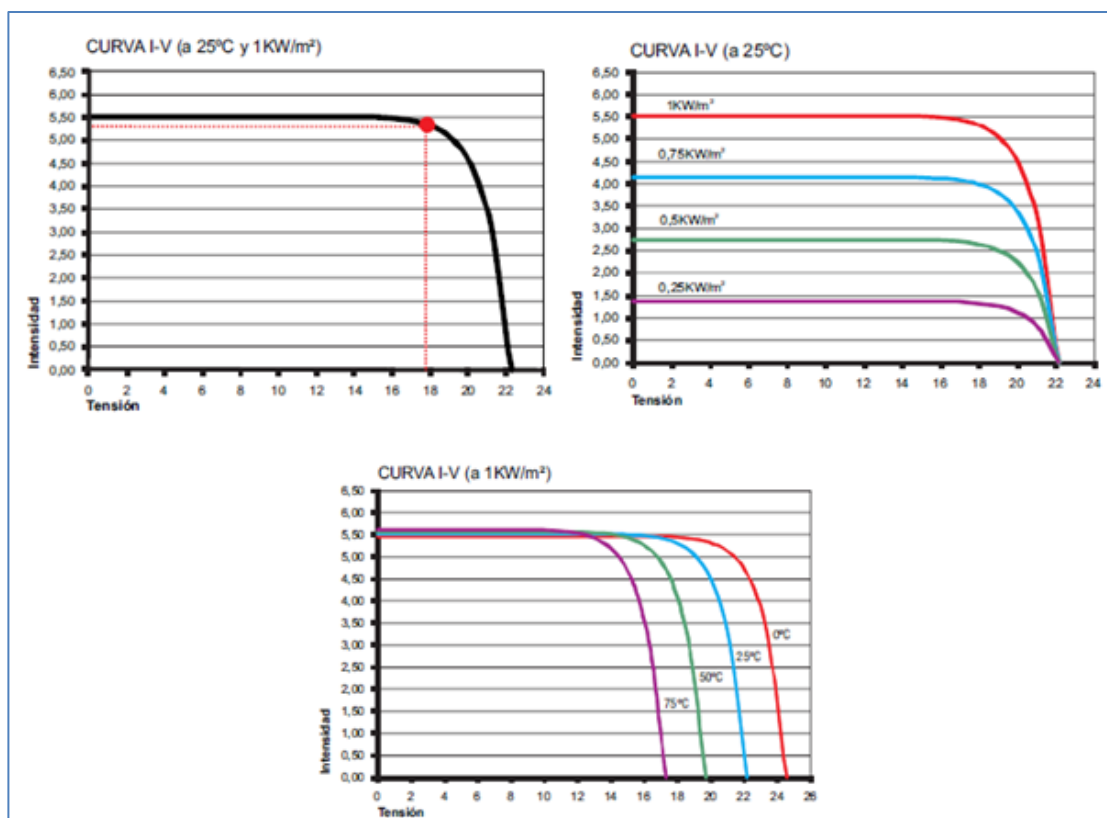


Figura 3.18 Curvas de funcionamiento del módulo fotovoltaico Quad IP54

- **Captador-Acumulador Termosifón Junker**

Para los captadores y acumuladores hemos elegido los de la marca *Junker* Termosifón de 300 litros que podemos ver en la *Figura 3.19*, el cual tiene incorporado encima de los paneles (captadores) un depósito que nos hará de acumulador de forma que esté todo lo máximo compacto para optimizar el espacio. Este modelo se adapta tanto a tejados planos como inclinados y está compuesto por dos captadores FKB-1 S, una estructura de soporte de aluminio, un depósito de 300 litros, y además ya nos proporcionan los accesorios y tuberías de conexión de acero inoxidable para poder dirigir el agua a nuestra instalación.



Figura 3.19 Termosifón 300l de la marca Junker

Sus características técnicas son las mostradas en la siguiente tabla:

GAMA	300 L
CAPTADOR	2 X FKB – 1S
Deposito	TS 300 -E
Tipo de sistema	Indirecto
Intercambiador	Doble envolvente (horizontal)
Capacidad total	300 litros
Volumen acumulación primario	20 litros
Volumen acumulación secundario	280 litros
Presión max. De trabajo primario	2.5 bar
Presión max. De trabajo secundario	10 bar
Diámetro	580 mm
Longitud	1850 mm
Peso vacío	95 kg
Recubrimiento exterior	Acero galvanizado lacado
Revestimiento interior	Doble esmaltado
Tipo de aislamiento	Poliuretano, libre de CFC
Espesor de aislamiento	50 mm

CIRCUITO HIDRÁULICO Y ACCESORIOS	
Material de las tuberías	Acero inoxidable
Tipo de conexión entre captadores	Flexible, en acero inoxidable
Presión válvula seguridad primario	2.5 bar
Presión válvula seguridad secundario	10 bar
OTRAS CARACTERÍSTICAS	
Peso lleno en funcionamiento	530 kg
Distancia entre apoyos (alto por ancho)	920 + 920 mm
Medidas equipamiento montado	Alto x ancho x fondo 1705 x 2320 x 2365 mm
Protección anti-hielo	95

- **Soporte para techo**

Para cada pareja de módulos fotovoltaicos anteriores, necesitaremos un soporte para techo. Estos módulos se aplicarán encima de la zona de aparcamiento habilitada junto al invernadero para hacer menos costosa la instalación. Usaremos la estructura de tipo V que podemos ver en la *Figura 3.20*, y que nos proporciona la misma marca de los módulos fotovoltaicos, Atersa del grupo Elecnor.



Figura 3.20 Soporte V para techo de Atersa

3.4.2 Componentes

- **Pantalla de control**

Este componente será una pantalla táctil con ordenador incorporado tal y como vemos en la *Figura 3.21*, de forma que no tengamos una torre separada de la pantalla, para optimizar el espacio y poder interactuar de forma directa con el programa. Se utilizará para variar y controlar todos los parámetros del sistema, por ello esta pantalla será un dispositivo que encontraremos en todos los apartados pero que será solo una pantalla para controlar todos los dispositivos.

En este equipo será donde tendremos instalado el software Scada utilizado para el control e interacción del operario con los paneles de control del invernadero.



Figura 3.21 Pantalla de control táctil integrado

- **SAI**

Un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) , es un dispositivo que gracias a sus baterías, puede proporcionar energía eléctrica tras un apagón a todos los dispositivos que tenga conectados. Otra de las funciones de los UPS es la de mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a las cargas, filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red en el caso de usar corriente alterna. En nuestro caso, lo usaremos para que esté conectado a la pantalla de control y evitar que esta quede sin alimentación, si en caso de apagada el grupo electrógeno tarda un tiempo en encenderse.

- **PLC Omron modelo Sysmac CJ1M.**

La programación la haremos mediante un Controlador Lógico Programable (PLC), también denominado Automata Programable. En este caso es de la marca Omron y en concreto el modelo Sysmac CJ1M. Lo usaremos para hacer la programación y coordinación de todos los componentes instalados según las variables meteorológicas.

- **Ondulador MABIS**

Para nuestro sistema autónomo también necesitaremos un inversor. Usaremos el inversor Mabis, que podemos ver en la *Figura 3.22*, el cual ha sido diseñado para transformar energía procedente de una batería en corriente alterna sinodal a 230V para sistemas fotovoltaicos autónomos. Además, dispone de entrada de baterías para hacer la regulación de la tensión de estas, de forma que nos proporciona también la función de regulador.

El ondulador elegido, nos proporcionará una potencia de 2000W, que será la deseada para poder agrupar los componentes de forma adecuada según sus líneas de consumo.



Figura 3.22 Ondulador Mabis

Podemos ver sus características en la siguiente tabla:

Modelo	Mabis
ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS	
Potencia Nominal a 20°C	2.000 W
Tensión Nominal de Entrada	115 V
Rango de tensión de entrada (Vdc)	230
Potencia de pico de arranque	+300 %
Intensidad máxima de pico de arranque en DC	150 A
Forma de onda	Senoidal pura
Tensión nominal de salida	220 Vac
Rango tensión de salida	±3%
Frecuencia nominal de salida	50 Hz
Rango de frecuencia de salida	±0.1 Hz
Distorsión Armónica media	< 4%
Rendimiento máximo	93%
Potencia en régimen constante	600 VA
Sensibilidad para arranque automático	9 W
Consumo aprox. En vacío a tensión nominal	0.2 A
Consumo medio en automático	32 mA
Consumo mínimo en automático	25 mA

- **Bombas - Rotor sumergido SB-150XL**

También necesitaremos hacer uso de bombas ya que son elementos que facilitan el transporte Bombas o electrocirculadoras del fluido caloportador desde los colectores hasta el almacenamiento y luego al punto de consumo. Son accionados por un motor eléctrico que suministra al fluido la energía necesaria para transportarlo por el circuito a una determinada presión.

En nuestro caso vamos a usar el rotor sumergido SB-150XL como vemos en la *Figura 3.23* a modo de bomba recirculadora ya que es silencioso, requiere un bajo mantenimiento y se monta la línea con la tubería y el eje horizontal.



Figura 3.23 Rotor sumergido SB-150XL

Las principales características del Rotor Sumergido son:

Modelo	SB-150XL
Cuerpo hidráulico	De latón inalterable a la corrosión.
Árbol del rotor	acero inoxidable
Cojinetes	grafito auto lubricado
Motor	auto protegido contra sobrecargas
Guarda motor	No precisa
Conexión	Directa a la tubería mediante racores
Protección	Integral del motor contra depósitos calcáreos
Protección eléctrica	IP 4 2

Las piezas móviles en contacto con el agua son de material resistente a la corrosión. Incluso para aguas agresivas de pH inferior a 7.

- **Bomba de calor geotérmica reversible (suelo/agua):**

Es una bomba de calor de aire para el calentamiento de agua a alta temperatura, con unidades reversibles calor/frío con gestión de CS con lógica de prioridad. Tiene amplios límites de funcionamiento T° aire externo mínima de -20°C / T° Agua 60°C. Tiene unidades compactas y silenciosas.



Figura 3.24 Bomba de calor geotérmica

Podemos ver los datos técnicos en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS	
Potencia calorífica	10,1 kW
Potencia frigorífica	7,7 kW
COP	3,7
Nº compresores-circ	1-1
Tensión de alimentación	230 V/50 Hz/1 fase
Dimensiones (LxAxH)	1220 x 441 x 1115 mm
Peso	121 Kg
INTERCAMBIADOR	
Caudal secundario	1,73 m ³ /h
Pérdida de carga	1,05 mca
BOMBA CIRCULADORA	
Altura manométrica	4,4 mca
Caudal	1,73 m ³ /h
Vaso de expansión	6 litros

- **Contador de caudal**

El contador elegido, que podemos ver en la *Figura 3.25*, es especialmente indicado para el control y la medida de la red de distribución y/o de grandes consumidores. Proporciona una gran fiabilidad metrológica contando el agua hasta en rangos extremos superiores al caudal máximo. Está preparado para la lectura a distancia y tiene las siguientes características:

Modelo	Elster iberconta H4000I
Calibre	100
Caudal Nominal	180
Pérdida de Carga	0.43
DN	50
Brida	2''
Longitud	200
QN	50



Figura 3.25 Contador Elster Iberconta H4000I

- **Filtros**

El filtro que hemos escogido es el Azud Helix Automatic 4dcl que podemos ver en la *Figura 3.26* y tiene las siguientes características:



Figura 3.26 Sistema de filtrado Azud Helix Automatic 4DCL

El sistema de filtrado consta de dos fases:

Fase de filtrado: El agua al entrar en el filtro se encuentra con la Hélice originando un movimiento helicoidal centrífugo que aleja las partículas de los discos. A través de los discos se realiza el proceso de filtración en profundidad.

Fase de limpieza: El agua filtrada se introduce en sentido contrario a través de la estructura de los elementos filtrantes, descomprimiendo los discos y produciendo el lavado. Los sólidos expulsados de los discos son evacuados por el colector de drenaje. Comienza la fase de filtrado comprimiéndose de nuevo los discos de ambos elementos filtrantes.

Las características del filtro, las mostramos en la siguiente tabla:

MODELO	4 DCL 7/10
Superficie filtrante	20 888 cm ³
Filtro	de discos
Grados de filtrado	desde 5 a 500
Dimensiones (mm)	1840 x 2346 x 1200

- **Sistema de bombeo**

Utilizaremos un sistema de bombeo SMP que incorpora un variador de frecuencia que transforma la CC en CA y además hace un seguimiento del punto máximo potencia del panel fotovoltaico, asegurando de esta forma el mayor rendimiento del sistema. Este sistema se utilizará en la bomba destinada a enviar el agua desalinizada hasta el bidón donde se encuentra el agua que utilizaremos para el regado.

Este hecho se debe a que este sistema, conectado a los colectores solares solo actúa cuando estas están activas. Como esta tolva no se llenará de enseguida, no es necesario que esté en funcionamiento constantemente. En la *Figura 3.27* podemos observar un esquema del sistema a instalar.

Las principales características mecánicas y eléctricas las podemos ver en la siguiente tabla:

Voc max entrada paneles	380 Vcc
Vpmp min entrada paneles	250 Vcc
Tensión e salida del motor en trifásica	0 – 220 Vca
Frecuencia de salida del motor	0 – 60Hz
Potencia máxima motor	2 kW
Linea entrada de paneles	2
IP	54

El esquema de conexionado del sistema de bombeo sería como:

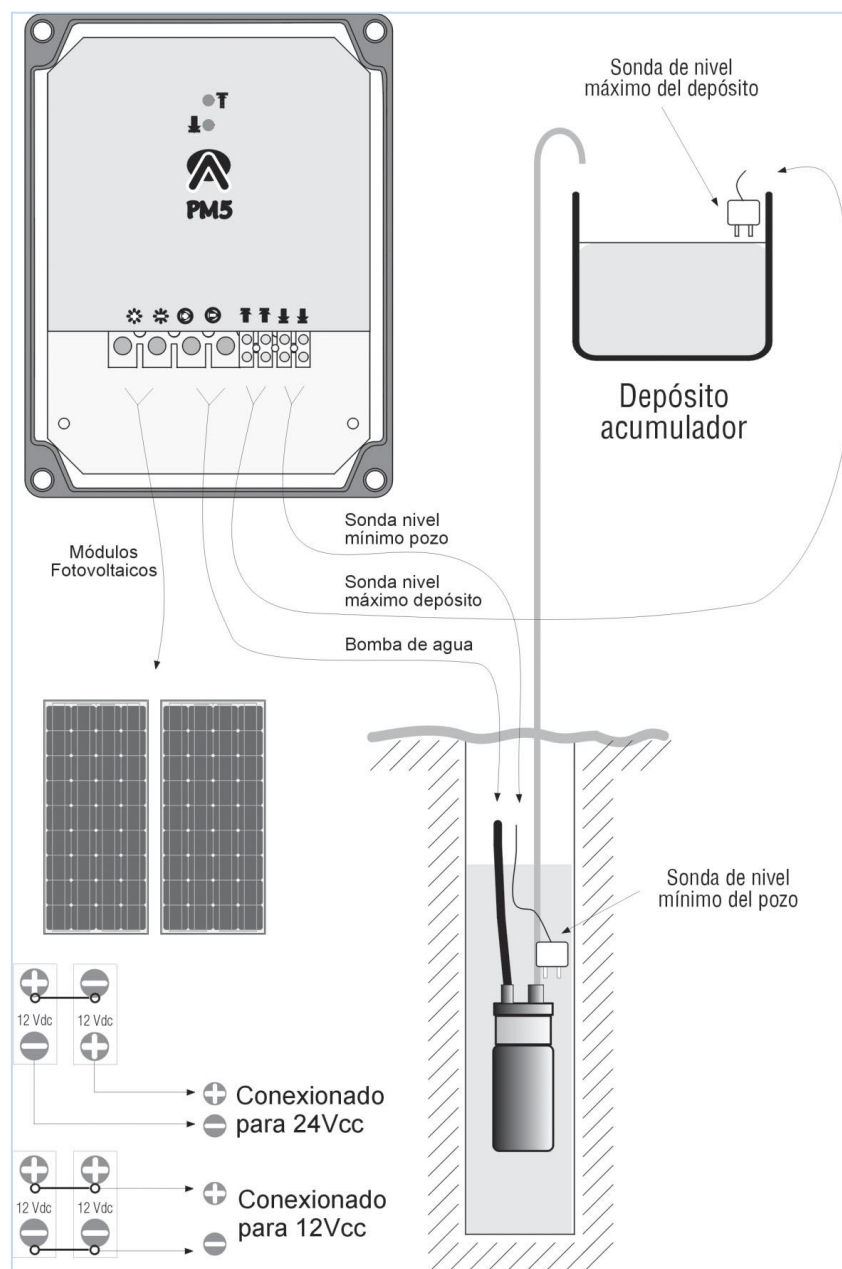


Figura 3.27 Esquema conexionado del sistema de bombeo

- **Válvula Ranal**

Elemento esencial para iniciar o detener el paso del agua con las sales ya administradas. Esta válvula, que podemos ver en la *Figura 3.28*, se situaría justo a la salida del depósito donde se ha acabado de hacer la mezcla de las sales con el agua que se aportará, posteriormente al cultivo.



Figura 3.28 Válvula Ranal

- **Manómetro digital**

Este elemento, que vemos en la *Figura 3.29*, lo utilizaremos para controlar la presión del agua con los nutrientes que estamos suministrando a las plantas.



Figura 3.29 Manómetro

- **Humidificador centrífugo UCV**

La instalación para la humidificación adecuada del invernadero se realiza mediante un humidificador centrífugo UCV. El modelo que hemos elegido es el UCV 52, que podemos ver en la *Figura 3.30*, el cual está provisto de dos motores eléctricos: un motor acciona el grupo humidificador y el otro acciona el ventilador.



Figura 3.30 Humidificador UCV 52

Funciona con agua de la red y el agua no pulverizada se recoge a través de un tubo de desagüe. Las características del humidificador son las que se muestran en la siguiente tabla:

MODELO		UCV 52
Caudal de aire	m ³ /h	3 400 (944 l/s)
Capacidad de humidificación	l/h	36 (972 ml/s)
Potencia	kW	0,510
Alimentación eléctrica	V/Hz	230V 50 Hz
Peso	kg	26,6

Al utilizar un sistema de humidificación, la temperatura disminuye. Este efecto no siempre es deseable, por ello utilizaremos agua caliente para en caso de que deseemos mantener la temperatura del invernadero u agua fría en caso de que la necesidad de utilizar la humidificación sea, la refrigeración del invernadero. Para este procedimiento es necesario tener un termo acumulador que calentará el agua en caso necesario.

Este tipo de humidificadores tienen la particularidad de que no es necesario instalar un filtro, puesto que puede ser alimentado con cualquier tipo de agua potable (no desmineralizada).

- **Profundímetro KNX**

Medidor de nivel KNX con estanquidad IP65 y controlador de llenado Projet Ultrasónico

Fabricante	ARCUS
Referencia	30807001

El modo de utilización es el que podemos ver en la *Figura 3.31* de continuación:

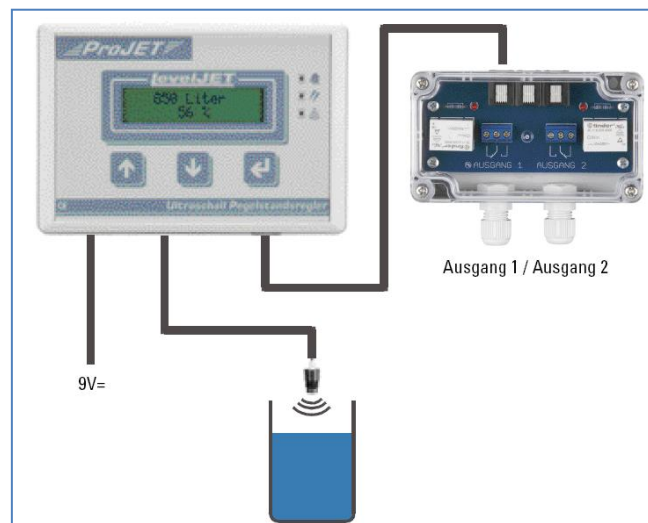


Figura 3.31 Profundímetro KNX

- **Ventiladores**

El ventilador lo haremos funcionar a un régimen de giro constante, tomando valores de diferentes caudales movidos, según sea la pérdida de carga que debe vencerse. Vamos a instalar dos ventiladores centrífugos de baja presión que no alcancen los 70 Pascales. La curva característica la podemos ver en la *Figura 3.32*.

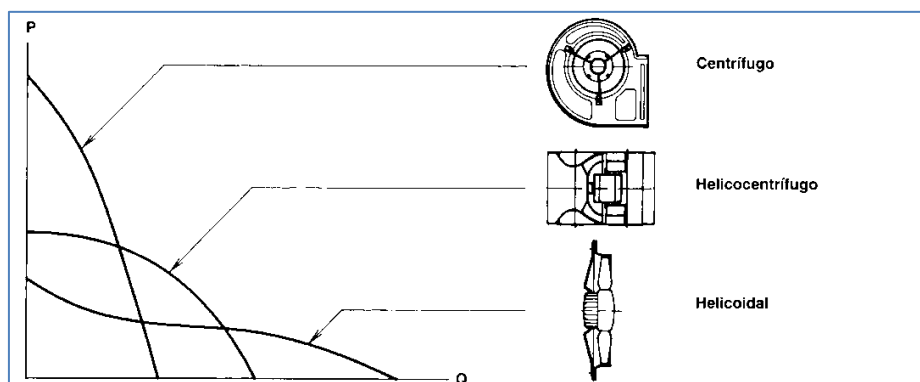


Figura 3.32 Curva característica del ventilador centrífugo.

El aspecto del ventilador elegido es el que podemos ver a continuación, en la *Figura 3.33*, y el cual irá acoplado en la viga del invernadero mediante orejetas de sujeción.



Figura 3.33 Ventilador Cv01268

Y sus características principales, las que vemos en la siguiente tabla:

Modelo	Cv01268 bd 25/25 m6
Marca	Salvador Escoda
Conexión	Cerrado monofásico 220V
Motor	1/6
Velocidades	1
Rpm	900

3.4.3 Materiales de construcción

- **Servomotor**

Este producto es el encargado de sostener la ventana con la apertura que deseamos. Es capaz de sostener una ventana de 35 Kg, cantidad que se adecúa perfectamente tanto a las ventanas laterales como a la apertura de la cubierta superior. La apertura máxima que este dispositivo es capaz de abrir es de 45 cm. En la *Figura 3.34* encontramos la fotografía del elemento. En nuestro caso, vamos a instalar tres servomotores en cada ventana superior y dos en las ventanas laterales, para no forzar los equipos y hacer una repartición más equitativa del peso de las cubiertas.



Figura 3.34 Servomotor

Este mecanismo funciona con un motor de 24V para poder lograr la apertura automática de la ventana, el cual vemos en la *Figura 3.35*.



Figura 3.35 Motor para ventanas

En la tabla que se muestra a continuación encontramos las características del motor:

Modelo	JK4132
Velocidad (RPM)	2 306
Potencia salida (W)	31
Corriente continua (A)	0.7
Voltaje V	24
Tipo	Motor tubular
Diámetro del cuerpo (mm)	63
Longitud (mm)	172
Diámetro del eje (mm)	8
EFICIENCIA MAXIMA	
Corriente (A)	2
Velocidad (RPM)	1 940
Esfuerzo de torsión (N·m)	0.15
Salida (W)	31

- **Mallas de sombreo**

Las mallas utilizadas para el sombreo será de polipropileno y se situarán en el interior del invernadero, esto se debe a que la malla absorbe la radiación solar y la convierte en calor dentro del invernadero, que debe evacuarse por ventilación. Deberá ser de color negro, tal y como podemos ver en la *Figura 3.36*, junto a sus características.



Figura 3.36 Malla de sombreo

Producto	963
Sombreo	90%
Medidas	1x100
Peso	12 Kg

- **Tuberías de Polietileno**

Las tuberías que utilizaremos para la instalación serán de Polietileno de baja densidad para uso agrícola, ya que es un material con una buena resistencia térmica, química y al impacto, además de una gran flexibilidad y de su poco peso.

La tabla de características se muestra en la *Figura 3.37* que podemos ver a continuación:

TUBERÍA DE POLIETILENO BAJA DENSIDAD CON GOTERO INTEGRADO Y AUTOCOMPENSANTE					
ESPESOR	MT/ROLLO	SEPARACIÓN GOTERO	ESPESOR	MT/ROLLO	SEPARACIÓN GOTERO
1,2	400	33	1,2	300	33
1,2	400	40	1,2	300	40
1,2	400	50	1,2	300	50
1,2	400	75	1,2	300	75
1,2	400	100	1,2	300	100
1,2	400	125	1,2	300	125
1,2	400	150	1,2	300	150
DN 16			DN 20		

Figura 3.37 Características de las tuberías de polietileno

- **Manguito de unión**

Elemento necesario para unir los metros de tubería necesarios.

- **Codo a 90°**

Elemento que utilizaremos para poder hacer ángulos con las tuberías sin que se produzca ninguna pequeña fuga. Es el elemento que se muestra en la *Figura 3.38*.



Figura 3.38 Codo a 90 grados

- **Líquido anticongelante**

Un líquido ideal para transportar el calor en una instalación solar térmica debería ser anticongelante, no hervir, no corroer, ser atóxico, tener una alta capacidad calorífica y un gran coeficiente de transmisión de calor, no se debe gastar y debe ser económicamente accesible. Este líquido ideal "no existe", lo más cerca que se ha llegado a los parámetros ideales es un porcentaje del 60% de agua y un 40% de glicol (Etilenglicol o Propilenglicol). Nuestro líquido será anticongelante, anticorrosivo y refrigerante en sistemas de aguas circulantes y también en compuestos anti hielo.

Para evitar que el líquido anticongelante circule en la dirección opuesta cuando el sistema está apagado se monta una electro-válvula. Esta válvula antirretorno evita retrocesos del fluido caloportador desde el colector a la bomba causados por la convección natural.

3.4.4 Elementos de almacenamiento y apoyo

- **Baterías**

Las baterías son elementos indispensables de un sistema fotovoltaico debido al requerimiento de electricidad durante la noche y días nublados. Estos dispositivos tienen la función de almacenar la corriente suministrada por los paneles fotovoltaicos a lo largo del día y suministrar energía en las horas de ausencia de luz solar.



Figura 3.39 Batería

El almacenaje de las baterías difiere de las convencionales automotrices, ya que éstas últimas no están diseñadas para un sistema fotovoltaico. El modelo será como el que podemos ver en la *Figura 3.39*.

La capacidad de las baterías o "días de autonomía" es un término usado para indicar el número de días en que el sistema puede seguir suministrando energía, debido a las inclemencias del tiempo (niebla, lluvia, etc.) que causan poca o nula actividad solar. Una autonomía normal se considera tres días con un consumo normal de la instalación.

Tal como veremos en el capítulo de cálculos, nuestras baterías serán de 2000W cada una de capacidad máxima de potencia.

En cumplimiento de la normativa ITC-30, tanto el equipo eléctrico como luminarias e interruptores usaran las debidas protecciones y materiales antideflagrantes para estar completamente protegidos de vapores y gases corrosivos.

- **Grupo electrógeno**

Con la instalación eléctrica anterior y el uso de la batería para poder almacenar la energía sobrante, no necesitaríamos ningún método adicional para mantener en funcionamiento el invernadero y sus instalaciones en condiciones normales.

Aun así, se puede dar el caso que tengamos más demanda de electricidad de la producida y almacenada como por ejemplo, durante una semana nublada en la que agotemos los recursos de las baterías. Para este caso, vamos a hacer la instalación de un grupo electrógeno para cubrir la electricidad, que como podemos ver en el capítulo 4 de cálculos, en caso que estén todos los elementos conectados simultáneamente, el consumo será de 22 kW aproximadamente.

El modelo es el que vemos en la *Figura 3.40*, será un grupo electrógeno de 40kW formado por los componentes que vemos a la derecha de la imagen y recubierto para insonorizar el equipo, de forma que quedará como la imagen de la izquierda.



Figura 3.40 Grupo electrógeno, exterior en la izquierda e interior en la derecha.

Aunque este equipo dobla la potencia necesaria, tenemos que tener en cuenta que la bomba geotérmica dependerá de este grupo en todo momento, y que en caso de emergencia es posible la conexión de más componentes de los instalados previamente. Así, la potencia instalada de más, es como precaución a posibles futuras incidencias.

Sus características principales son las que mostramos en la siguiente tabla:

GRUPO ELECTRÓGENO DIESEL	
Modelo	TG30T
Revoluciones / Frecuencia	15000 rpm / 50 Hz
Potencia Principal	40 kw / 50 kva
Voltaje, Fases, Cableado	400 / 230 V, 3 fases, 4 cables
Factor de potencia	1/220 0.8/380
Dimensiones (LxAxH)	1950*800*1240 mm
Peso	800 kg
MOTOR	
Modelo	TGR4105ZD
Características	Refrigerado por agua, 4 cilindros, 4 tiempos, inyección directa
Máxima potencia	56 KW
Aspiración	Turboaspirada
Bore x Stroke	105 x 125 mm
Ratio Compresión	17 : 1
Consumo	< 230
Desplazamiento	4,33
Refrigeración	Refrigerado por agua con radiador
Sistema Arranque	Eléctrico 24V
Ajuste Velocidad	Mecánico
Nivel sonoro	< 98 Db
ALTERNADOR	
Modelo	Taiguer TGTF24KW
Auto-excitado	Sin escobillas
Aislamiento	H
Protección	IP23
Conexión	Re-conectable
Regulación Voltaje	<1.5%
Dispersión onda	<1.5%
THF / TIF	< 2% / 50%

Además, podremos tener un aporte adicional de gas para prevenir posibles situaciones anómalas de las que tengamos que recurrir a una energía adicional a la ya instalada, aunque en la mayoría de casos, haremos uso del equipo electrógeno ya instalado.

Podríamos usar una de las siguientes alternativas:

- Una caldera de gas: es un sistema limpio y muy eficiente, especialmente si se emplean calderas de condensación, muy apropiadas para la energía solar, pues trabajan a baja temperatura, como la instalación solar. Tiene como inconveniente los continuos cambios cada vez más restrictivos que sufren las instalaciones de gas que al renovar la caldera, nos pueden exigir unas condiciones diferentes, así

como tener rejillas de ventilación y revisar la instalación de gas periódicamente.

- **Una caldera de gasóleo:** es un sistema eficiente, pero genera muchos gases de efecto invernadero y lluvia ácida, requiere más mantenimiento y nos obliga a tener un depósito para el gasóleo. Funciona a alta temperatura. Si la cocina es eléctrica nos ahorramos tener contratado gas.
- **Sistema de bomba de calor:** es también un sistema eléctrico, pero que consume entre 3 y 4 veces menos que un sistema de resistencia, o una caldera de gas o gasóleo, su principio de funcionamiento es mover el calor del exterior al interior, es decir una máquina térmica. En verano tiene la posibilidad de invertir el ciclo y utilizarla para tener suelo refrescante o aire frío con un aerotérmico, igual que si tuviéramos un equipo de aire acondicionado, pero utilizando la misma instalación que para la calefacción.
- **Equipo fancoil de apoyo.**

El suelo radiante tiene un gran inconveniente en todos aquellos lugares con gran humedad, como es en nuestro caso un invernadero, el problema es que al haber mucha humedad y el suelo estar a una temperatura elevada, se crea una capa de rocío en el suelo y puede provocar resbalones y caídas. La solución a este problema es poner un equipo fancoil, la función del cual es mover el aire del lugar donde se encuentre. Al mover el aire, conseguimos evitar la condensación de la humedad en cualquier parte del invernadero ya que la temperatura es igual en cualquier parte de éste.

El equipo fancoil que utilizaremos, se situará en la parte alta del invernadero para su mayor eficiencia, será como el de la *Figura 3.41* y tendrá las siguientes características:

Marca	SUNIER DUVAL
Modelo	3-060 AP
Caudal agua fría/caliente	1110 l/h
Capacidad total en frío	6,47 kW
Capacidad sensible en frío	4,15 kW
Pérdida de carga en agua	46,3 kPa
Capacidad total en bomba de calor	7,55 kW
Pérdida de carga en agua	39,60
Motor	
Alimentación	230V/ 1 Ph/ 50 Hz
Condensador	3,15 μ F
Potencia Nominal	50 W
Consumo Máx.	152 W
Intensidad Máx.	0.67 A
Dimensiones exteriores	230 x 1100 x 480 mm
Peso neto	26 Kg

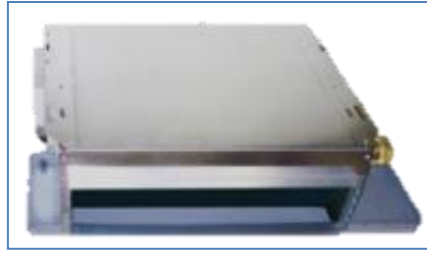


Figura 3.41 Equipo fancoil de apoyo

3.4.5 *Luminarias

- **tubo LED Phillips 910629122326 LED 4MX850 581 LED40S/840 PSD WH.**

Esta luminaria será la que usaremos para dentro del invernadero, alternando la luz blanca fría y cálida. Algunas de sus características principales, las podemos ver en la siguiente tabla:

Modelo	LED 4MX850 581
Marca	Philips Lighting
Haz de luz	Estrecho
Flujo Luminoso	4000 lm
Rendimiento del sistema	34.5 W
Longitud (TLD58W)	1530 mm
Color del haz	Blanco frío (4000 K) Blanco cálido (3000 K)
Portador de luz	Pre-pintado de chapa de acero
Dimensiones (L x A x H)	1530 mm x 83 mm x 70 mm
Peso	1.9 kg
Resplandor	$L < 1500 \text{ cd} / \text{m}^2 \text{ en } 65^\circ$
UGRR	20
Vida estimada	50 000 horas
Clase	I
IP	20

Las medidas reales del panel LED y del conjunto de la luminaria, las podemos apreciar en la *Figura 3.42*, que vemos a continuación.

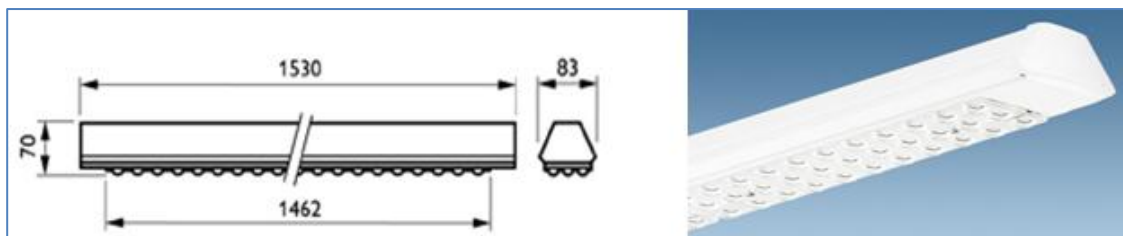


Figura 3.42 Dimensiones y aspecto de las luminarias LED

En el capítulo 4, destinado a los cálculos, podremos apreciar las curvas Isolux de las luminarias y su distribución.

- **Luminaria LED Phillips ST522B 1xSLED3200-/827 PSU-E 36 GC II WH.**

Esta luminaria será la que usaremos para las distintas habitaciones y aseos del cobertizo. Algunas de las características principales, las podemos ver en la siguiente tabla:

Modelo	ST522B
Marca	Philips Lighting
Energía	61 W
Color	Blanco (RAL 9010)
Material de carcasa	Aluminio y acero
Inclinación	Giratoria (360° , 30°)
DA	155 mm (+/- 2mm)
Ángulo de haz	36°
Temperatura de color	2700 K
Flujo luminoso	2900 lm
Eficiencia (LOR)	100%
Índice de rendimiento	Ra > 80
Tiempo de vida	50 000 horas
Clase	II
IP	20

Las medidas reales de la luminaria, las podemos apreciar mejor en la *Figura 3.43*, que vemos a continuación. En el apartado de cálculos podremos apreciar las curvas Isolux.



Figura 3.43 Dimensiones y aspecto de las luminarias LED

3.4.6 Sensores y actuadores

- **Sensor de temperatura y humedad relativa:**

Sensor de temperatura para ambientes húmedos con la posibilidad de instalación en interior o exterior. No contiene sonda de temperatura, pero si un acoplador de bus KNX para la medición y regulación de temperatura. El modelo elegido es del fabricante Arcus y la referencia es la 30101000.

Sus funciones principales son:

- Capacidad de medir los valores de temperatura y humedad relativa.
- Cambio de modo de funcionamiento entre calefacción y temperatura.
- Alarma ajustable para la protección contra heladas.
- Guarda la temperatura mínima y máxima.
- Ajuste del valor real de la temperatura.



Figura 3.44 Sensor de temperatura y humedad relativa

- **Sonda de inundación**

Dispone de:

- Relé de salida con contactos libres de tensión que se activa cuando el detector entra en alarma, permite dar señal a centrales de alarma, transmisores de alarmas GSM, aplicaciones de control domótico.
- Soporte para la pared, que permite el desmontaje sencillo del detector.
- Avisador acústico de 85dB, indicación luminosa de estados del detector.



Figura 3.45 Imagen y medidas de la sonda de inundación

Las características principales de la sonda de inundación son:

Fabricante	GLOBALCHIP
Referencia	GLI-S2
Alimentación	12 VDC
Consumo en reposo	12 mA
Consumo Alarma	30 mA
Temperatura de trabajo	0-50 °C
Humedad de trabajo	0-95 % sin condensación
Nivel de líquido para alarma	2 mm
Dimensiones detector	111x70x42 mm
Dimensiones sonda	30x20x15 mm

- **Estación meteorológica**

La estación meteorológica mide la temperatura, la luminosidad y la velocidad del viento será la que vemos en la *Figura 3.46*. Adicionalmente se ha montado un sensor de lluvia (lluvia/no lluvia) en forma de un tablero de circuitos impresos con un revestimiento especial. Los valores medidos y el estado de lluvia se pueden enviar al bus.



Figura 3.46 Estación meteorológica

Sus características principales las podemos observar en la siguiente tabla:

Fabricante	THEBEB
Referencia	132 9 201
Temperatura de trabajo	-20 a 50 °C
Luminosidad	1-100 000 lux
Alimentación	Por Bus (230V si se utiliza sensor de precipitación)

Capítulo 4. CÁLCULOS

En el siguiente apartado se detallará el procedimiento seguido para calcular los conceptos necesarios para realizar la instalación eléctrica, fotovoltaica, de carga de baterías, geotérmica, lumínica, y de componentes instalados. Dentro de este apartado se incluyen las tablas que recogen los resultados obtenidos de los cálculos realizados.

4.1 TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA

Según del tipo de línea, dependerá la tensión, si es monofásica será de 230V. Según la instrucción ITC-BT-19, a las instalaciones interiores o receptoras, la sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sean del máximo del 3% para la iluminación y del 5% en otros casos.

4.1.1 Cálculo de la intensidad para línea monofásica

Calcularemos la intensidad con la siguiente formula:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos\varphi}$$

Dónde:

I_c = Intensidad de cálculo de la línea [A]. <

P_c = Potencia de cálculo [W].

Factor de corrección en motores será de 1.25

Factor de corrección en lámparas de descarga será de 1.8

V = Tensión de fase [V].

Cos φ = Factor de potencia de la línea.

La intensidad máxima admisible se obtiene a través de las tablas de la norma UNE 20.460- 5-230 y su anexo Nacional para cables aislados, o en algunos casos, las tablas contenidas en el Reglamento electrotécnico para baja tensión en las Instrucciones Técnicas correspondientes. La intensidad máxima admisible se corregirá con los factores de corrección oportunos cuando las condiciones de instalación difieran de las contempladas en la tabla utilizada, siendo:

$$I_{adm} = I_{adm} (tablas) \cdot f_{corrección}$$

El factor de carga será en el caso de locales con riesgos de incendio $f_{carga} < 0,85$.

4.1.2 Cálculo de caída de tensión para línea monofásica

Calcularemos la caída de tensión para la línea monofásica con la siguiente formula:

$$Cdt(\%) = \frac{2 \cdot P \cdot L}{56 \cdot V^2 \cdot S} \cdot 100$$

Dónde:

Cdt= Caída de tensión [%].

P= Potencia de cálculo [W].

Factor de corrección en motores será de 1.25

Factor de corrección en lámparas de descarga será de 1.8

L= Longitud [m].

V=Tensión de fase [V].

S = Sección del cable [mm²]

Para calcular, tendremos que tener en cuenta que la caída de tensión no supere las máximas indicadas en la ITC-BT-19, donde aparece que la caída de tensión será del 3% para el alumbrado y del 5% para el resto de los consumos. La caída de tensión se calculará teniendo en cuenta el uso simultáneo de la maquinaria que más consume, y este valor se podrá compensar con la instalación inferior de las derivaciones individuales. Por lo tanto, la caída de tensión total, tendrá un valor inferior a la suma de los valores límites especificados. Tendremos en cuenta que, según datos del fabricante, nuestras luminarias no son lámparas de descarga.

4.2 RESISTENCIA DE TIERRA

Para calcular la puesta a tierra, seguiremos lo indicado en la ITC-BT-18. Para ello es importante conocer la resistividad del terreno en ohm por metro. En nuestro caso, desconocemos este parámetro, pero en condiciones normales aplicaríamos la siguiente formula:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Dónde:

ρ = Resistividad del terreno [ohm·m]

L = Longitud de cada piqueta [2 metros]

Para conseguir un valor inferior a 37 ohm, valor recomendado, se colocarán el numero necesario de piquetas entre si por un cable de cobre desnudo. En nuestro caso, el numero de piquetas a colocar será de 2 unidades.

4.3 POTENCIA NECESARIA

En la siguiente tabla, podemos ver el consumo del alumbrado:

LOCALIZACIÓN	DESIGNACION	UNIDADES	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)
INVERNADERO	Tubo LED Phillips 40S/840	168	35	5880
COBERTIZO	Luminaria LED Phillips ST522B	14	61	854
WC y VESTUARIOS	Luminaria LED Phillips ST522B	6	61	366
PARKING	Tubo LED Phillips 40S/840	3	35	105
TODAS ZONAS	Alumbrado de emergencia	10	3	30
TOTAL (W)				7.235
TOTAL (KW)				7,235

En la siguiente tabla, podemos ver el consumo de los componentes instalados:

DESCRIPCION	POTENCIA (W/u)	UNIDADES	POTENCIA TOTAL (W)
Pantalla	50	1	50
Humidificador cent.	510	1	510
Servomotor	81	9	729
Ventilador	1200	2	2400
Bomba geotérmica	7700	1	7700
Sistema de bombeo	2000	1	2000
Sensor temperatura	1	1	1
Sonda inundación	1	1	1
Estación meteorolog.	7,5	1	7,5
Fancoil de apoyo	152	1	152
P TOTAL (w)			13550,5
P TOTAL (kw)			13,5505

El total de potencia necesaria en caso que todas las instalaciones (componentes y alumbrado) estén encendidos simultáneamente, será de 20,78 kW, este resultado lo obtenemos de la suma de las potencias anteriores:

RELACIÓN	POTENCIA
COMPONENTES	13,5505 kW
ALUMBRADO	7,235 kW
TOTAL	20,78 kW

De esta potencia total, tendremos en cuenta que habrá componentes que sería prácticamente insostenible mantenerlos con energía fotovoltaica, de forma que la bomba de calor geotérmica (de 7,7 kW) funcionará mediante el grupo electrógeno instalado.

Los demás equipos, funcionarán mediante los captadores solares y tendrán cada grupo de líneas elegidos y mas adelante comentados, una batería e ondulator propios.

4.4 POTENCIA TOTAL INSTALADA

Tal como hemos comprobado, necesitaremos 21kW de potencia total si tuviéramos todos los componentes instalados en funcionamiento. Como es una opción que se dará a menudo, tendremos que contemplar un margen un poco superior de potencia.

4.4.1 Cálculo de onduladores

Tal y como hemos comprobado, tendremos onduladores que nos harán el cambio de AC en CC con una potencia máxima de entrada de 2000W, de forma que vamos a calcular cuantos equipos necesitamos:

GRUPO	LINEA	DESCRIPCION	POTENCIA (W/u)	POTENCIA ONDULADOR (W)
GRUPO 1	L100	Humidificador cent.	510	1074,5
	L101	Servomotor superior 1	81	
	L102	Servomotor superior 2	81	
	L103	Servomotor superior 3	81	
	L104	Servomotor lateral 1	81	
	L105	Servomotor lateral 2	81	
	L108	Estación meteorológica	7,5	
	L109	Equipo Fancoil	152	
GRUPO 2	L106	Ventilador 1	1200	1200
GRUPO 3	L107	Ventilador 2	1200	1200
GRUPO 4	L110	Luminarias Q1-1	500	1503
	L111	Luminarias Q1-2	500	
	L112	Alumbrado emergencia Q1-2	3	
	L113	Luminarias Q1-3	500	
GRUPO 5	L114	Luminarias Q2-1	500	1503
	L115	Alumbrado emergencia Q2-1	3	
	L116	Luminarias Q2-2	500	
	L117	Luminarias Q2-3	500	
	L118	Luminarias Q3-1	500	1503
	L119	Luminarias Q3-2	500	
	L120	Luminarias Q3-3	500	
	L121	Alumbrado emergencia Q3-3	3	
GRUPO 6	L122	Luminarias Q4-1	500	
	L123	Alumbrado emergencia Q4-1	3	

	L124	Luminarias Q4-2	500	
	L125	Luminarias Q4-3	500	
	L126	Alumbrado emergencia Q4-3	3	1506
GRUPO 7	L128	Sistema de bombeo	2000	2000
GRUPO 9	L129	Pantalla y enchufes 1	50	
	L130	Enchufes 2	50	
	L131	Luminarias 1	610	
	L132	Alumbrado emergencia 1	9	
	L133	Luminarias 2	610	
	L134	Alumbrado emergencia 2	9	1338

Tal como podemos ver en la tabla anterior, hay una relación de las líneas con la descripción y la potencia de los elementos conectados, y los grupos de componentes que vamos a realizar para poder tener las potencias correctas controladas. Aunque haya grupos de elementos que no alcancen la potencia máxima que puede recibir el ondulator, no dañará el equipo y nos proporcionará un margen de vatios de emergencia en cada grupo. De esta forma, vamos a necesitar 9 onduladores.

4.4.2 Cálculo de baterías

Siguiendo el modelo de la tabla ilustrada en el apartado anterior con los onduladores, usaremos los mismos grupos para conectar las baterías.

Teniendo en cuenta que la potencia que nos proporcionará 1 batería es de 2000W y que según datos del fabricante aporta 166A/h cada una alimentada a 12V, tendremos:

Horas de encendido en condiciones extremas: 5 horas

De esta forma tendremos un total de 5 baterías conectadas en serie por cada grupo, para poder alimentar todas las líneas en caso necesario.

Total de baterías = Numero de baterías por grupo · Grupos = $5 \cdot 9 = 45$ baterías.

4.4.3 Paneles fotovoltaicos

Partiendo de la tabla del apartado 5.3.1 de onduladores, podemos ver la relación de potencias que vamos a consumir por cada grupo de elementos. De esta forma, podemos ver la siguiente tabla con la relación de paneles necesarios que serán 34 paneles.

GRUPO	P. OND (W)	P.PLACA	N PLACAS
GRUPO 1	1075	400 W	3
GRUPO 2	1200	401 W	3
GRUPO 3	1200	402 W	3
GRUPO 4	1503	403 W	4
GRUPO 5	1503	404 W	4
GRUPO 6	1503	405 W	4
GRUPO 7	1506	406 W	4
GRUPO 8	2000	407 W	5
GRUPO 9	1338	408 W	4
			34

Además de poder observar cuantos paneles fotovoltaicos necesitaremos, vamos a comprobar su conexión, ya que el ondulador tiene una tensión máxima de entrada de 115 Vcc.

$$N_p = \frac{V_o}{V_p} = \frac{115 V}{36,7 V} = 3,13$$

Donde:

N_p : Numero de paneles máximos en serie por ondulador

V_o : Tensión máxima del ondulador

V_p : Tensión máxima del panel

Tal como podemos ver, podremos conectar un máximo de 3 paneles por ondulador. De esta forma, las conexiones de los grupos cuando tengan la necesidad de conectar más de tres placas, deberán ser tres paneles en serie y los restantes conectados en paralelo.

4.5 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

A continuación podremos ver los cálculos y distribución del alumbrado del interior del invernadero y del cobertizo.

Para cada una de las partes usaremos los alumbrados ya descritos anteriormente.

ATENCIÓN!

A continuación solo se mostrarán las portadas de cada uno de los informes *Dialux*. Para poder ver toda la información, solo hay que clicar encima.

Iluminación Invernadero

Fecha: 06.05.2012
Proyecto elaborado por:

cobertizo

Fecha: 09.05.2012
Proyecto elaborado por:

4.6 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

A continuación vamos a ver las tablas de relaciones de cableado necesarios con las líneas, diferenciando entre el subcuadro 1 destinado al invernadero y el subcuadro 2 destinado al cobertizo.

LÍNEA	DESCRIPCION	TENSION (V)	POTENCIA (W/u)	FACTOR ARRANQUE	POTENCIA DE CALCULO (W)	COS (Y)	INT. NOMINAL (A)	INT. CALCULO (A)	INT. ADM. (A)	SECCION CABLE (mm2)	LONGITUD LINEA (m)	CAIDA TENSION (%)	DIAMETRO TUBO (mm2)	RESIST. CONDUCT. (ohms)	I _{cc} (kA)	MAGNETO-TERMICO (A)	DIFERENCIAL (300 mA)	DIFERENCIAL (30 mA)
L100	Humidificador cent.	230	510	1,25	637,5	0,85	2,22	2,77	21	2,5	22	0,40	16	0,15	0,06	10	40	
L101	Servomotor superior 1	230	81	1,25	101,25	0,85	0,35	0,44	21	2,5	70	0,20	16	0,48	0,01	6	40	
L102	Servomotor superior 2	230	81	1,25	101,25	0,85	0,35	0,44	21	2,5	80	0,30	16	0,54	0,01	6	40	
L103	Servomotor superior 3	230	81	1,25	101,25	0,85	0,35	0,44	21	2,5	90	0,30	16	0,61	0,01	6	40	
L104	Servomotor lateral 1	230	81	1,25	101,25	0,85	0,35	0,44	15	1,5	55	0,30	16	0,62	0,01	6	40	
L105	Servomotor lateral 2	230	81	1,25	101,25	0,85	0,35	0,44	15	1,5	55	0,30	16	0,62	0,01	6	40	
L106	Ventilador 1	230	1200	1,25	1500	0,85	5,22	6,52	21	2,5	25	1,20	16	0,17	0,13	10	40	
L107	Ventilador 2	230	1200	1,25	1500	0,85	5,22	6,52	21	2,5	25	1,20	16	0,17	0,13	10	40	
L108	Estación meteorológica	230	7,5	1,25	9,375	0,85	0,03	0,04	15	1,5	20	0,10	16	0,23	0,00	6	40	
L109	Equipo Fancoil	230	152	1,25	190	0,85	0,66	0,83	15	1,5	10	0,10	16	0,11	0,02	10	40	
L110	Luminarias Q1-1	230	500	1	500	0,9	2,17	2,17	15	1,5	12	0,20	16	0,14	0,05	10		40
L111	Luminarias Q1-2	230	500	1	500	0,9	2,17	2,17	15	1,5	15	0,30	16	0,17	0,05	10		40
L112	Alumbrado emergencia Q1-2	230	3	1	3	0,9	0,01	0,01	15	1,5	15	0,10	16	0,17	0,00	10		40
L113	Luminarias Q1-3	230	500	1	500	0,9	2,17	2,17	15	1,5	19	0,30	16	0,22	0,05	10		40
L114	Luminarias Q2-1	230	500	1	500	0,9	2,17	2,17	15	1,5	22	0,40	16	0,25	0,05	10		40
L115	Alumbrado emergencia Q2-1	230	3	1	3	0,9	0,01	0,01	15	1,5	22	0,10	16	0,25	0,00	10		40
L116	Luminarias Q2-2	230	500	1	500	0,9	2,17	2,17	15	1,5	25	0,50	16	0,28	0,05	10		40
L117	Luminarias Q2-3	230	500	1	500	0,9	2,17	2,17	15	1,5	29	0,60	16	0,33	0,05	10		40
L118	Luminarias Q3-1	230	500	1	500	0,9	2,17	2,17	15	1,5	12	0,20	16	0,14	0,05	10		40
L119	Luminarias Q3-2	230	500	1	500	0,9	2,17	2,17	15	1,5	15	0,30	16	0,17	0,05	10		40
L120	Luminarias Q3-3	230	500	1	500	0,9	2,17	2,17	15	1,5	19	0,30	16	0,22	0,05	10		40

L121	Alumbrado emergencia Q3-3	230	3	1	3	0,9	0,01	0,01	15	1,5	19	0,10	16	0,22	0,00	10		40
L122	Luminarias Q4-1	230	500	1	500	0,9	2,17	2,17	15	1,5	22	0,40	16	0,25	0,05	10		40
L123	Alumbrado emergencia Q4-1	230	3	1	3	0,9	0,01	0,01	15	1,5	22	0,10	16	0,25	0,00	10		40
L124	Luminarias Q4-2	230	500	1	500	0,9	2,17	2,17	15	1,5	25	0,50	16	0,28	0,05	10		40
L125	Luminarias Q4-3	230	500	1	500	0,9	2,17	2,17	15	1,5	29	0,60	16	0,33	0,05	10		40
L126	Alumbrado emergencia Q4-3	230	3	1	3	0,9	0,01	0,01	15	1,5	29	0,10	16	0,33	0,00	10		40

CUADRO 1 - SUBCUADRO 2 - COBERTIZO	LINEA	DESCRIPCIÓN	TENSION (V)	POTENCIA (W/u)	FACTOR ARRANQUE	POTENCIA DE CÁLCULO (W)	COS (Y)	INT. NOMINAL (A)	INT CALCULO (A)	INT. ADM. (A)	SECCION CABLE (mm2)	LONGITUD LINEA (m)	CAIDA TENSION PARCIAL (%)	DIAMETRO TUBO (mm2)	RESIST. CONDUCT. (ohms)	I _{cc} (kA)	MAGNETO-TERMICO (A)	DIFERENCIAL (300 mA)	DIFERENCIAL (30 mA)
	L127	Bomba geotérmica	230	7700	1,25	9625	0,85	33,48	41,85	64	16	15	0,70	32	0,02	0,84	40	40	
	L128	Sistema de bombeo	230	2000	1,25	2500	0,85	8,70	10,87	21	2,5	15	1,20	16	0,10	0,22	16	40	
	L129	Pantalla y enchufes 1	230	50	1	50	0,85	0,22	0,22	21	2,5	15	0,10	16	0,10	0,01	16		40
	L130	Enchufes 2	230	50	1	50	0,85	0,22	0,22	21	2,5	15	0,10	16	0,10	0,01	16		40
	L131	Luminarias 1	230	610	1	610	0,9	2,65	2,65	15	1,5	15	0,3	16	0,17	0,07	10		40
	L132	Alumbrado emergencia 1	230	9	1	9	0,9	0,04	0,04	15	1,5	15	0,1	16	0,17	0,00	10		40
	L133	Luminarias 2	230	610	1	610	0,9	2,65	2,65	15	1,5	20	0,5	16	0,23	0,07	10		40
	L134	Alumbrado emergencia 2	230	9	1	9	0,9	0,04	0,04	15	1,5	20	0,1	16	0,23	0,00	10		40

4.7 CÁLCULOS GEOTERMIA

A continuación vamos a ver algunos de los cálculos geotérmicos necesarios para la instalación. Los correspondientes a la instalación, los realizará la compañía encargada de realizar la instalación, y por lo tanto, no nos ha sido posible acceder a ellos.

- Capacidad por metro

$$C_m = S \cdot 1m = 20cm^2 \cdot 1m = 0.002m^2 \cdot m$$

Donde:

C_m: Capacidad por metro

S: Superficie del tubo (m²)

- Capacidad total de la tubería

$$C_T = S \cdot C = 0.002m^2 \cdot 1000 m = 2 m^3$$

Donde:

C_T: Capacidad total al largo de la tubería

S: Superficie del tubo (m²)

C: Capacidad de la tubería (m)

- Capacidad en litros

$$C_l = \frac{1000 l}{1 m^3} \cdot 2 m^3 = 2000 l$$

Donde:

C_l: Capacidad en litros

- Calor específico

$$C_e = 2,5037 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot \frac{1kcal}{4184kJ} \cdot \frac{274K}{1^{\circ}C} = 0.164 \frac{kcal}{kg \cdot ^{\circ}C}$$

- Incremento de temperatura

$$\Delta T = 24 - 14 = 10^{\circ}C$$

- Calor de incremento

$$Q = m \cdot Cp \cdot \Delta T = 2 \cdot 2,50 \cdot 0.164 = 3,280 \text{ cal}$$

Donde:

Q: Calor necesaria para incrementa la temperatura (cal)

m: masa la cual hay que variar la temperatura (kg)

Ce: Calor específico (kcal / kg·°C)

ΔT = Incremento de temperatura

En el cultivo de tomate, tenemos una temperatura variable a lo largo del día, puesto que por la mañana la calor que ha de recibir es una media de 24 °C y por la noche es una media e 14 °C, justo la temperatura que obtenemos del circuito que proviene de geotermia. Es por ello que solamente necesitaremos el captador solar cuando sea de día, momento en el cual deberemos de incrementar la temperatura 10°C, esto implica que por la noche no existe la necesidad de incrementar la temperatura mediante colectores.

4.8 CÁLCULOS AMORTIZACIÓN

Metros cuadrados cultivados: 96 m²

$$\text{Plantación: } \frac{20 \text{ m longitud/bandeja}}{0.30 \text{ m de separación entre tomateras}} = 7 \frac{\text{tomateras}}{\text{bandeja}} \cdot 24 = 168 \text{ tomateras}$$

$$\text{Producción: } 168 \text{ tomateras} \cdot 7 \frac{\text{kg}}{\text{tomatera}} = 1176 \text{ kg de tomates}$$

$$\text{Producción media/m}^2: \frac{1176 \text{ kg}}{96 \text{ m}^2} = 12.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Producción anual: } \text{Producción cosecha} \cdot 3 = 1176 \cdot 3 = 3528 \text{ kg de tomates}$$

$$\text{Precio de venta del tomate de 1 cosecha: } 1176 \cdot 2.15 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 2528.4\text{€}$$

$$\text{Precio de venta del tomate anual: } 2528.4 \cdot 3 = 7585.2\text{€}$$

Costos y amortización

INSUMO IMPUTABLE	COSTE	M2	COSTE/M2	AMORTIZACION N DE COSECHAS
Paneles	31869,18	96	331,970625	12,60807539
Geotermia	8898	96	92,6875	3,520224079
Materiales construcción	22249,12	96	231,761667	8,802190151
Elementos apoyo	44481,8	96	463,352083	17,59787631
Luminarias	43428,4	96	452,379167	17,18113052
Componentes	17239,14	96	179,574375	6,820143373
Protecciones	1170,06	96	12,188125	0,462898785
Cableado y enchufes	490,4	96	5,108333333	0,1940119
Elaboración documento	11370	96	118,4375	4,498195974
				71,68474649

Por lo tanto, durante las 72 primeras cosechas serán de amortización de las instalaciones. Si tenemos en cuenta que haremos mínimo 3 cosechas por año, estaremos 24 años para amortizar al cien por cien la instalación completa.

Capítulo 5. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

5.1 PROPAGACIÓN INTERIOR

Para la no propagación interior en caso de incendio es muy importante la compartimentación entre sectores, pero al no ser un local residencial o de pública concurrencia la normativa dicta lo siguiente:

“Un espacio diáfano puede constituir un único sector de incendio que supere los límites de superficie construida que se establecen, siempre que al menos el 90% de ésta se desarrolle en una planta, sus salidas comuniquen directamente con el espacio libre exterior, al menos el 75% de su perímetro sea fachada y no exista sobre dicho recinto ninguna zona habitable.”

Puesto que el invernadero cumple con todos los requisitos de la normativa, se puede concluir que no es necesario sectorizar la planta. No obstante, es de obligado cumplimiento disponer de una de evacuación dirigida a una salida exterior desde cualquier punto del invernadero que no exceda de 25 metros.

Tendremos que destinar un sector a maquinaria, cuadros eléctricos, cuadro general y control del invernadero, por lo que tendremos que tratar dicha zona como zona de riesgo especial bajo y por lo tanto aplicar las medidas de seguridad pertinentes. Para no tener los cuadros dentro del propio invernadero, los situaremos dentro del cobertizo que estará junto al invernadero pero que nos hará más segura la instalación.

En lo que se refiere a resistencia al fuego de los elementos constructivos y mobiliario de las zonas ocupadas, como techo o paredes deberán tener una resistencia al fuego EI 90. Al mobiliario no se aplicará ningún revestimiento ignífugo. Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas se regulan en su reglamentación específica.

5.2 PROPAGACIÓN EXTERIOR

Por lo que refleja el reglamento no se debe tener en cuenta ninguna consideración en cuanto a propagación exterior. Lo único que se observará es que la cubierta de policarbonato no tenga la posibilidad de propagar el fuego hacia el exterior, pero siendo este un material ignífugo. Las láminas de policarbonato han sido testeadas en laboratorios europeos, respondiendo a los más estrictos requerimientos en cuanto a resistencia al fuego.

5.3 EVACUACIÓN DE OCUPANTES

En este apartado se dispone de prever las salidas de emergencia y las rutas de evacuación de los ocupantes del invernadero. La única ocupación prevista es la de tareas de cultivo y mantenimiento, así que las consideraciones a tener en cuenta son mínimas.

En la siguiente tabla se muestra en número de salidas al exterior que debe tener una planta según sus características. Aunque la tabla permite en este caso tener 50 metros hasta una salida al exterior, se han previsto las rutas de evacuación en menos de 25 metros.

Para las puertas de salida de la nave situadas en los recorridos de evacuación, se tendrá en cuenta que serán cortafuegos y que tendrán una fácil apertura con barras antipático, además de disponer de un cierre desde fuera que no actúe desde dentro en caso de incendio.

5.4 DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DEL INCENDIO

Se utilizarán las señales de salida de uso habitual o de emergencia definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios.

Las salidas de la planta tendrán una señal con el rótulo “SALIDA” como el que podemos ver en la *Figura 5.1*, que sean fácilmente visibles desde todo punto de dicho recinto y los ocupantes estén familiarizados con el.



Figura 5.1 Rótulos “salida habitual”

La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia, como las que vemos en la *Figura 5.2*.



Figura 5.2. Rótulos “salida de emergencia”

Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo. Como en este caso sí se podrán ver los carteles de salidas desde cualquier punto no hará falta disponer de estas señales.

El tamaño de las señales será, como dicta el documento:

- De 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m
- De 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20m
- De 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m

La conclusión que se extrae del documento básico CTE de instalaciones de protección contra incendio, es que hay que equipar la nave con extintores portátiles a 15 metros desde cualquier origen de evacuación. En la zona de riesgo especial según el capítulo 2 de la sección 1 del documento básico, no se debe aplicar ningún sistema de extinción especial más que la resistencia al fuego EI 90 de fachadas y techo que ya se ha comentado en el primer apartado. Así que también se equipará con un extintor portátil, sólo que éste estará preparado para extinguir fuego de tipo eléctrico, ya que en esta sala estarán el cuadro general y demás artefactos eléctricos.

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- De 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m
- De 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m
- De 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal.

5.5 INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra de la parcela, deben cumplir las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre 3,5 m
- Altura mínima libre o gálibo 4,5 m
- Capacidad portante del vial 20 kN/m²

En este caso la parcela no está ocupada íntegramente por el invernadero, además existe un espacio suficiente para la posible entrada de bomberos.

El espacio de maniobra debe mantenerse libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos. De igual forma, donde se prevea el acceso a una fachada con escaleras o plataformas hidráulicas, se evitarán elementos tales como cables eléctricos aéreos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras, etc.

En las vías de acceso sin salida de más de 20 m de largo se dispondrá de un espacio suficiente para la maniobra de los vehículos del servicio de extinción de incendios.

En zonas edificadas limítrofes o interiores a áreas forestales, deben cumplirse las condiciones siguientes:

- Debe haber una franja de 25 m de anchura separando la zona edificada de la forestal, libre de arbustos o vegetación que pueda propagar un incendio del área forestal así como un camino perimetral de 5 m, que podrá estar incluido en la citada franja.
- La zona edificada o urbanizada debe disponer preferentemente de dos vías de acceso alternativas, cada una de las cuales debe cumplir las condiciones expuestas en el apartado anterior.
- Cuando no se pueda disponer de las dos vías alternativas indicadas en el párrafo anterior, el acceso único debe finalizar en un fondo de saco de forma circular de 12,50 m de radio, en el que se cumplan las condiciones expresadas en el primer párrafo de este apartado.

En nuestro caso tendremos parte de la parcela libre y no edificada de forma que todo ese espacio queda libre para la posible intervención de los bomberos cumpliendo así la normativa vigente.

Capítulo 6. AUTOMATIZACIÓN

6.1 PROGRAMACIÓN DE PLC

En este apartado vamos a explicar detalladamente el funcionamiento y criterios de programación de cada uno de los parámetros del invernadero.

La programación la haremos mediante un Controlador Lógico Programable (PLC), también denominado Automata Programable. En este caso es de la marca *Omron* y es el modelo *Sysmac CJ1M*.

A continuación podemos ver una tabla de entradas, salidas y elementos de proceso necesarios para hacer la automatización.

ENTRADAS	TIPO DATOS	DIRECCIÓN	COMENTARIO
Dtc_solar	BOOL	0.00	Detector luz solar
Dtc_vieto	BOOL	0.01	Detector de viento
Dtc_lluvia	BOOL	0.02	Detector de lluvia
Dtc_temperatura	BOOL	0.03	Detector de temperatura
FC_abierta	BOOL	0.04	Final de carrera compuerta abierta
FC_cerrada	BOOL	0.05	Final de carrera compuerta cerrada
Pulsador_Marcha	BOOL	0.07	Pulsador de marcha
Placas	BOOL	0.08	Conexión de tensión mediante placas
grupo_electrogeno	BOOL	0.09	Conexión de tensión mediante grupo electrógeno
B_Potasio	BOOL	0.10	Bascula de potasio
B_Hierro	BOOL	0.11	Bascula de hierro
B_Magnesio	BOOL	0.12	Bascula de magnesio
B_agua	BOOL	0.13	Bascula de agua
B_Calcio	BOOL	0.14	Bascula de calcio
Pulsador_Paro	BOOL	0.15	Pulsador de paro de emergencia

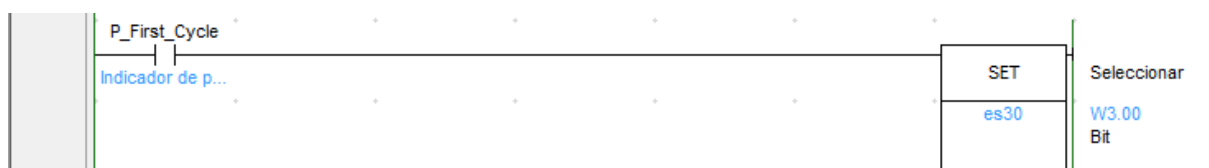
SALIDAS	TIPO DATOS	DIRECCIÓN	COMENTARIO
Abrir_Ventanas	BOOL	1.00	Motor abrir ventanas
Ventiladores	BOOL	1.01	Activar ventiladores
Calefacción	BOOL	1.02	Activar calefacción
Riego	BOOL	1.03	Activar riego
Suelo_Radiante	BOOL	1.04	Activar suelo radiante
Suelo_Refrigerante	BOOL	1.05	Activar suelo refrigerante
Luminarias	BOOL	1.06	Activar luminarias
Cerrar_Ventanas	BOOL	1.07	Motor cerrar ventanas
Led_On	BOOL	1.08	Activar led indicador de marcha
Conexion_placas	BOOL	1.09	Activar conexión mediante placas
Conexion_grupo_electrogeno	BOOL	1.10	Activar conexión mediante grupo electrógeno
Solucion_nutritiva	BOOL	1.11	Activar solución nutritiva
E_Potasio	BOOL	1.12	Abrir electrovalvula de potasio
E_Hierro	BOOL	1.13	Abrir electrovalvula de hierro
E_calcio	BOOL	1.14	Abrir electrovalvula de calcio
E_Magnesio	BOOL	1.15	Abrir electrovalvula de magnesio
E_agua	BOOL	2.00	Abrir electrovalvula de agua
E_evacuacion	BOOL	2.01	Abrir electrovalvula de evacuación
Mezclador	BOOL	2.02	Activar mezclador

ESTADOS	TIPO DATOS	DIRECCIÓN	COMENTARIO
es0	BOOL	W0.00	Estado 0 - Grafcet Apertura y cierre de ventanas
es1	BOOL	W0.01	Estado 1 - Grafcet Apertura y cierre de ventanas
es2	BOOL	W0.02	Estado 1 - Grafcet Apertura y cierre de ventanas
es3	BOOL	W0.03	Estado 3 - Grafcet Riego
es4	BOOL	W0.04	Estado 4 - Grafcet Riego
es5	BOOL	W0.05	Estado 5 - Grafcet Climatización
es6	BOOL	W0.06	Estado 6 - Grafcet Climatización
es7	BOOL	W0.07	Estado 7 - Grafcet Climatización
es8	BOOL	W0.08	Estado 8 - Grafcet Climatización
es9	BOOL	W0.09	Estado 9 - Grafcet Climatización
es10	BOOL	W0.10	Estado 10 - Grafcet Climatización
es11	BOOL	W0.11	Estado 11 - Grafcet Climatización
es17	BOOL	W1.01	Estado 17 - Grafcet Solución nutritiva
es18	BOOL	W1.02	Estado 18 - Grafcet Solución nutritiva
es19	BOOL	W1.03	Estado 19 - Grafcet Solución nutritiva
es20	BOOL	W1.04	Estado 20 - Grafcet Solución nutritiva
es21	BOOL	W1.05	Estado 21 - Grafcet Solución nutritiva
es22	BOOL	W1.06	Estado 22 - Grafcet Solución nutritiva
es23	BOOL	W1.07	Estado 23 - Grafcet Solución nutritiva
es24	BOOL	W1.08	Estado 24 - Grafcet Solución nutritiva
es25	BOOL	W1.09	Estado 25 - Grafcet Solución nutritiva
es30	BOOL	W3.00	Estado 30 - Grafcet Programa principal

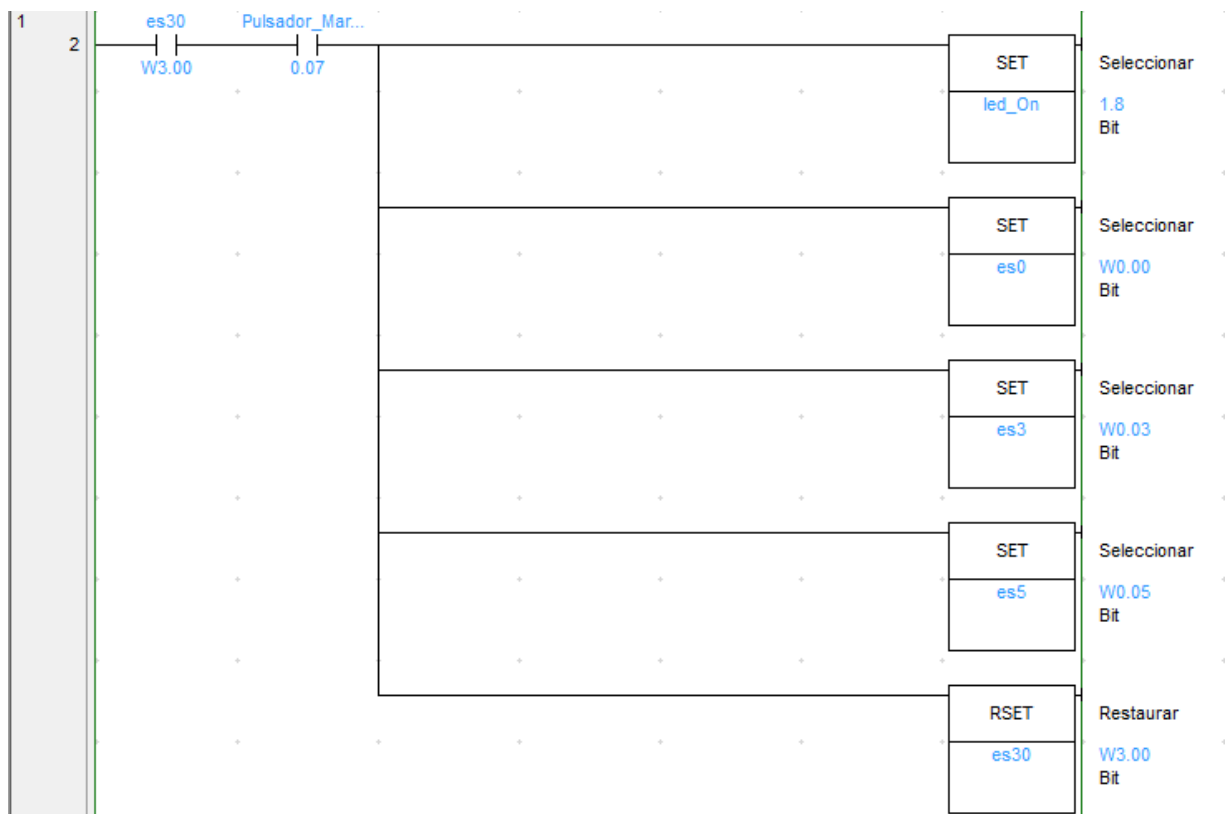
Para realizar la programación de cada uno de los controles, hemos creado un programa principal con un estado de espera inicial. En este estado no se realizará ninguna tarea, aunque estaremos con el equipo preparado a la espera de la pulsación de Marcha para activar el programa. De este modo, si hubiera algún problema, al pulsar el operario el Paro de emergencia, volvería a este estado inicial de espera, para realizar la revisión oportuna y volver a encender el programa.

A continuación vamos a ver la programación separada por cada una de las tareas a realizar.

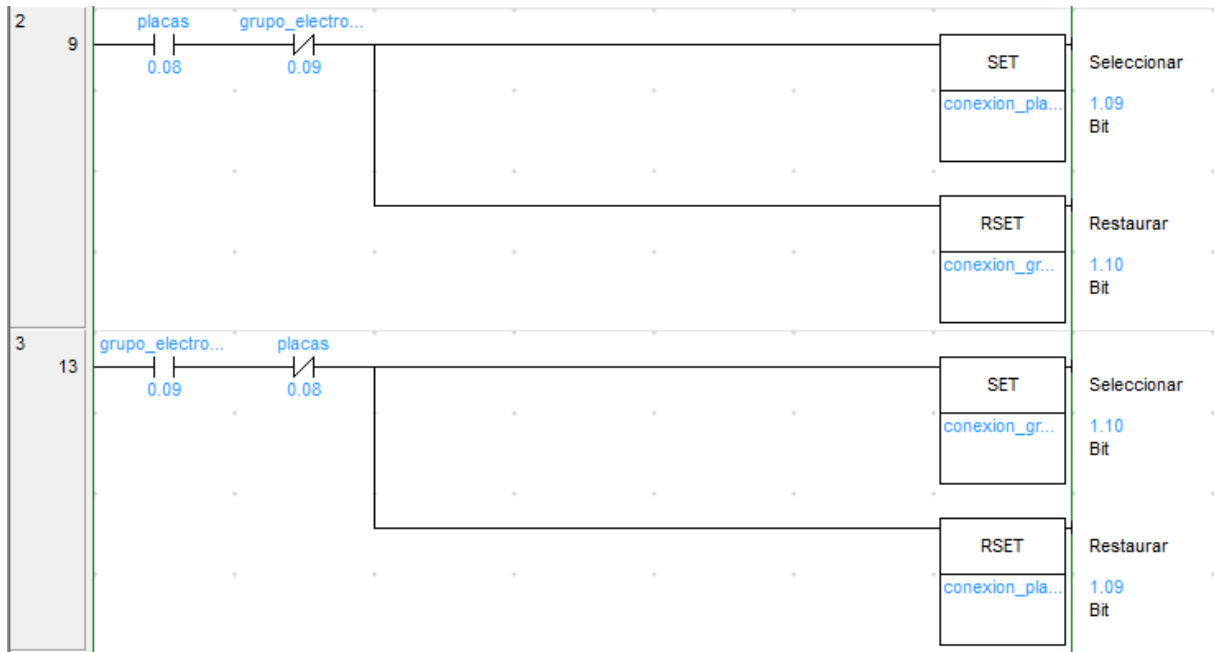
Empezamos la programación con una activación de programa que nos activa el estado 30, estado de reposo.



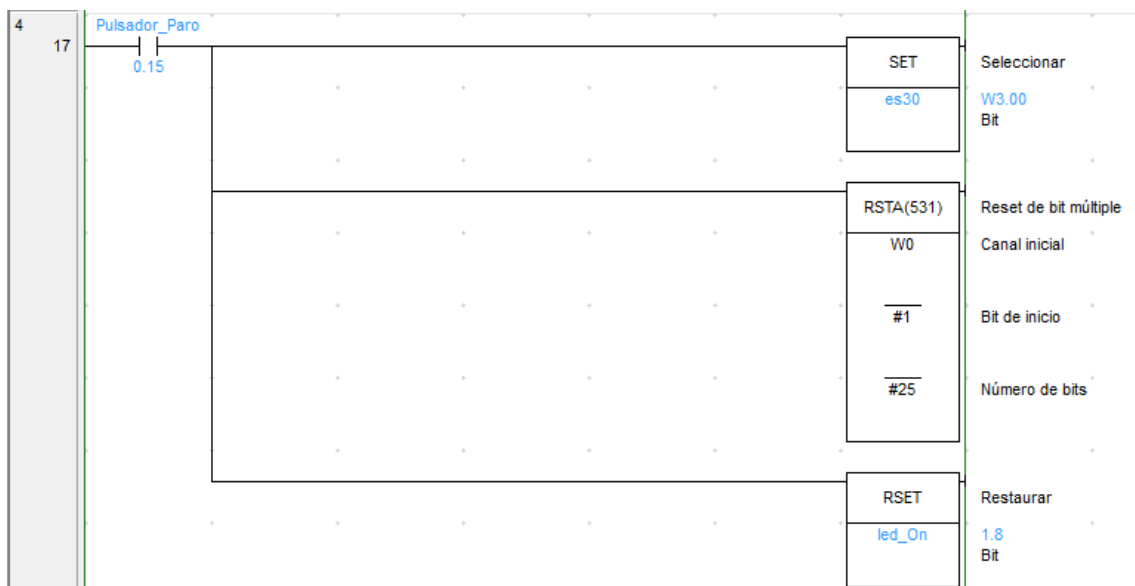
Al pulsar el botón de marcha y tener el autómatas preparado, activaremos encenderemos un LED para indicar al operario que está en funcionamiento y activaremos las acciones correspondientes al inicio de cada una de las subrutinas de ejecución de los programas secundarios.



Además, tendremos un conmutador que nos permitirá iniciar el funcionamiento mediante placas fotovoltaicas por defecto, y en caso de avería saltaría la conexión al grupo electrógeno para permitir el correcto funcionamiento de todas las instalaciones.

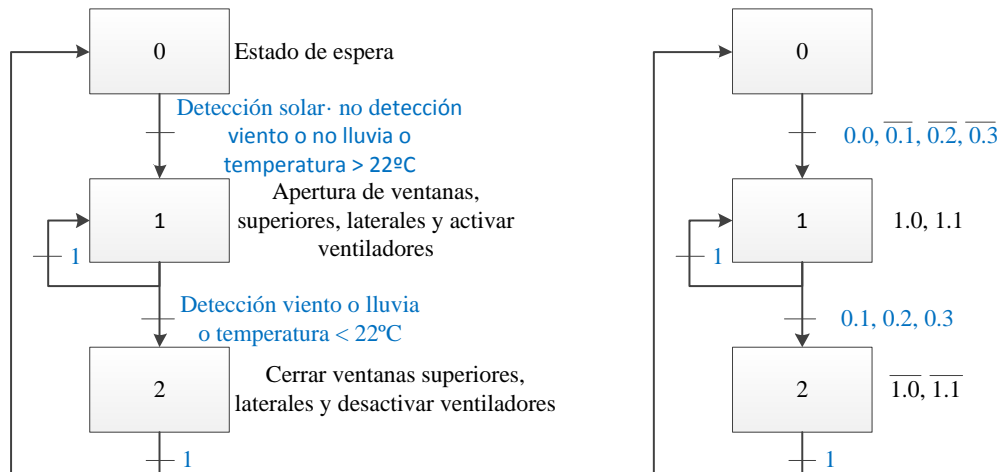


También tendremos en cuenta, un pulsador de paro que en caso de avería, el operario debería apretar dicho botón y el sistema se pararía en el estado inicial de reposo. En caso de paro,

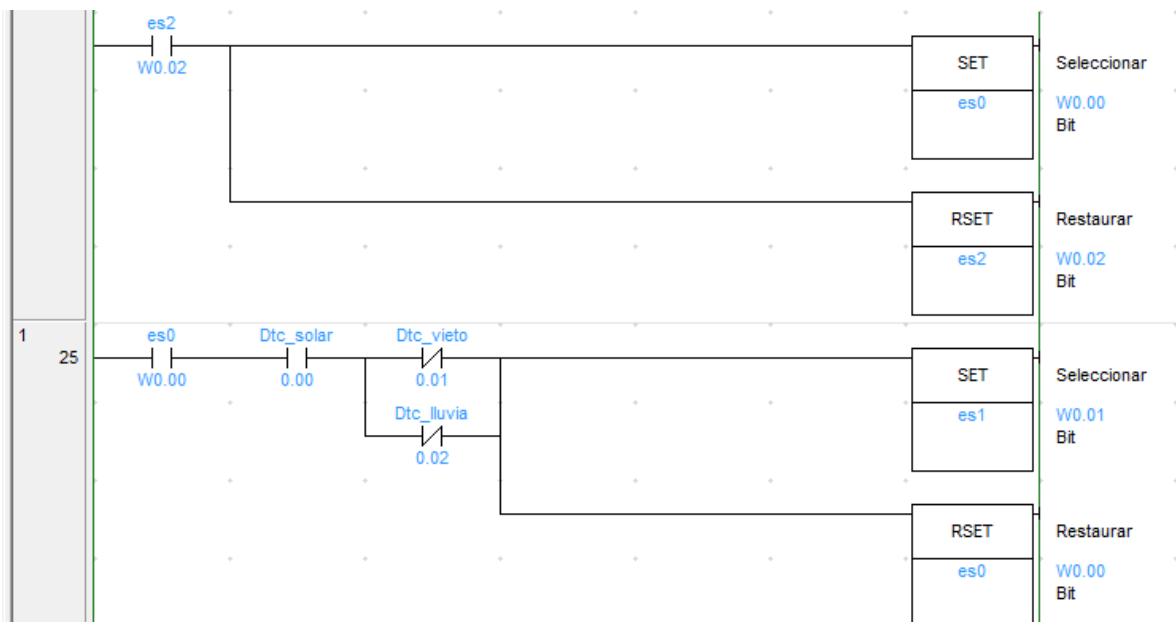


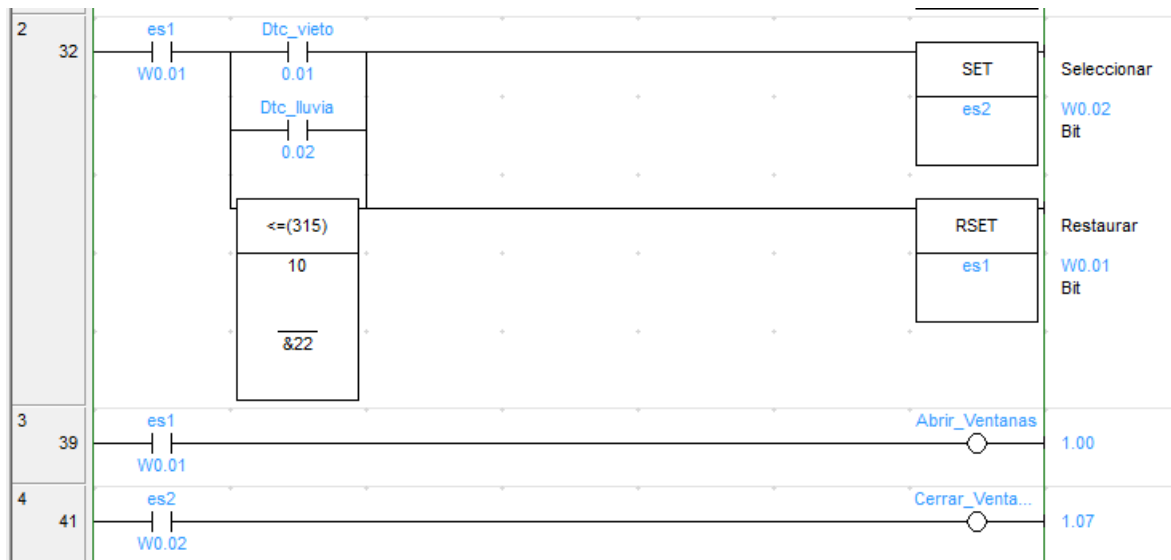
6.1.1 Apertura / cierre de ventanas

Las ventanas, tanto superiores como laterales, se abrirán al detectar la luz solar y si no se detecta lluvia ni viento y si estamos a más de 22°C. Y se cerrarán al no detectar luz solar o detectar lluvia o viento fuerte o cuando la temperatura sea inferior a 22°C.



A continuación vamos a ver la programación de estos estados:



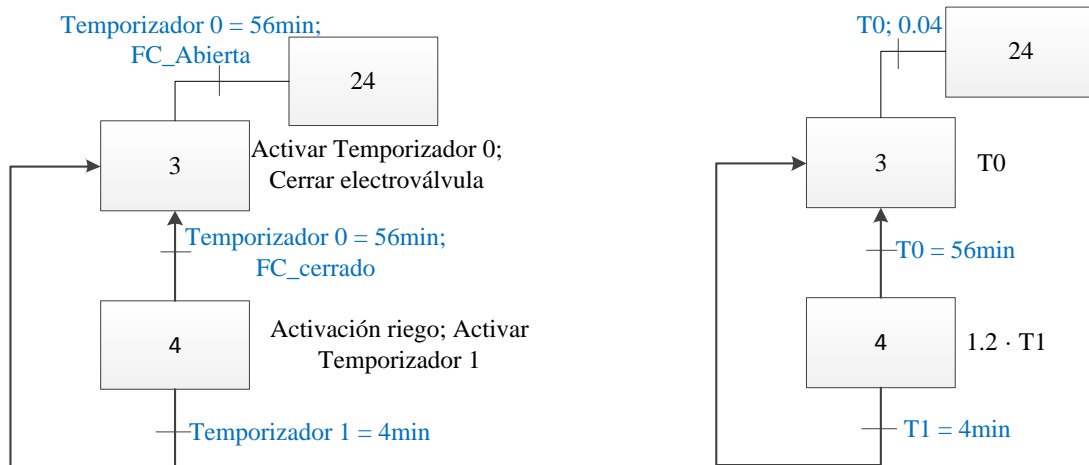


6.1.2 Riego

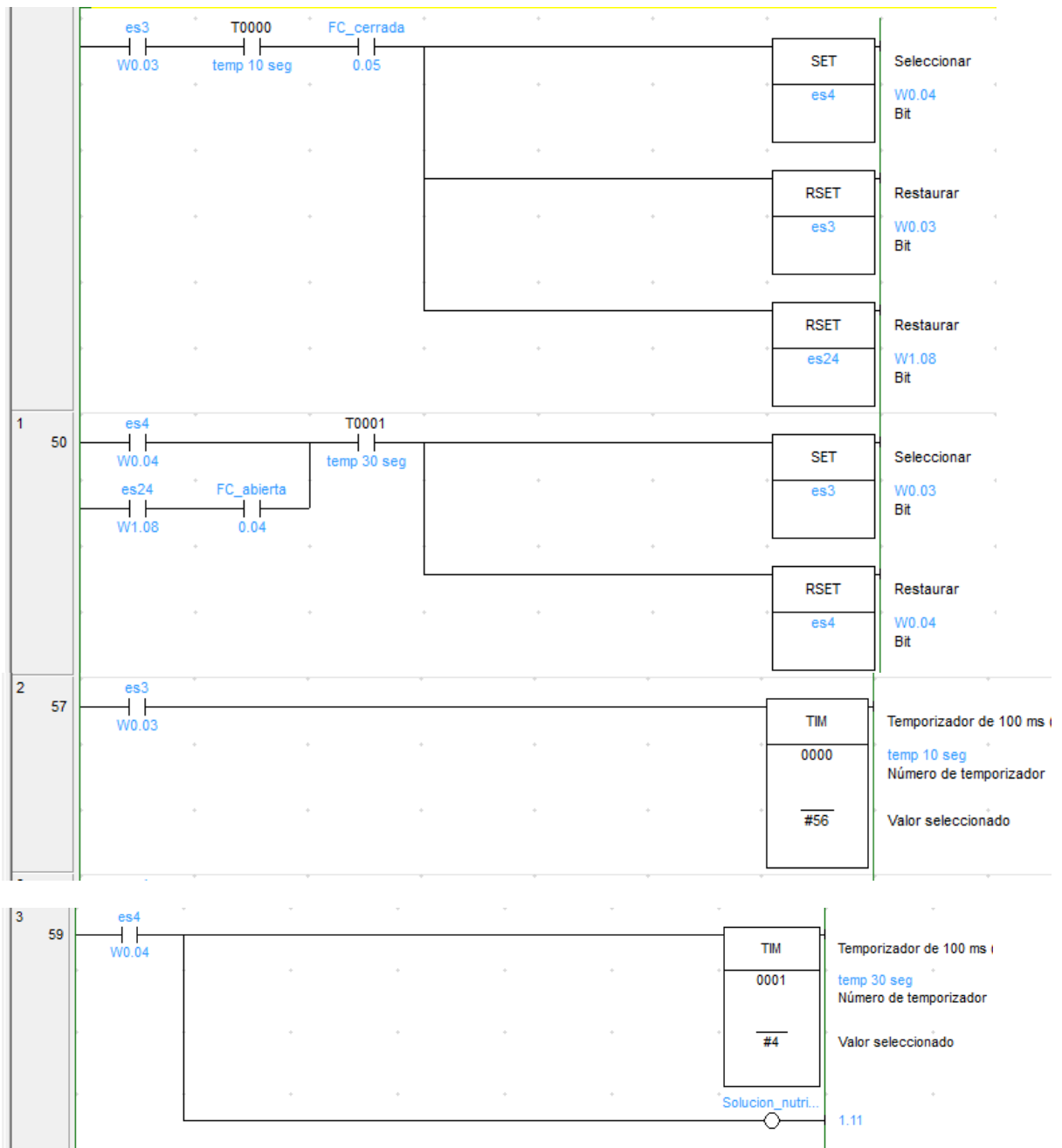
Queremos conseguir unas características constantes a lo largo el año, con lo que vamos a programar a lo largo del día 24 riegos de 4 minutos cada uno.

Tendremos un temporizador que nos va a hacer de válvula para detectar los 56 minutos que el riego debe estar desactivado.

Este *grafcet*, tal y como veremos en el punto de solución nutritiva, se mezcla con el apartado ya mencionado.



A continuación vamos a ver la programación de estos estados:

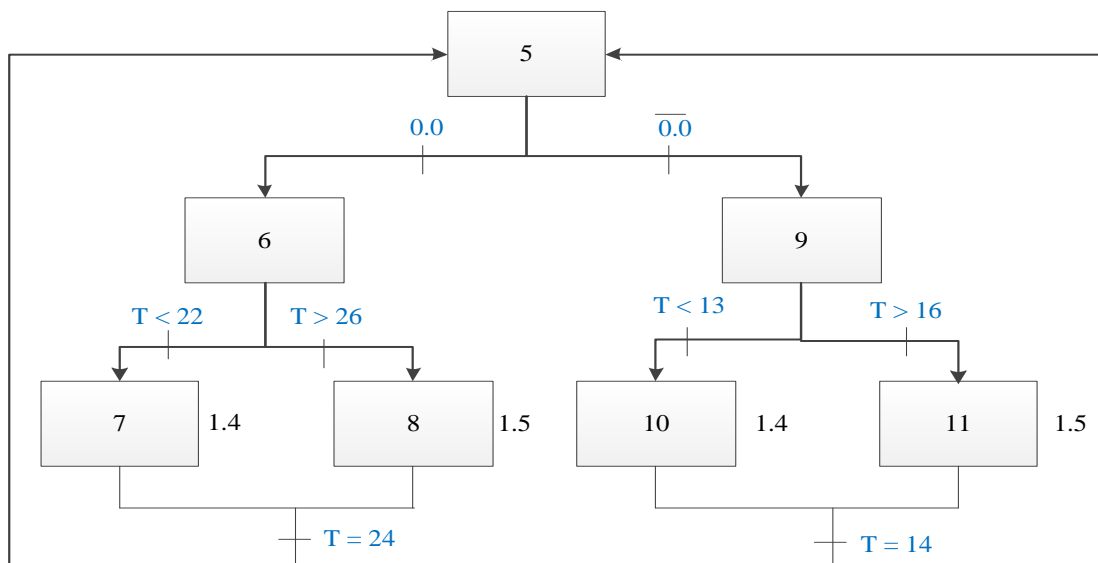
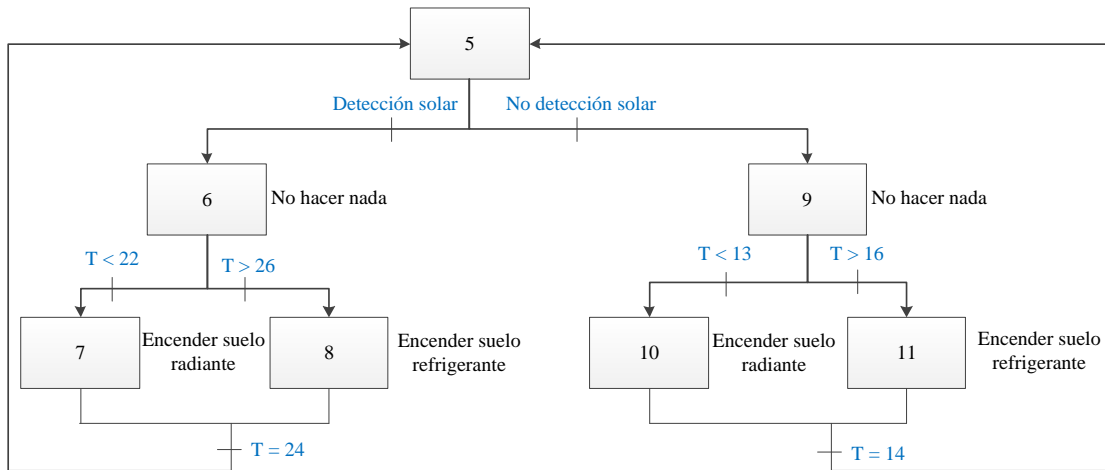


6.1.3 Climatización

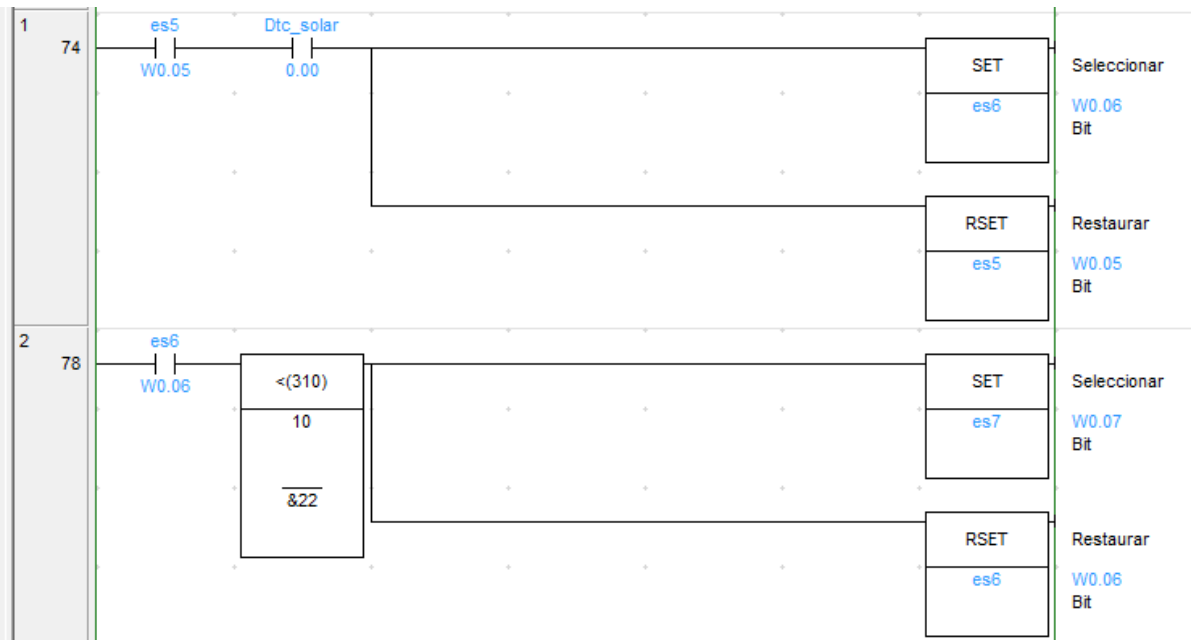
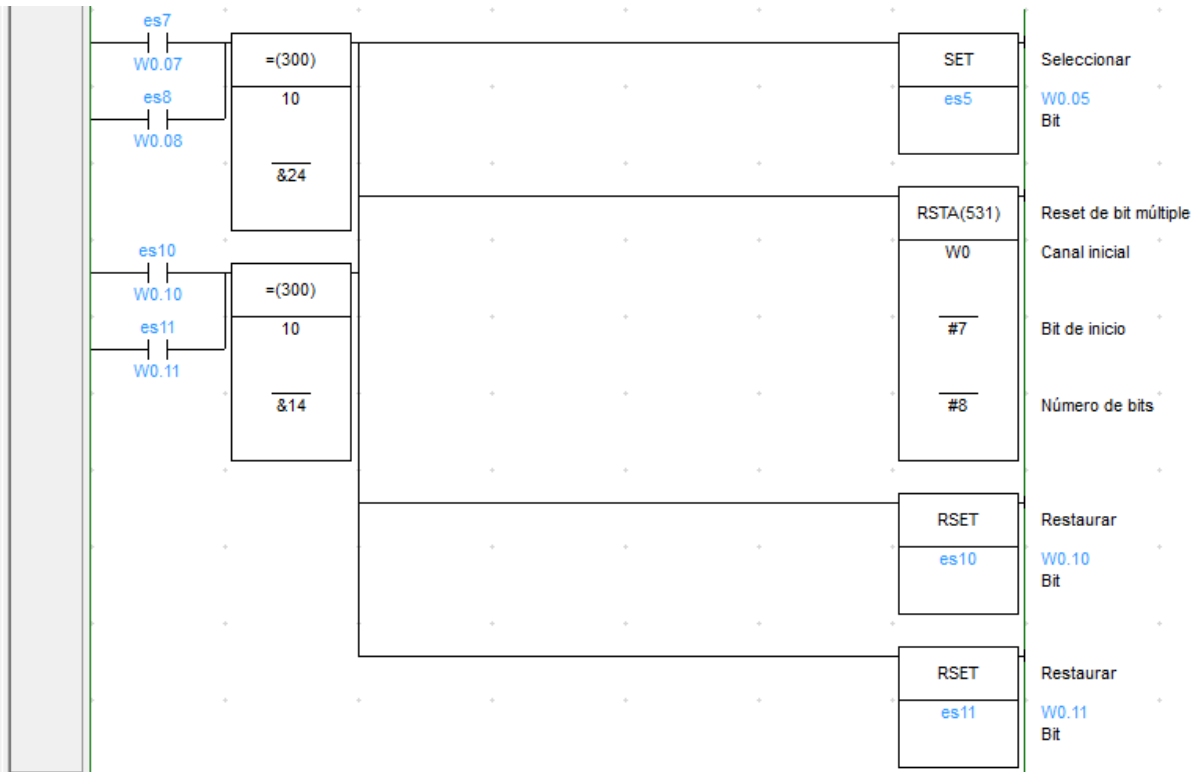
Si es de día, el detector de luz solar detectará, y tendremos una temperatura dentro del invernadero de entre 22 y 26°C. Si el detector de temperatura detecta inferior a 22°C encenderemos la calefacción mediante suelo radiante y estiraremos las mallas manualmente. Si el detector de temperatura detecta superior a 26°C, encenderemos el suelo refrigerante.

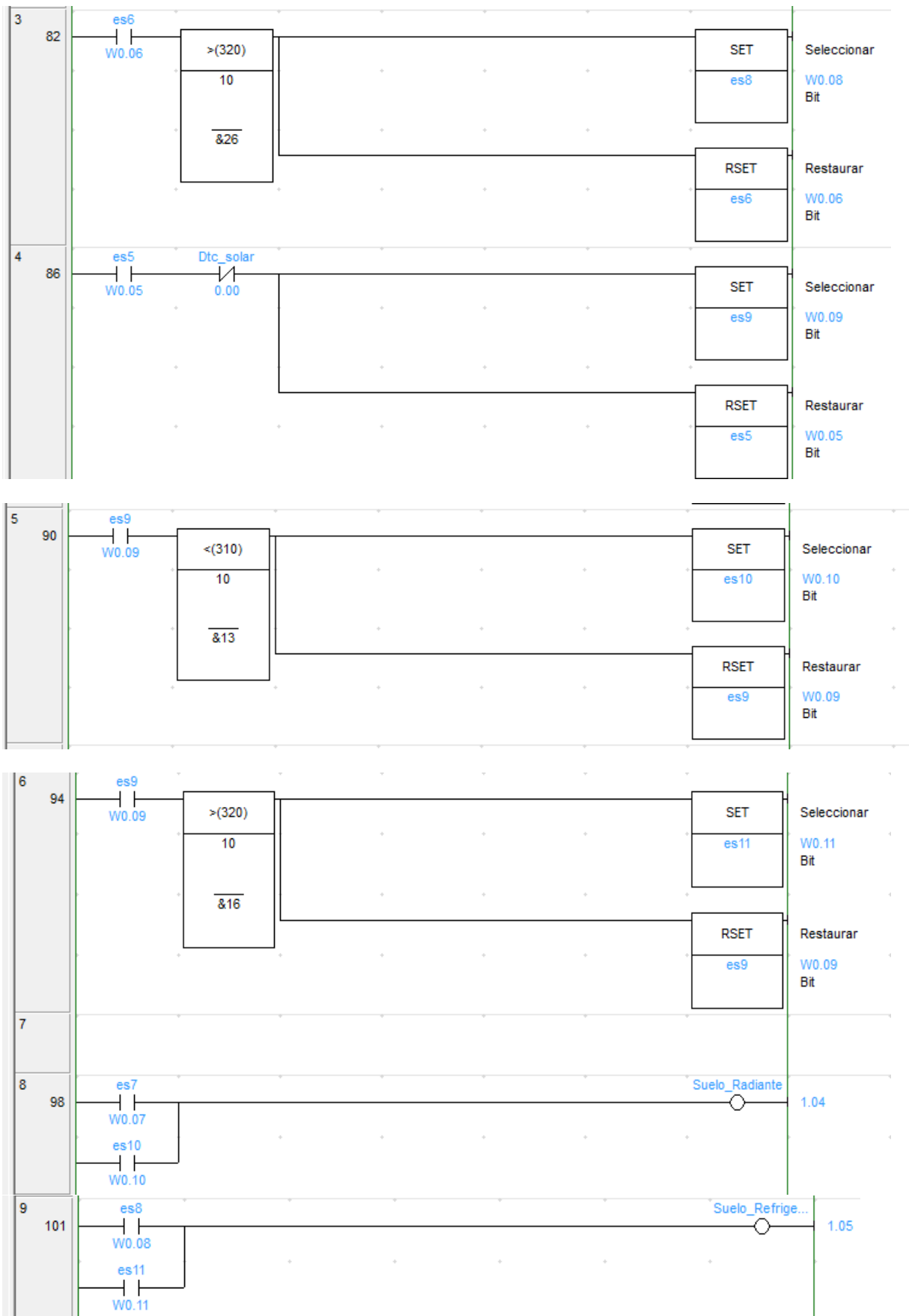
Si es de noche, el detector de luz solar no detectara, y tendremos una temperatura dentro del invernadero e entre 13 y 16°C. Si el detector de temperatura detecta inferior a 13°C encenderemos la calefacción mediante suelo radiante y estiraremos las mallas

manualmente. Si el detector de temperatura detecta superior a 16°C, encenderemos el suelo refrigerante.



A continuación vamos a ver la programación de estos estados:





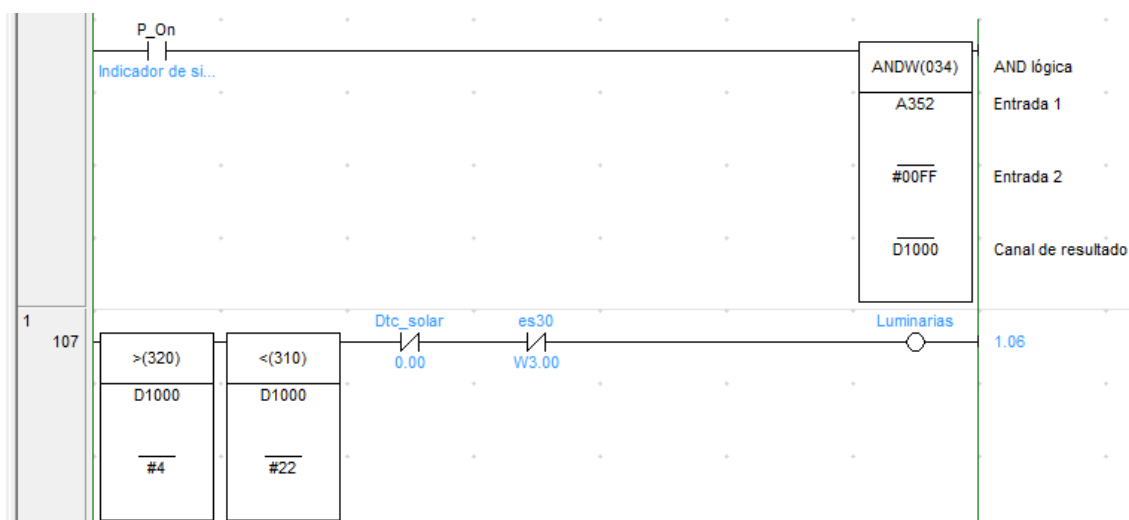
6.1.4 Iluminación

La luminosidad óptima para el buen crecimiento de las tomateras es de 18 horas diarias de luz y en consecuencia, 6 horas de oscuridad.

Una de las opciones del PLC utilizado para el desarrollo de este proyecto, es poder obtener la hora en la que nos encontramos en el momento exacto. Gracias a esta opción, conseguimos establecer un rango horario el cual hemos decidido que sea de 4 de la mañana a 10 de la noche, haciendo así las 18 horas de luz necesarias para la óptima producción.

Durante este período de tiempo encenderemos las luces en caso de que la luz no sea la necesaria, consiguiendo con de esta forma crear las condiciones óptimas de iluminación.

Este programa, no requiere de graficet por su sencilla programación, por lo que se adjuntará directamente la imagen en la que se muestra cómo hemos programado la sentencia.



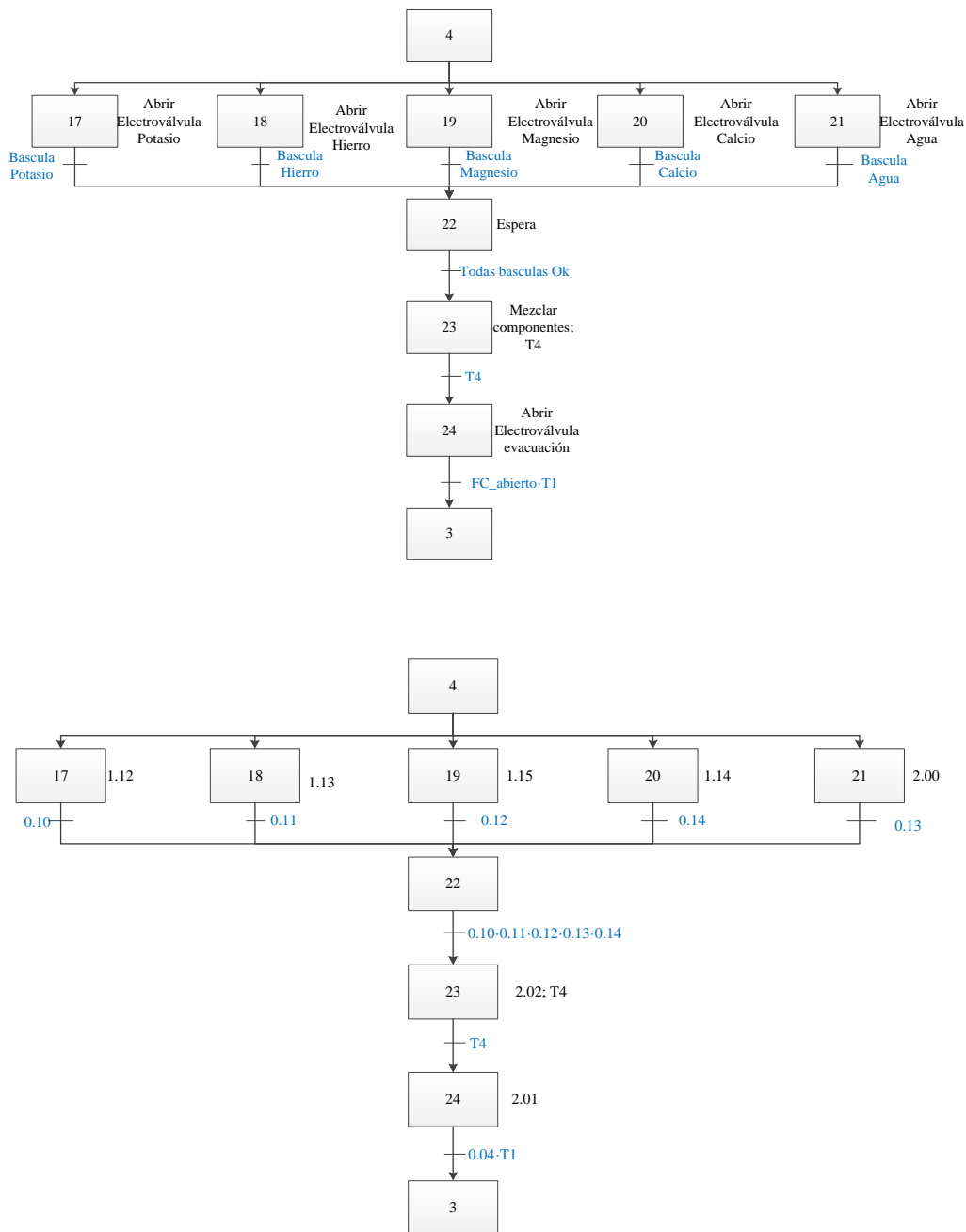
6.1.5 Solución nutritiva del cultivo

A partir de los nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta (Potasio, Magnesio, Calcio y Hierro), mezclándolos juntamente con agua conseguiremos la solución deseada. Para ello utilizaremos unas básculas que nos indicarán el peso de cada elemento, con lo que sabremos la cantidad de producto que estamos echando en cada momento.

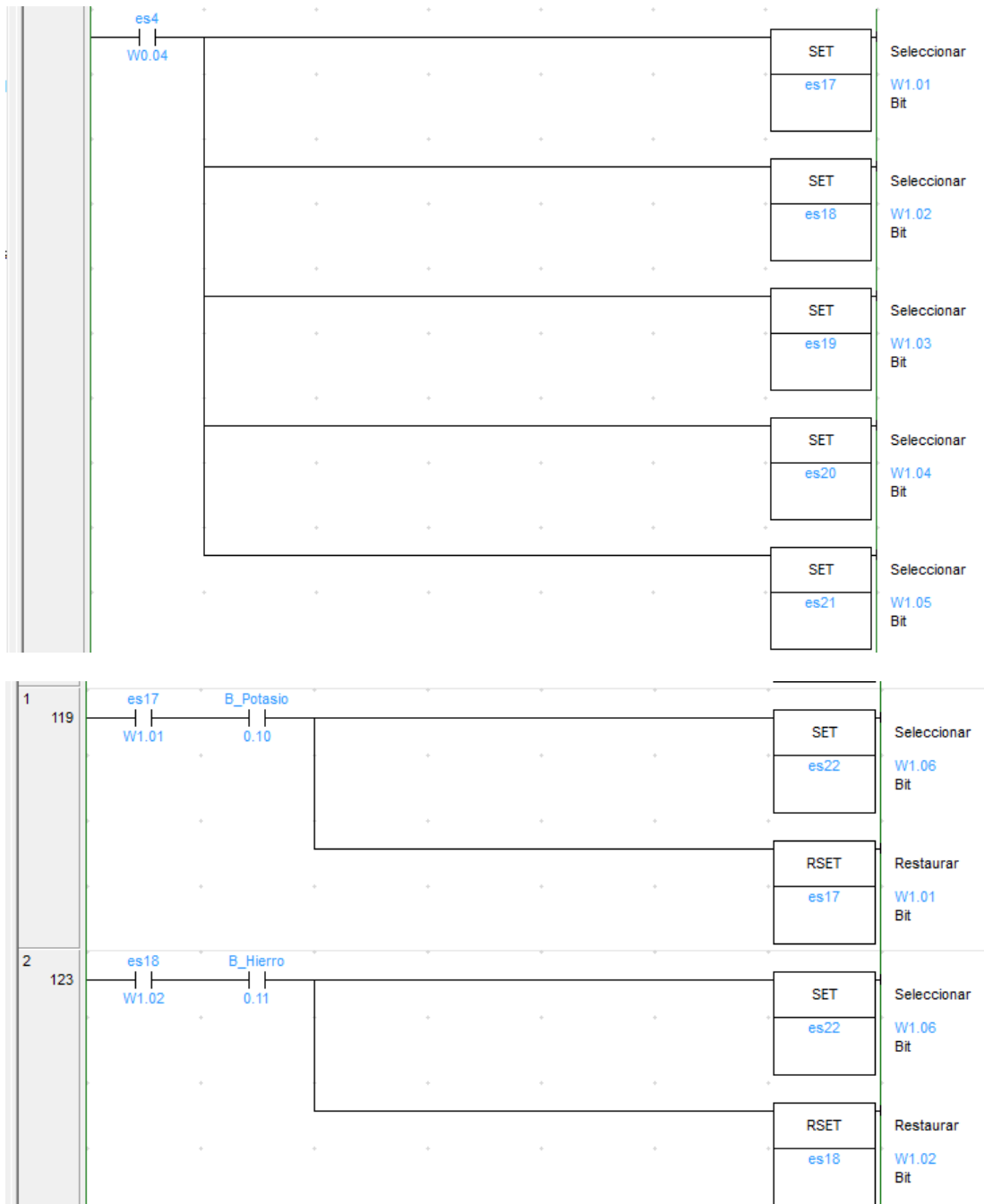
En el instante en que lleguemos al valor deseado, la electroválvula cerrará el suministro del producto y pasará a un estado de espera hasta que todos los componentes hayan llegado a los valores predeterminados.

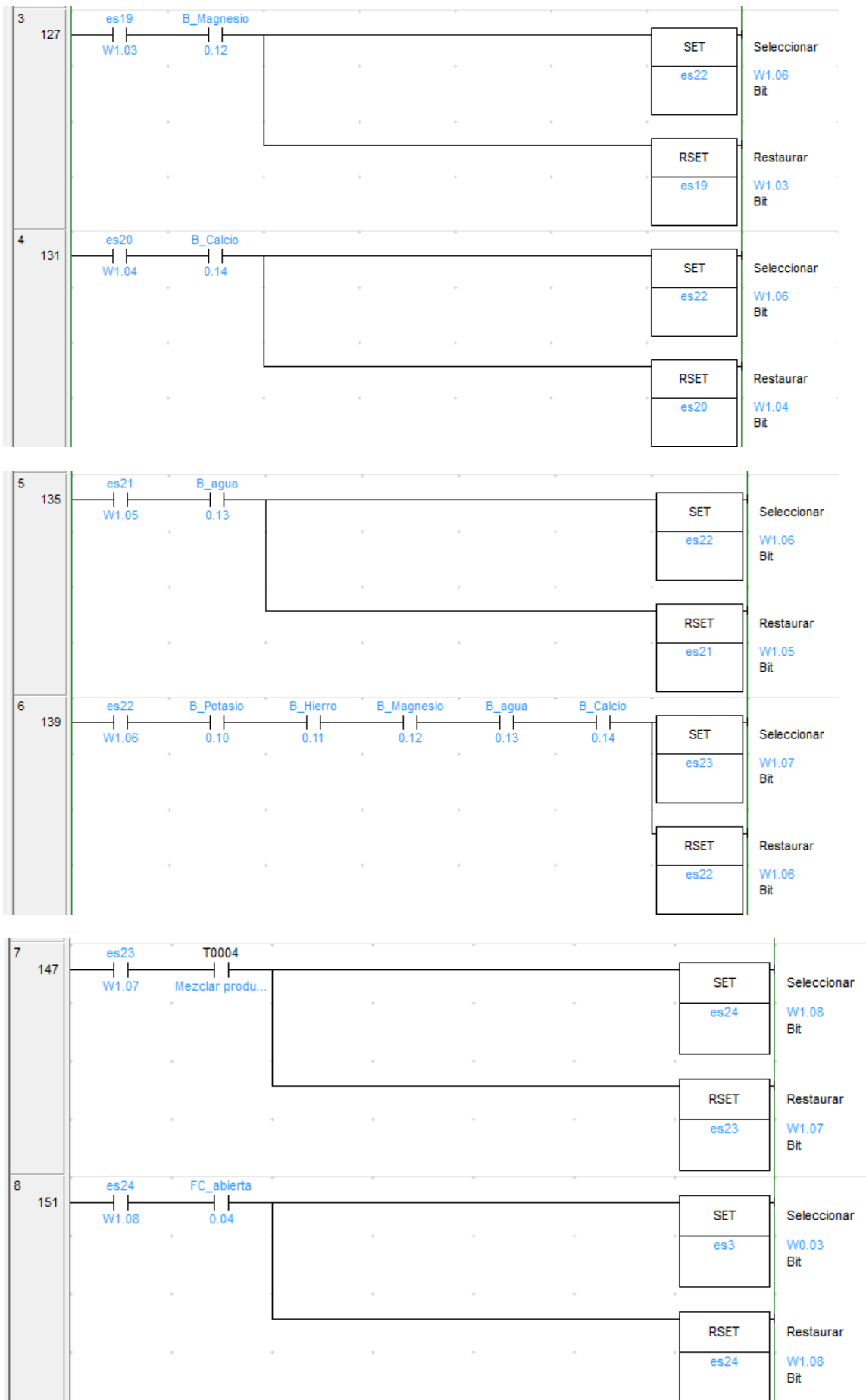
En este momento pasaremos a mezclar todos los componentes durante 20 segundos gracias al temporizador 4. Cuando este tiempo haya pasado abriremos la electroválvula para evacuar el producto y poder así regar las plantas.

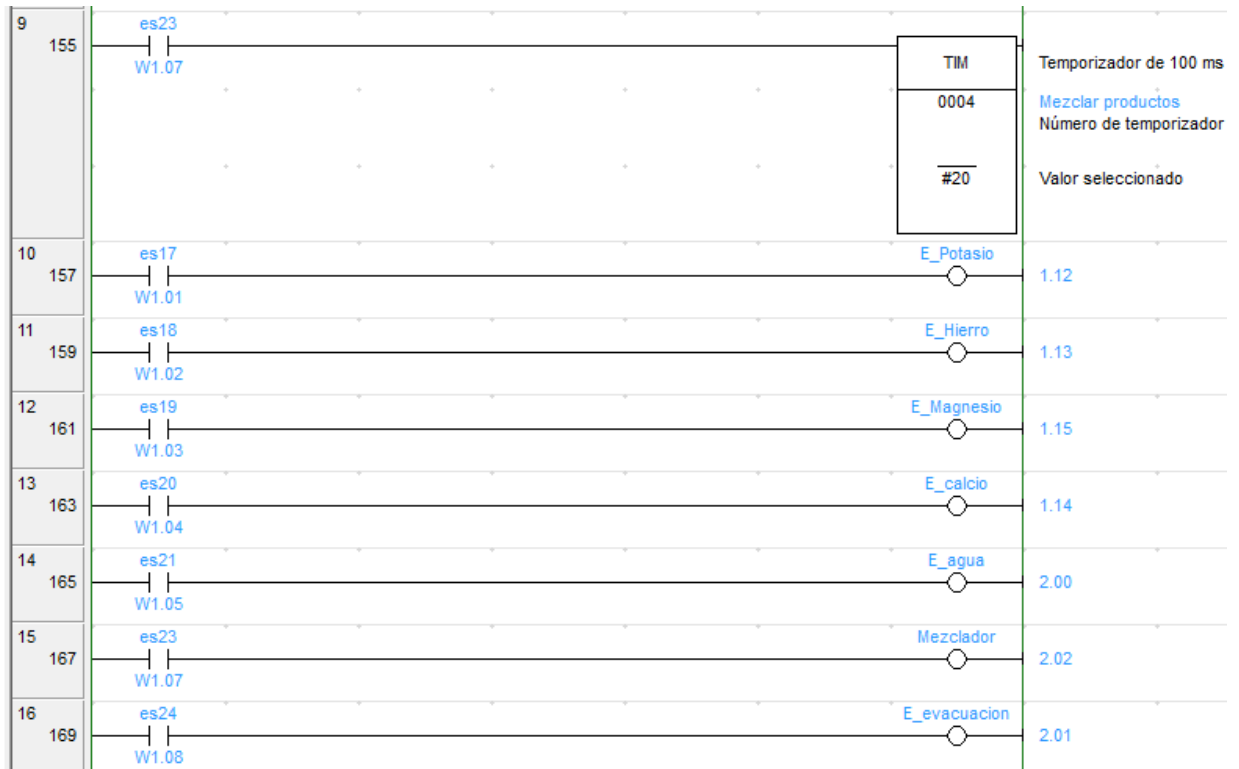
Este *grafcet* se mezcla con el *grafcet* de riego, ya que mientras estamos en el estado de regado (estado 4), pasaremos a este programa en el cual haremos la solución para poder regar las planas. Al finalizarlo volveremos de nuevo al programa de riego y así sucesivamente. Es por ello que en la última transición tenemos que esperar a que se acabe el temporizador T1, correspondiente al tiempo de regado, es decir, que estaremos regando con la solución nutritiva hasta finalizar el tiempo de regado.



A continuación vamos a ver la programación de estos estados:







6.2 PROGRAMACIÓN INTERFICIE SCADA

Para poder controlar el invernadero y todas sus partes automatizadas cómodamente, hemos creado una interface mediante el Scada.

En la *Figura 6.2.1*, podemos ver una imagen de la pantalla principal de la aplicación, donde podemos encontrar una barra de navegación horizontal y otra de vertical, las cuales van a estar fijas en toda la aplicación. De esta forma, se facilita el entendimiento al operario.



Figura 6.2.1 Pantalla inicial del panel de control diseñado

En la Figura anterior también podemos ver como la barra inferior se divide en dos bloques, Monitorización y Supervisión. En la parte de Monitorización, encontramos los botones destinados a la visualización de la producción donde podremos escoger que tipo de cosecha deseamos conrear, con qué cantidad de nutrientes y en qué sección deseamos hacerlo. Por contra, en supervisión encontramos las Alarmas, el Layout y las variables; donde podremos observar el funcionamiento del sistema en tiempo real y podremos modificar las variables que intervienen en el sistema. Además en caso de que haya un comportamiento anómalo del sistema se podrá visualizar en la pestaña de alarma.

En todo momento sabremos la hora y el día en el que nos encontramos gracias al reloj situado en la misma barra. Este reloj tiene la función de en caso de que se haya producido una alarma dejar constancia de en qué momento ha sucedido.

A la derecha de la pantalla encontramos tres botones en los cuales podremos encontrar ayuda básica sobre el funcionamiento de la interfaz.

A continuación, vamos a poder ver las diferentes pantallas dentro de la interface creada:

6.2.1 Secciones

En la *Figura 6.2.2* vemos la siguiente pantalla, tenemos dibujada la planta del invernadero donde, observamos las diferentes secciones en las que está dividido este mismo, para facilitar el cultivo de diferentes plantas u hortalizas.

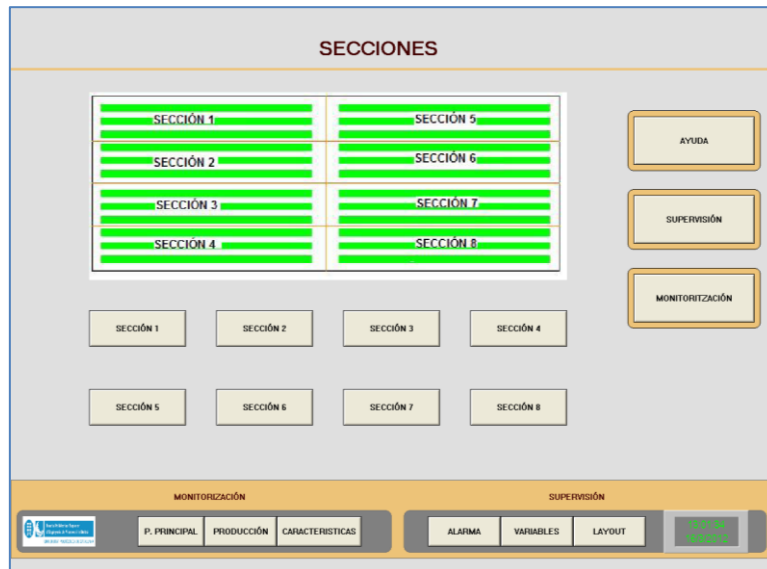


Figura 6.2.2 Pantalla de elección de sección a controlar

En la parte inferior de la representación del invernadero tenemos diferentes botones en los cuales podemos seleccionar y observar el estado de nutrientes, viento, y luz en la que se encuentra la sección seleccionada a tiempo real.

Al seleccionar uno de estos botones nos saldrá la siguiente pantalla, que podemos ver en la *Figura 6.2.3*, donde se podrá observar visualmente en que sección se encuentra en el plano y podremos ver a que niveles tenemos las diferentes variables que nos interesan. Además con el slider, podremos variar si nos interesa alguna de estas condiciones.

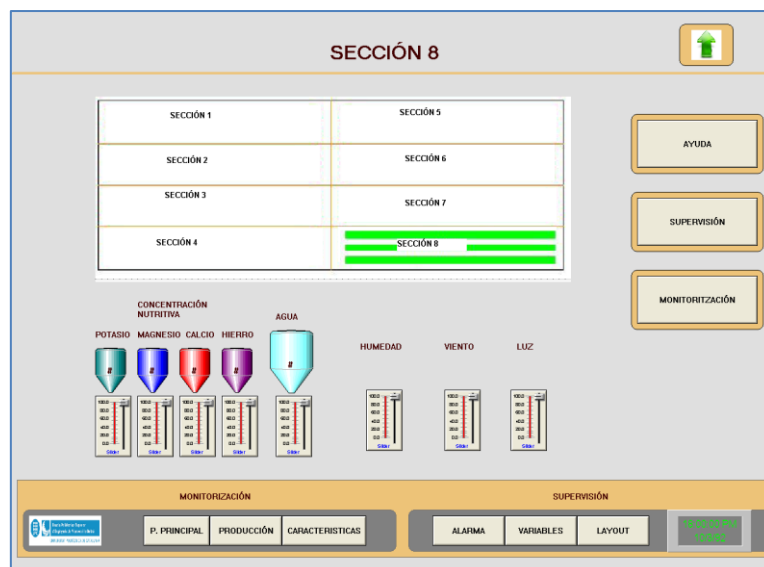


Figura 6.2.3 Sección seleccionada

6.2.2 Producción

En esta pantalla encontramos diferentes Imágenes, éstas simulan que tienen predefinidos los valores nutritivos deseados para ese tipo de plantación. Con solo apretar en la fotografía que nos interese podremos plantar ese tipo de cultivo, facilitando así la acción. En la *Figura 6.2.4* que se muestra a continuación podemos ver como quedaría la pantalla:



Figura 6.2.4 Pantalla de selección del cultivo a programar

6.2.3 Características

En la *Figura 6.2.5*, observaremos todos los valores de los nutrientes que encontramos en las diferentes secciones. Esta pantalla tiene la finalidad de con un simple golpe de vista poder observar cómo se encuentra cada una de las secciones del invernadero. Si deseásemos cambiar los parámetros de la pantalla sería necesario ir al botón de variables, en la barra de supervisión.

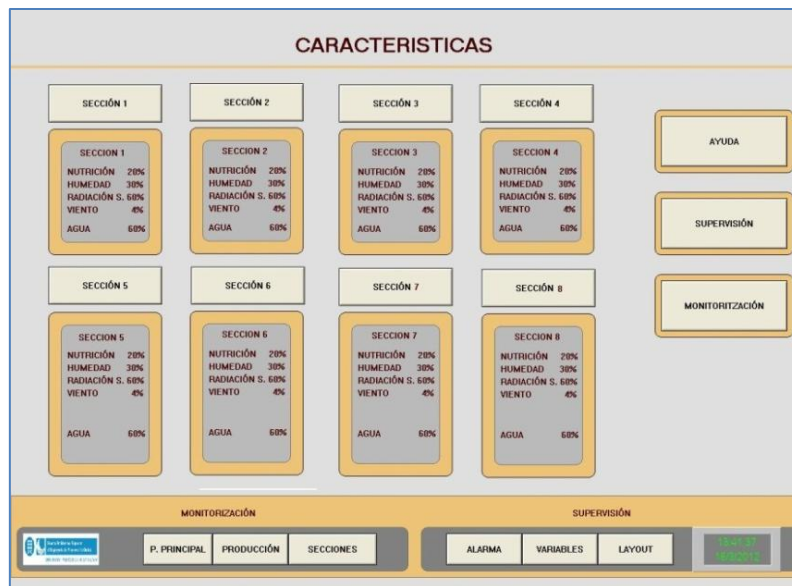


Figura 6.2.5 Pantalla de características del cultivo

6.2.4 Alarma

Al pulsar este botón accederemos a la pantalla que vemos en la Figura 6.2.6: En esta pantalla, podemos simular la activación de una alarma. En la parte derecha tenemos los selectores con los que podemos forzar las diferentes alarmas. Cada uno de estos selectores están asociados con los diferentes led's que se muestran en la pantalla central que corresponden a diferentes variables del sistema.

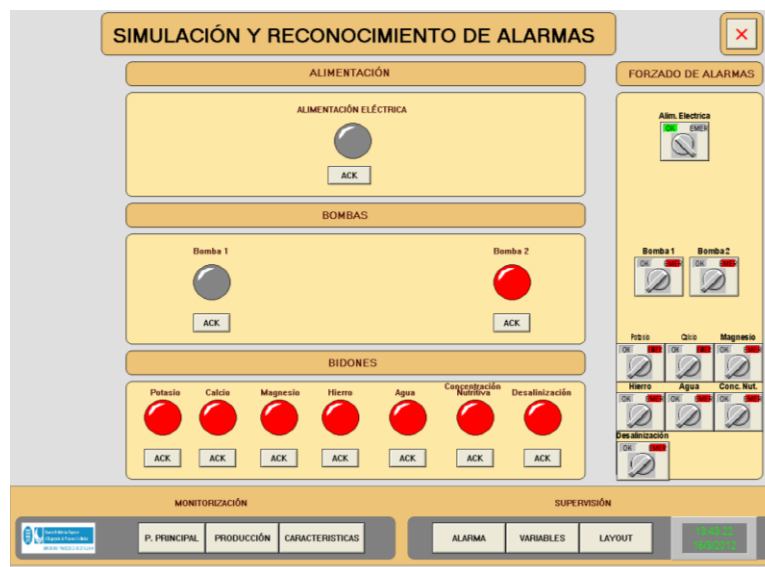


Figura 6.2.6 Simulación y actuación de alarmas.

Al activar el selector y ponerlo en posición de emergencia, el led correspondiente al selector activado comenzará a parpadear en rojo. En caso de que el selector esté en posición "OK", que es la posición en la que se encontrará el selector con un buen funcionamiento, el led estará apagado.

Si pulsamos la X de la pantalla que está situada en la parte superior derecha como se muestra en la *Figura 6.2.6* Accederemos a la pantalla de gestión de alarmas.

La pantalla de gestión de alarmas nos indica el informe de las diferentes alarmas que se han ido sucediendo, y será tal y como podemos ver en la *Figura 6.2.7*.

En la pantalla se podrá observar la fecha, hora, estado, prioridad, grupo y comentarios que puedan tener la alarma. Además para que sea mucho más visible en caso de que la alarma esté activada todavía saldrá en roja, si estuviera ya apagada saldrá en negro. En la imagen que se muestra a continuación se puede observar todo lo explicado anteriormente.

Date	Time	State	Priority	Name	Group	Comment
18 mar	13:41	UNACK	2	PresumB	Alim_Presum	Alarma en la ali...
18 mar	13:41	UNACK	3	FluID	pluID	Alarma en el pu...
18 mar	13:41	UNACK	3	FluID	pluID	Alarma en el pu...
18 mar	13:41	UNACK	3	FluID	pluID	Alarma en el pu...
18 mar	13:41	UNACK	2	Cap	capa	Alarma en el pu...
18 mar	13:41	UNACK	2	FluID	pluID	Alarma en el pu...
18 mar	13:46	ACK	4	opt	opt	Alarma en el pu...

Figura 6.2.7 Pantalla de gestión de alarmas

En esta pantalla encontramos también un botón, con el nombre de simulación de alarmas, en el que podremos volver a la pantalla anterior y volver a modificar las alarmas que nos interesen.

6.2.5 Variables

En esta pantalla encontraremos las diferentes variables que podemos controlar del sistema. Estas variables son:

- Control del depósito de agua
- Control de luz solar
- Control de velocidad del viento
- Control de nutrientes
- Control de humedad

Cada imagen está vinculada a una pantalla donde podremos modificar los parámetros que necesitemos en cada ocasión, tal y como podemos ver en la *Figura 6.2.8*.



Figura 6.2.8 Variables a controlar del invernadero

A continuación pasaremos a explicar cada uno de los diferentes controles:

6.2.5.1 Control del depósito de agua

En esta pantalla encontraremos los diferentes depósitos de agua nutrientes y la concentración nutritiva, acompañados de una gráfica en la que queda constancia del progreso que éstas han padecido. Además podemos observar visualmente en los depósitos el nivel que hay a tiempo real.

En la *Figura 6.2.9* encontramos la pantalla del control de agua:

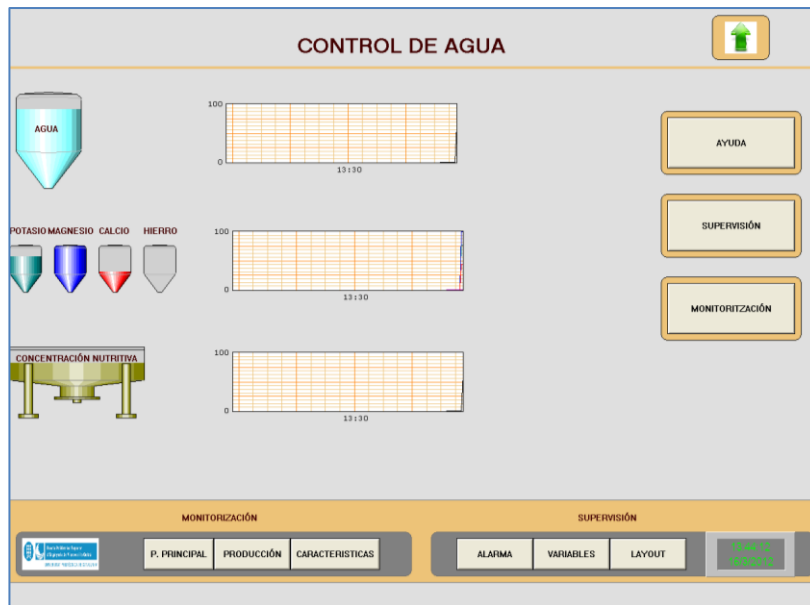


Figura 6.2.9 Pantalla de control de agua

En la segunda gráfica, tendremos cuatro líneas de diferentes colores. Estos colores serán idénticos al color de la tolva correspondiente.

6.2.5.2 Control de luz solar

En esta pantalla tenemos una gráfica sacada de la página oficial del AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), tal como vemos en la *Figura 6.2.10*.

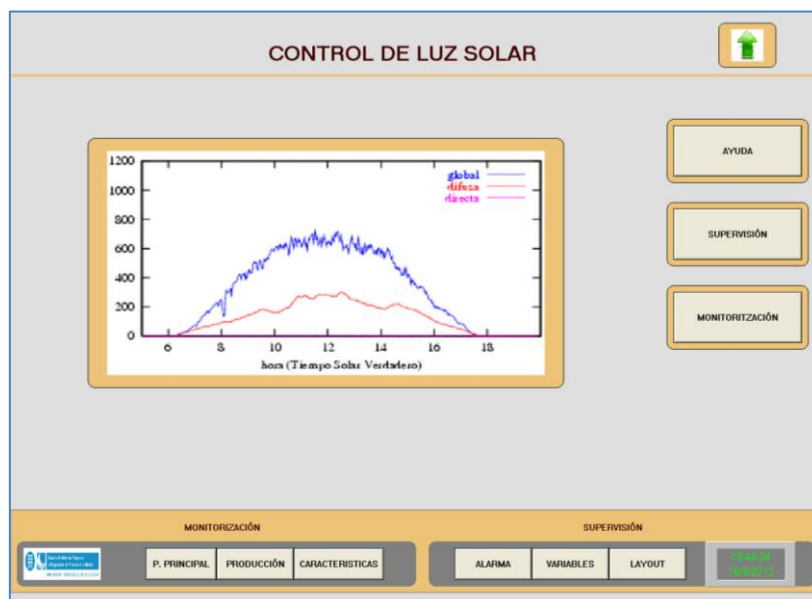


Figura 6.2.10 Pantalla de control de la luz solar.

Esta grafica nos da información para poder tomar la decisión de encender las luces o no según las necesidades requeridas por el cultivo que hay en el momento.

6.2.5.3 Control de la velocidad del viento

En esta pantalla encontramos una gráfica que nos da la velocidad del viento, cosa que nos servirá para saber si debemos o no cerrar las ventanas laterales del invernadero y la cubierta del mismo. La pantalla se muestra en la *Figura 6.2.11*:



Figura 6.2.11 Pantalla de control del viento.

La gráfica, al igual que la gráfica anterior ha sido extraída de la página oficial del AEMET (Agencia Estatal de Meteorología).

6.2.5.4 Control de Nutrientes

En esta pantalla encontramos el estado de los nutrientes según en la sección que nos encontramos. Es una forma rápida de ver qué cantidad de nutrientes tenemos a tiempo real en cada sección. Este control será como la *Figura 6.2.12*.

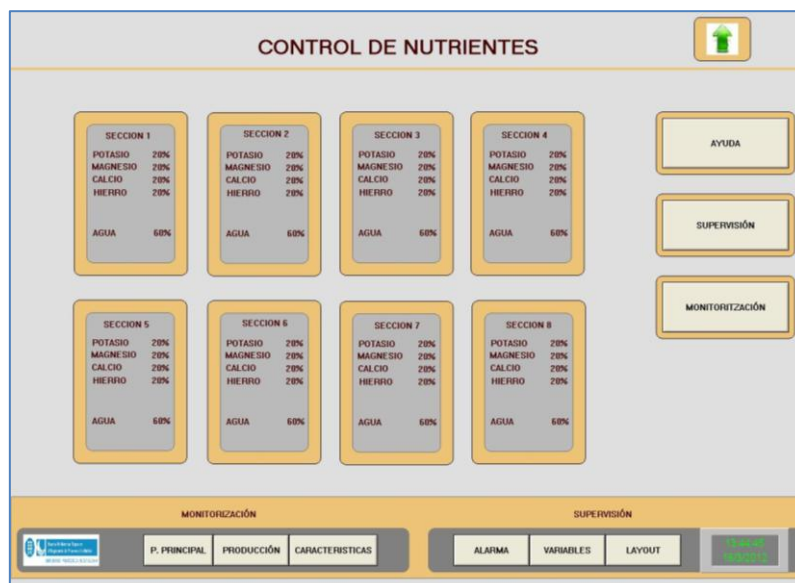


Figura 6.2.12 Pantalla de control de nutrientes según la plantación.

6.2.5.5 Control de humedad

En esta pantalla tenemos la gráfica extraída de la página oficial del AEMET (Agencia Estatal de Meteorología). Este control nos facilita saber si es necesario encender los aspersores para incrementar la humedad del invernadero y así optimizar las condiciones de cultivo o no. En la *Figura 6.2 13*, encontramos la pantalla correspondiente al control de humedad:

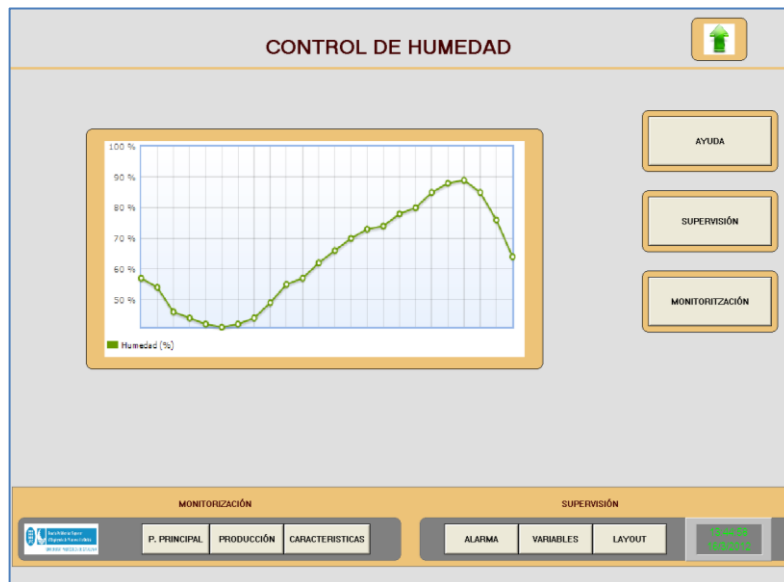


Figura 6.2.13 Pantalla de control de humedad

6.2.6 Layoyot

En esta pantalla encontramos el funcionamiento del sistema, además es desde aquí donde podremos modificar las variables que nos interesen. Esta pantalla está creada de una manera muy visual para intentar facilitar al máximo la utilización de esta interfaz. En la *Figura 6.2.14* que se adjunta a continuación se puede ver como sería el modelo.

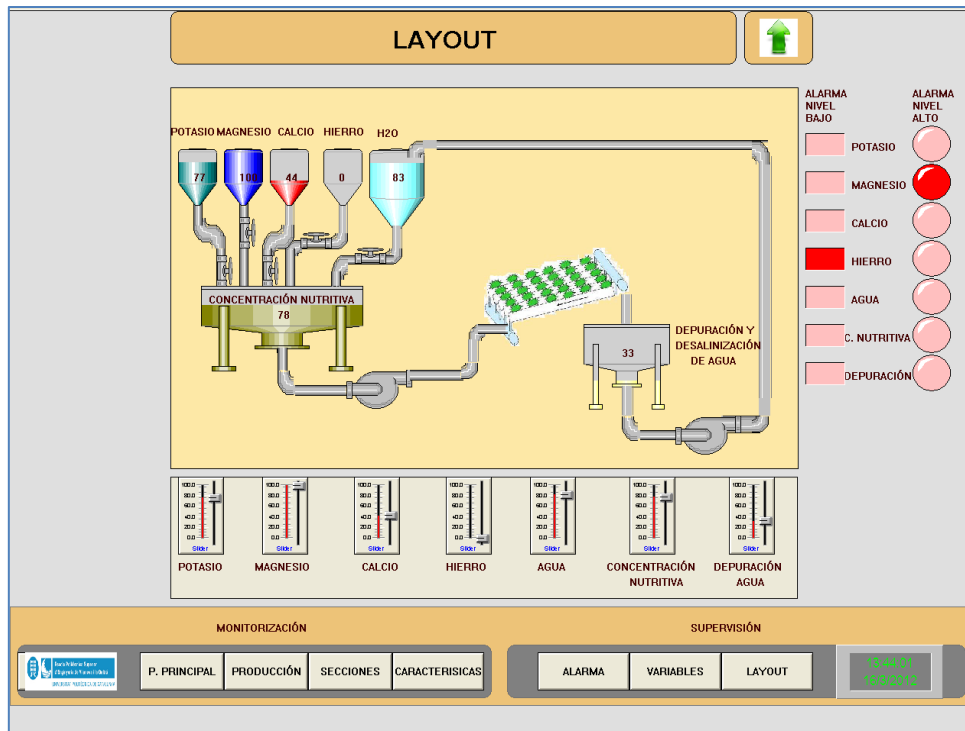


Figura 6.2.14 Pantalla de layout

En esta pantalla tenemos en el lateral derecho una tabla donde hay unos led's y estos nos indican si el nivel de las tolvas es demasiado alto o por el contrario, demasiado bajo. Es un sistema de alarmas muy importante, para evitar quedarnos sin material o que el material sobre salga de las tolvas. En la parte inferior, encontramos los sliders con los que podremos simular el llenado y vaciado de estas tolvas que podemos visualizar en la pantalla. Debajo de cada slider, encontramos el nombre de la variable la cual estos controlan.

Cada tolva está dibujada de un color diferente, para distinguir los materiales que estas contienen. Además estas tienen en su interior el valor a la cual se encuentran de llenado.

PLIEGO CONDICIONES

Capítulo 7. **NORMATIVA**

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

7.1 INSTALACIÓN ELECTRICA

Según la normativa de baja tensión, de obligado cumplimiento y que prescribe las condiciones de montaje, explotación y mantenimiento de instalaciones de baja tensión, tendremos en cuenta los aspectos siguientes:

7.1.1 Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. Se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se colocará en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situará los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, en nuestro caso será de 2 m.

7.1.2 Conductores

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos. Podemos ver los conductores elegidos en el capítulo de cálculos eléctricos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

7.1.3 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

7.1.4 Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la paramenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicas, tal como indica la ITC-BT-21 destinada a locales húmedos.

7.1.4.1 Prescripciones generales

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada. Usaremos tubo de PVC para las uniones y canalizaciones de cableado.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas, tal como indica la ITC-BT-20.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

7.1.4.2 Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación. Podemos ver el diámetro elegido de los tubos en el capítulo de cálculos eléctricos.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes, siguiendo la normativa ITC-BT-21:

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación. Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a normativa española UNE. Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro. Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

Los tubos se fijarán a las paredes y techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas.

Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

El grado de resistencia a la corrosión será como mínimo 3.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

7.1.4.3 Conductores aislados fijados directamente en las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta. Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos. Estos dispositivos de sujeción serán hidrófugos y aislantes.

Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.

Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados.

Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.

Los extremos de los cables serán estanques cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad quedará asegurada con la ayuda de prensaestopas.

7.1.4.4 Conductores aislados en el interior de huecos

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

7.1.4.5 Conductores aislados con cubierta bajo canales

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". El grado de resistencia a la corrosión será 3. Las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama y aislantes. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

7.2 PROTECCIONES

7.2.1 Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por: Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia. Cortocircuitos. Descargas eléctricas atmosféricas.

Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

7.2.2 Protección contra sobretensiones

7.2.2.1 Categorías de las sobretensiones

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos. Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, aparataje: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc., canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc., motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida y otros equipos similares).

7.2.2.1.1 Medidas para el control de sobretensiones

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

- **Situación controlada:** cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar. Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

7.2.2.1.2 Selección de los materiales en la instalación

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante: En situación natural, cuando el riesgo sea aceptable. En situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

7.2.3 Protección contra contactos directos e indirectos

7.2.3.1 Protección contra contactos directos

Protección por aislamiento de las partes activas. Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD. Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

7.2.3.2 Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos. Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

7.2.4 Puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo. Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas. La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas. Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

7.2.4.1 Uniones a tierra

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por: Barras, tubos, Pletinas, conductores desnudos, Placas, Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones, Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas u otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes: conductores de tierra, conductores de protección y conductores de unión equipotencial principal.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de 2,5 mm², ya que los conductores de protección disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección utilizaremos conductores en los cables multiconductores. Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

7.2.4.2 Resistencia de las tomas de tierra

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en local o emplazamiento conductor

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y también con la profundidad

7.2.4.3 Tomas de tierra independientes

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

7.2.4.4 Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

7.2.5 Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598. Estarán protegidas contra la caída vertical de agua, IPX1 y no serán de clase 0. Los aparatos de alumbrado portátiles serán de clase II.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Las lámparas LED cumplirán las restricciones a la utilización de sustancias contaminantes como el plomo, polibromobifenilos, mercurio, cromo hexavalente, cadmio, polibromodifeniléteres, piroretardantes y piroretardantes, en aparatos eléctricos y electrónicos.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

7.2.6 Receptores a motor

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

7.3 INSTALACIÓN DE CARGA DE BATERÍAS

Según ITC-BT-28 pagina 3 y 4, de obligado cumplimiento, destinada a Generalidades y fuentes de alimentación, tendremos en cuenta los aspectos siguientes:

Para los servicios de seguridad la fuente de energía debe ser elegida de forma que la alimentación esté asegurada durante un tiempo apropiado.

Para que los servicios de seguridad funcionen en caso de incendio, los equipos y materiales utilizados deben presentar, por construcción o por instalación, una resistencia al fuego de duración apropiada.

Se elegirán preferentemente medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático al primer defecto. En el esquema IT debe preverse un controlador permanente de aislamiento que al primer defecto emita una señal acústica o visual. Los equipos y materiales deberán disponerse de forma que se facilite su verificación periódica, ensayos y mantenimiento.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- Baterías de acumuladores. Generalmente las baterías de arranque de los vehículos no satisfacen las prescripciones de alimentación para los servicios de seguridad.
- Generadores independientes.
- Derivaciones separadas de la red de distribución, efectivamente independientes de la alimentación normal.

Según ITC-BT-30, de obligado cumplimiento, destinada a instalaciones en locales en que existan baterías de acumuladores, tendremos en cuenta los aspectos siguientes:

Los locales en que deban disponerse baterías de acumuladores con posibilidad de desprendimiento de gases, se considerarán como locales o emplazamientos con riesgo de corrosión debiendo cumplir, además de las prescripciones señaladas para estos locales, las siguientes:

- El equipo eléctrico utilizado estará protegido contra los efectos de vapores y gases desprendidos por el electrolito.
- Los locales deberán estar provistos de una ventilación natural o forzada que garantice una renovación perfecta y rápida del aire. Los vapores evacuados no deben penetrar en locales contiguos.
- Las luminarias serán de material apropiado para soportar el ambiente corrosivo y evitar la penetración de gases en su interior.
- Los acumuladores que no aseguren por sí mismos y permanentemente un aislamiento suficiente entre partes en tensión y tierra, deberán ser instalados con un aislamiento suplementario. Este aislamiento no podrá ser afectado por la humedad.
- Los acumuladores estarán dispuestos de manera que pueda realizarse fácilmente la sustitución y el mantenimiento de cada elemento. Los pasillos de servicio tendrán una anchura mínima de 0,75 metros.
- Si la tensión de servicio en corriente continua es superior a 75 voltios con relación a tierra y existen partes desnudas bajo tensión que puedan tocarse inadvertidamente, el suelo de los pasillos de servicio será eléctricamente aislante.
- Las piezas desnudas bajo tensión, cuando entre éstas existan tensiones superiores a 75 voltios en corriente continua, deberán instalarse de manera que sea imposible tocarlas simultánea e inadvertidamente.

7.4 INSTALACIÓN GEOTERMICA

Según el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, de obligado cumplimiento y por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (BOE nº 23, de 26/01/08), tendremos en cuenta los aspectos siguientes:

La evaluación de impacto ambiental de proyectos constituye el instrumento más adecuado para la preservación de los recursos naturales y la defensa del medio ambiente.

Esta técnica singular, que introduce la variable ambiental en la toma de decisiones sobre los proyectos con incidencia importante en el medio ambiente, se ha venido manifestando como la forma más eficaz para evitar las agresiones contra la naturaleza, proporcionando una mayor fiabilidad y confianza a las decisiones que deban adoptarse, al poder elegir, entre las diferentes alternativas posibles, aquella que mejor salvaguarde los intereses generales desde una perspectiva global e integrada y teniendo en cuenta todos los efectos derivados de la actividad proyectada.

Anexo II: Grupo 3: Industria extractiva

Perforaciones profundas, con excepción de las perforaciones para investigar la estabilidad de los suelos, en particular Perforaciones geotérmicas

Según el Real Decreto Legislativo 661/2007, de 25 de mayo, de obligado cumplimiento y por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, tendremos en cuenta los aspectos siguientes:

Constituye el objeto de este real decreto Instalaciones que únicamente utilicen como energía primaria la geotérmica, la de las olas, la de las mareas, la de las rocas calientes y secas, la oceanotérmica y la energía de las corrientes marinas.

Artículo 39:

Tarifas y primas para instalaciones de la categoría b.3: geotérmica, de las olas, de las mareas, de las rocas calientes y secas, oceanográfica, y de las corrientes marinas.

Sin perjuicio de lo establecido en el artículo 36 anterior, para las instalaciones del grupo b.3, se podrá determinar el derecho a la percepción de una tarifa o prima, específica para cada instalación, durante los primeros quince años desde su puesta en servicio.

El cálculo de esta prima para cada instalación se realizara a través de los datos obtenidos en el modelo de solicitud del anexo VII.

Según el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, tendremos en cuenta los aspectos siguientes:

Ley de Aguas:

1. Es objeto de esta Ley la regulación del dominio público hidráulico, del uso del agua y del ejercicio de las competencias atribuidas al Estado en las materias relacionadas con dicho dominio en el marco de las competencias delimitadas en el artículo 149 de la Constitución.
2. Es también objeto de esta Ley el establecimiento de las normas básicas de protección de las aguas continentales, costeras y de transición, sin perjuicio de su calificación jurídica y de la legislación específica que les sea de aplicación.
3. Las aguas continentales superficiales, así como las subterráneas renovables, integradas todas ellas en el ciclo hidrológico, constituyen un recurso unitario, subordinado al interés general, que forma parte del dominio público estatal como dominio público hidráulico.
4. Corresponde al Estado, en todo caso, y en los términos que se establecen en esta Ley, la planificación hidrológica a la que deberá someterse toda actuación sobre el dominio público hidráulico.
5. Las aguas minerales y termales se regularán por su legislación específica, sin perjuicio de la aplicación de lo dispuesto en el apartado 2.

Según el Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería (BOE nº 295, de 11/12/1978 y BOE nº 296, de 12/12/1978), tendremos en cuenta los aspectos siguientes:

Artículo 1.

Las actividades de exploración, investigación, aprovechamiento y beneficio de todos los yacimientos minerales y demás recursos geológicos que, cualquiera que sea su origen y estado físico, existan en el territorio nacional, mar territorial, plataforma continental y fondos marinos sometidos a la Jurisdicción o soberanía nacional, con arreglo a las Leyes españolas y convenciones internacionales vigentes ratificadas por España, se regularán por la Ley de Minas (RCL 1973, 1366) y el presente Reglamento.

Artículo 3.

No podrán abrirse calicatas, efectuar sondeos ni hacerse labores mineras a distancia menor de cuarenta metros de edificios, ferrocarriles, puentes o conducciones de agua; a menos de las distancias áticas que establezcan las leyes sobre carreteras, autovías y autopistas; a menos de cien metros de alumbramientos, canales, acequias y abrevaderos o fuentes públicas; ni dentro de los perímetros de protección de baños o aguas minero-medicinales o minero-industriales o termales, y recursos geotérmicos; a menos de 1.400

metros de los puntos fortificados, a no ser que en éste en último caso se obtenga licencia de la autoridad militar, y en los otros de la autoridad que corresponda, si se trata de obras y servidumbres públicas, o del dueño, cuando se trate de edificios o derechos de propiedad particular.

En las proximidades de las presas o embalses, vasos de pantanos y sus obras anexas, como aliviaderos, desagües de fondo y tomas de agua, la distancia mínima la fijará, en cada caso, el Organismo administrativo que tenga a cargo la vigilancia y conservación de las obras, pero los interesados afectados podrán acudir ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía correspondiente, y en el supuesto de que ésta discrepase de la fijación efectuada, lo comunicará a dicho Organismo, y de no haber avenencia, se someterá a la decisión del Consejo de Ministros.

Las distancias en profundidad de labores mineras se determinarán, en cada caso, mediante la aprobación de los proyectos o planes de labores reglamentarios.

Artículo 8.

Para el perfeccionamiento y actualización del conocimiento geológico y minero del país, toda persona natural o jurídica u órgano de la Administración que realice un trabajo, cualquiera que sea su clase y objeto, cuya profundidad sobrepase los 25 metros por debajo de la superficie del suelo emergido o a cualquier profundidad en suelos sumergidos, consolidados o no, deberá, además de obtener las autorizaciones que fueren pertinentes, informar con una antelación mínima de 15 días a la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía correspondiente, la fecha de iniciación de los trabajos.

En el escrito de comunicación, que se presentará por duplicado, se especificarán los siguientes datos:

La clase de trabajo o actividad de que se trate.
La finalidad del mismo, y, en su caso, el proyecto o programa de los trabajos a desarrollar.

Las autorizaciones obtenidas, así como El emplazamiento de los trabajos.

Según el comunicado COM (2005) 627 final, diciembre de 2005, por el que se aprueba la Comunicación de la Comisión sobre el apoyo a la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables, tendremos en cuenta los aspectos siguientes:

La Comisión analiza los avances conseguidos en materia de fuentes de energía renovables y presenta un balance del crecimiento de la producción y de la circulación de la energía renovable en el mercado interior. Las ayudas públicas se inscriben en un proceso de cooperación entre los Estados miembros. La Comisión no considera posible, de momento, una armonización de las normas sobre energía renovable, si bien indica que se trata, a largo plazo, del camino adecuado.

7.5 CALEFACCIÓN

Según el Real Decreto 1027/2007 del 20 de julio, de obligado cumplimiento y que prescribe las condiciones de instalaciones térmicas de edificaciones, tendremos en cuenta los aspectos siguientes:

Artículo 10. Exigencias técnicas de las instalaciones térmicas.

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse, de forma que se cumplan las exigencias técnicas de bienestar e higiene, eficiencia energética y seguridad que establece este reglamento.

Artículo 11. Bienestar e higiene.

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se obtenga una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que sean aceptables para los usuarios del edificio sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo los requisitos siguientes:

Calidad térmica del ambiente: las instalaciones térmicas permitirán mantener los parámetros que definen el ambiente térmico dentro de un intervalo de valores determinados con el fin de mantener unas condiciones ambientales confortables para los usuarios de los edificios.

Calidad del aire interior: las instalaciones térmicas permitirán mantener una calidad del aire interior aceptable, en los locales ocupados por las personas, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los mismos, aportando un caudal suficiente de aire exterior y garantizando la extracción y expulsión del aire viciado.

Higiene: las instalaciones térmicas permitirán proporcionar una dotación de agua caliente sanitaria, en condiciones adecuadas, para la higiene de las personas.

Calidad del ambiente acústico: en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades producidas por el ruido y las vibraciones de las instalaciones térmicas, estará limitado.

Artículo 12. Eficiencia energética.

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se reduzca el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, mediante la utilización de sistemas eficientes energéticamente, de sistemas que permitan la recuperación de energía y la utilización de las energías renovables y de las energías residuales, cumpliendo los requisitos siguientes:

Rendimiento energético: los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos, se seleccionarán en orden a conseguir que sus prestaciones, en cualquier condición de funcionamiento, estén lo más cercanas posible a su régimen de rendimiento máximo.

Distribución de calor y frío: los equipos y las conducciones de las instalaciones térmicas deben quedar aislados térmicamente, para conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de generación.

Regulación y control: las instalaciones estarán dotadas de los sistemas de regulación y control necesarios para que se puedan mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados, ajustando, al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de la demanda térmica, así como interrumpir el servicio.

Contabilización de consumos: las instalaciones térmicas deben estar equipadas con sistemas de contabilización para que el usuario conozca su consumo de energía, y para permitir el reparto de los gastos de explotación en función del consumo, entre distintos usuarios, cuando la instalación satisfaga la demanda de múltiples consumidores.

Recuperación de energía: las instalaciones térmicas incorporarán subsistemas que permitan el ahorro, la recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.

Utilización de energías renovables: las instalaciones térmicas aprovecharán las energías renovables disponibles, con el objetivo de cubrir con estas energías una parte de las necesidades del edificio.

Artículo 14. Condiciones generales para el cumplimiento del RITE.

Los agentes que intervienen en las instalaciones térmicas, en la medida en que afecte a su actuación, deben cumplir las condiciones que el RITE establece sobre diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento, uso e inspección de la instalación.

Para justificar que una instalación cumple las exigencias que se establecen en el RITE podrá optarse por una de las siguientes opciones:

Adoptar soluciones basadas en las Instrucciones técnicas, cuya correcta aplicación en el diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y utilización de la instalación, es suficiente para acreditar el cumplimiento de las exigencias;

Adoptar soluciones alternativas, entendidas como aquellas que se apartan parcial o totalmente de las Instrucciones técnicas. El proyectista o el director de la instalación, bajo su responsabilidad y previa conformidad de la propiedad, pueden adoptar soluciones alternativas, siempre que justifiquen documentalmente que la instalación diseñada satisface las exigencias del RITE porque sus prestaciones son, al menos, equivalentes a las que se obtendrían por la aplicación de las soluciones basadas en las Instrucciones técnicas.

Artículo 15. Documentación técnica de diseño y dimensionado de las instalaciones térmicas.

Las instalaciones térmicas incluidas en el ámbito de aplicación del RITE deben ejecutarse sobre la base de una documentación técnica que, en función de su importancia, debe adoptar una de las siguientes modalidades:

En este caso, la potencia térmica nominal a instalar en generación de calor o frío sea mayor o igual que 5 kW y menor o igual que 70 kW, el proyecto podrá ser sustituido por una memoria técnica; no es preceptiva la presentación de la documentación anterior para acreditar el cumplimiento reglamentario ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma para las instalaciones de potencia térmica nominal instalada en generación de calor o frío menor que 5 kW, las instalaciones de producción de agua caliente sanitaria por medio de calentadores instantáneos, calentadores acumuladores, termos eléctricos cuando la potencia térmica nominal de cada uno de ellos por separado o su suma sea menor o igual que 70 kW y los sistemas solares consistentes en un único elemento prefabricado.

En el caso de las instalaciones solares térmicas la documentación técnica de diseño requerida será la que corresponda a la potencia térmica nominal en generación de calor o frío del equipo de energía de apoyo.

Cuando la reforma implique el cambio del tipo de energía o la incorporación de energías renovables, en el proyecto o memoria técnica de la reforma se debe justificar la adaptación de los equipos generadores de calor o frío y sus nuevos rendimientos energéticos así como, en su caso, las medidas de seguridad complementarias que la nueva fuente de energía demande para el local donde se ubique, de acuerdo con este reglamento y la normativa vigente que le afecte.

Artículo 18. Condiciones de los equipos y materiales.

Los equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente.

La certificación de conformidad de los equipos y materiales, con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, se realizará mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente. Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantizan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

Se aceptarán, para su instalación y uso en los edificios sujetos a este reglamento, los productos procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea o de un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del

Espacio Económico Europeo, o de Turquía que cumplan lo exigido en el apartado 2 de este artículo.

Además de Normas UNE de obligado cumplimiento y las ordenanzas municipales y otras disposiciones oficiales.

7.6 INSTALACIÓN DE AGUA

Según CTE-RD314/2006, de obligado cumplimiento y que prescribe las normas básicas para instalaciones de suministro de agua, tendremos en cuenta los aspectos siguientes:

3.3. *NORMAS GENERALES*

Cada conexión directa a una unidad de acondicionamiento de aire o refrigeración que utilice agua de la red pública deberá equiparse con una válvula de retención a no más de 0.60 metros de la entrada del aparato.

Cada unidad que contenga más de nueve kilogramos de refrigerante estará provista de una válvula de seguridad instalada entre la válvula de retención y el aparato. Esta válvula se regulará a cuatro metros de columna de agua por encima de la presión máxima del agua en el punto de instalación.

Siempre que sea posible se preferirá la conexión no directa en cuyo caso no serán de aplicación los apartados 3.3.1. y 3.3.2. y el tubo de alimentación del agua deberá verter, por lo menos, 20 milímetros por encima del nivel máximo del aliviadero del depósito que reciba el agua.

Cuando se utilice una instalación de recirculación, la conexión no puede ser directa y el tubo de alimentación del agua deberá verter, por lo menos, 20 milímetros por encima del nivel máximo del aliviadero del depósito que reciba el agua.

Cuando el sistema exceda de las 3.000 frigorías por hora, el suministro requerirá un contrato específico para esta finalidad y deberá medirse por contador independiente del suministro para las otras finalidades.

5.7 *DEPÓSITOS DE RESERVA*

En la construcción de los depósitos para reserva de agua no se empleará material que sea absorbente o poroso. Los depósitos se dispondrán de forma que sea fácil su limpieza periódica. Aunque el nivel del agua debe estar en comunicación con la atmósfera, el depósito será cerrado y se garantizará la estanquidad de las piezas y empalmes que están unidos a él.

El tubo de alimentación verterá libremente y como mínimo 40 mm por encima del borde superior del rebosadero. El rebosadero del depósito estará convenientemente conducido a un desagüe apropiado, de manera que el extremo inferior de dicha

conducción vierta libremente a 40 mm por encima del borde superior del elemento que recoja el agua. El trazado del tubo de rebosadero será lo mas directo posible, debiéndose evitar los puntos altos que puedan interrumpir el desagüe por acumulación de aire.

El diámetro del tubo del rebosadero será como mínimo el doble del tubo de alimentación del depósito.

El punto inferior del orificio de salida estará como mínimo 50 mm por encima del fondo del depósito.

En la parte más baja del depósito se dispondrá un desagüe de fondo.

Para mas de 500 litros de capacidad se instalaran dos depósitos en paralelo de capacidad mitad, conectados entre si por su parte baja y de manera que la entrada y salida del agua se efectúe en depósitos distintos. Cada uno de los depósitos dispondrá de rebosadero.

La capacidad de reserva no será menor que las dos terceras partes de la dotación diaria del aforo ni mayor que el doble de la misma. En ningún caso será inferior a 200 litros.

Los depósitos estarán situados en la parte alta del inmueble y de manera que la altura del fondo sobre el grifo más elevado sea como mínimo de 3 metros.

Todas las cañerías y elementos que formen parte de la instalación de agua seguirán las normativas UNE, en cuanto a tolerancias, características mecánicas y condiciones técnicas de suministro. Siguiendo las recomendaciones del CTE sobre velocidad máxima en cañerías, se coge para el dimensionado de estas una velocidad máxima de 2m/s.

7.7 CULTIVO ECOLÓGICO

A los efectos de la presente ley, 17/2008, de 23 de diciembre, de Política Agraria y Alimentaria, se definen, de la manera en que figuran a continuación, los siguientes términos:

1. Agrario-agraria: concepto que abarca lo agrícola, lo ganadero y lo forestal.
2. Actividad agraria: el conjunto de trabajos que se requiere para la obtención de productos agrícolas, ganaderos y forestales, incluida su transformación, envasado y comercialización, siempre y cuando estas últimas se ejerzan dentro de una explotación, así como los trabajos que se requieran para el mantenimiento de una explotación.
3. Actividad agraria complementaria: la participación y presencia de la persona titular de la explotación en órganos de representación de carácter asociativo, cooperativo o profesional, siempre que éstos se hallen vinculados al sector agrario; la obtención de bienes y servicios medioambientales y de desarrollo rural; las turísticas, cinegéticas,

artesanales y otras actividades de diversificación realizadas en su explotación, tales como la producción de energía renovable.

4. Explotación agraria: el conjunto de bienes y derechos organizados empresarialmente por su titular, persona física o jurídica, en el ejercicio de la actividad agraria, primordialmente con fines de mercado y que constituye en sí misma una unidad técnico-económica. Potencialmente, se podrá exigir además la necesidad de una dimensión mínima de superficie de cultivo (unidad mínima de cultivo).

5. Explotación agraria familiar: aquella explotación en la que los bienes y derechos que constituyen la explotación agraria son aportados en régimen de propiedad, arrendamiento o bajo cualquier título de uso o disfrute por uno o varios miembros de la unidad familiar que, además, gestionan y administran las decisiones productivas y trabajan efectivamente en la explotación, siempre que el número de personas trabajadoras asalariadas de la explotación no supere a la mano de obra de los miembros de la unidad familiar que trabajan efectivamente en la misma.

6. Explotación agraria asociativa: aquella en la que la persona titular de la explotación sea una persona jurídica que agrupe a varios socios o asociados. La titularidad se regirá por los estatutos o normativa que regule la forma societaria.

7. Explotación prioritaria: aquella explotación agraria actualmente viable o que puede alcanzar o consolidar dicha viabilidad cumpliendo los requisitos que se establezcan o puedan establecerse reglamentariamente.

8. Unidad de producción: cada uno de los elementos o conjunto de elementos, si están en un mismo emplazamiento, pertenecientes a una explotación donde se desarrolla actividad agraria.

9. Parcela: delimitación del suelo agrario correspondiente a una unidad de producción.

10. Finca rústica: el conjunto de parcelas pertenecientes a la misma explotación que componen un continuo a efectos de demarcación entre ellas.

11. Titular de la explotación: la persona física o jurídica que ejerce la actividad agraria y, en su caso, complementaria, organizando los bienes y derechos integrantes de la explotación con criterios empresariales y asumiendo los riesgos y responsabilidades que puedan derivarse de la gestión de la explotación. A los efectos de esta ley, cuando la titularidad de la explotación la compartan varias personas físicas, cada una de ellas será considerada cotitular de la explotación.

12. Agricultor o agricultora: persona física que ejerce la actividad agraria.

13. Agricultor o agricultora profesional: la persona física o jurídica que, siendo titular

de una explotación agraria inscrita en el Registro de Explotaciones Agrarias de la Comunidad Autónoma del País Vasco, obtenga al menos el 50% de su renta total de actividades agrarias o de actividades agrarias complementarias, siempre y cuando la parte de renta procedente directamente de la actividad agraria realizada en su explotación no sea inferior al 25 % de su renta total y el tiempo de trabajo dedicado a actividades agrarias o agrarias complementarias sea superior a la mitad de su tiempo de trabajo total. Si es persona física, deberá estar dada de alta en el Régimen de la Seguridad Social que le corresponda en función de su actividad agraria.

14. Agricultor o agricultora a título principal: el agricultor o agricultora profesional persona física que obtenga anualmente, al menos, el 50 % de su renta total de la actividad agraria ejercida en su explotación, y cuyo tiempo de trabajo dedicado anualmente a actividades directamente relacionadas con la explotación sea igual o superior a la mitad de su tiempo de trabajo total.

Se entiende que una persona jurídica ejerce la agricultura a título principal siempre que el 50 % de los socios o socias sean considerados individualmente agricultores o agricultoras a título principal, según lo señalado anteriormente. Si son sociedades, salvo que la forma jurídica sea la sociedad civil, se requerirá además que las participaciones o acciones de sus socios o socias sean nominativas. En todo caso, en sus estatutos, o por acuerdo de la asamblea general de socios, deberá preverse que si hubiera traspaso de títulos entre sus socios o socias han de quedar garantizadas las condiciones anteriormente indicadas.

15. Agricultor o agricultora a tiempo parcial: persona física que obtiene anualmente menos del 50 % de su renta total de la actividad agraria ejercida en su explotación.

16. Joven agricultora o agricultor: persona física que ejerce la actividad agraria, o esté en fase de acceso a dicho ejercicio, y tiene menos de 40 años de edad.

17. Suelo agrario: aquel suelo de valor agronómico que soporta o es susceptible de soportar actividad agraria, así como los caminos agrarios y pistas forestales.

18. Animal de producción: los pertenecientes a especies cuyos ejemplares habitualmente sean, o haya probabilidades razonables de que puedan ser, mantenidos, cebados o criados para la producción, preferentemente de alimentos, para destino tanto humano como animal.

19. Subsectores productivos o agrarios: cada uno de los marcos productivos en los que se subdivide el sector agrario. Son subsectores productivos: vacuno leche, vacuno carne, hortícola, ovino leche, vitivinícola, cerealista, etc.

20. Alimentario-alimentaria: concepto que incluye lo relativo a la producción, transformación, envasado y comercialización de los alimentos procedentes en origen de

lo agrario, de la pesca, de la acuicultura, de los cultivos marinos, de la actividad cinegética y de la micológica, o de otros orígenes naturales.

21. Empresas agrarias y alimentarias: el entramado conjunto de las explotaciones agrarias y empresas que operan bien en el ámbito agrario, bien en el ámbito alimentario.

22. Industria agraria y alimentaria: el conjunto de instalaciones de bienes de equipo, con sus instalaciones complementarias precisas, para la manipulación de productos agrarios o alimentarios de la que se derivan nuevos productos, capaz de funcionar como una empresa autónoma.

23. Producción artesanal: la actividad de manipulación y transformación de productos agrarios, realizada por agricultores, de forma individual o asociativa, a partir de la materia prima obtenida en sus explotaciones.

24. Venta directa: actividad comercial en la que no existen intermediarios entre el productor o transformador y la persona consumidora.

PLANOS

Capítulo 8. PLANOS

A continuación encontramos los planos que nos definirán como será el invernadero una vez construido.

8.1 ÍNDICE DE PLANOS

8.1.1 Situación

Plano de Villalpando, ciudad donde situaremos el invernadero.

8.1.2 Emplazamiento

Plano de la parcela donde estará el invernadero.

8.1.3 Plano general

Plano de del invernadero y cobertizo en planta.

8.1.4 Plano general 3D

Vista del invernadero mediante simulación 3D.

8.1.5 Plano componentes.

Plano del invernadero con sus componentes.

8.1.6 Plano componentes 3D

Vista de componentes del cobertizo mediante simulación 3D.

8.1.7 Plano alumbrado

Plano con toda la luminaria y las líneas correspondientes.

8.1.8 Planos Unifilares

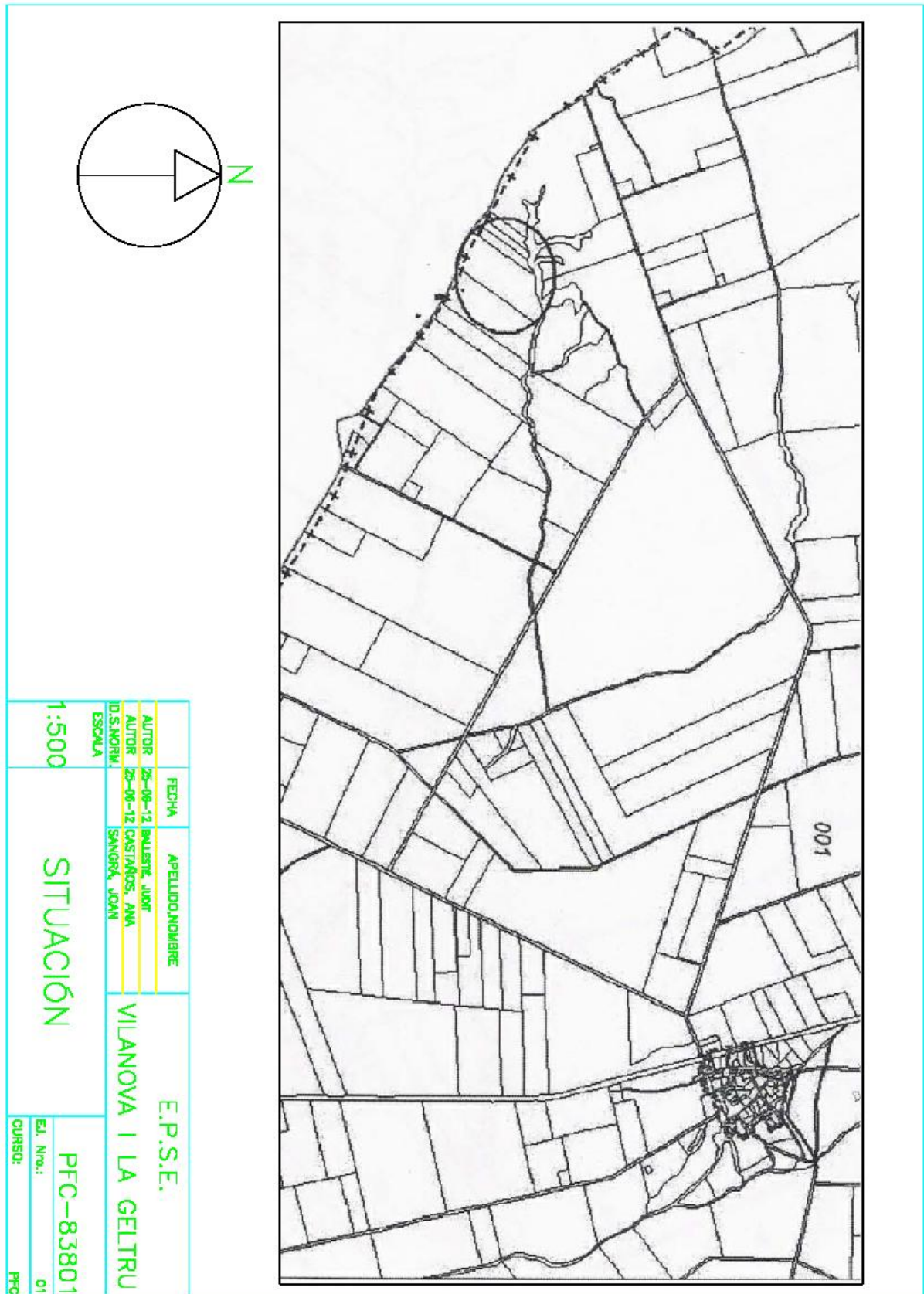
Planos con las conexiones eléctricas de todos los componentes instalados.

[Contiene 4 planos diferentes, todos de un mismo cuadro eléctrico].

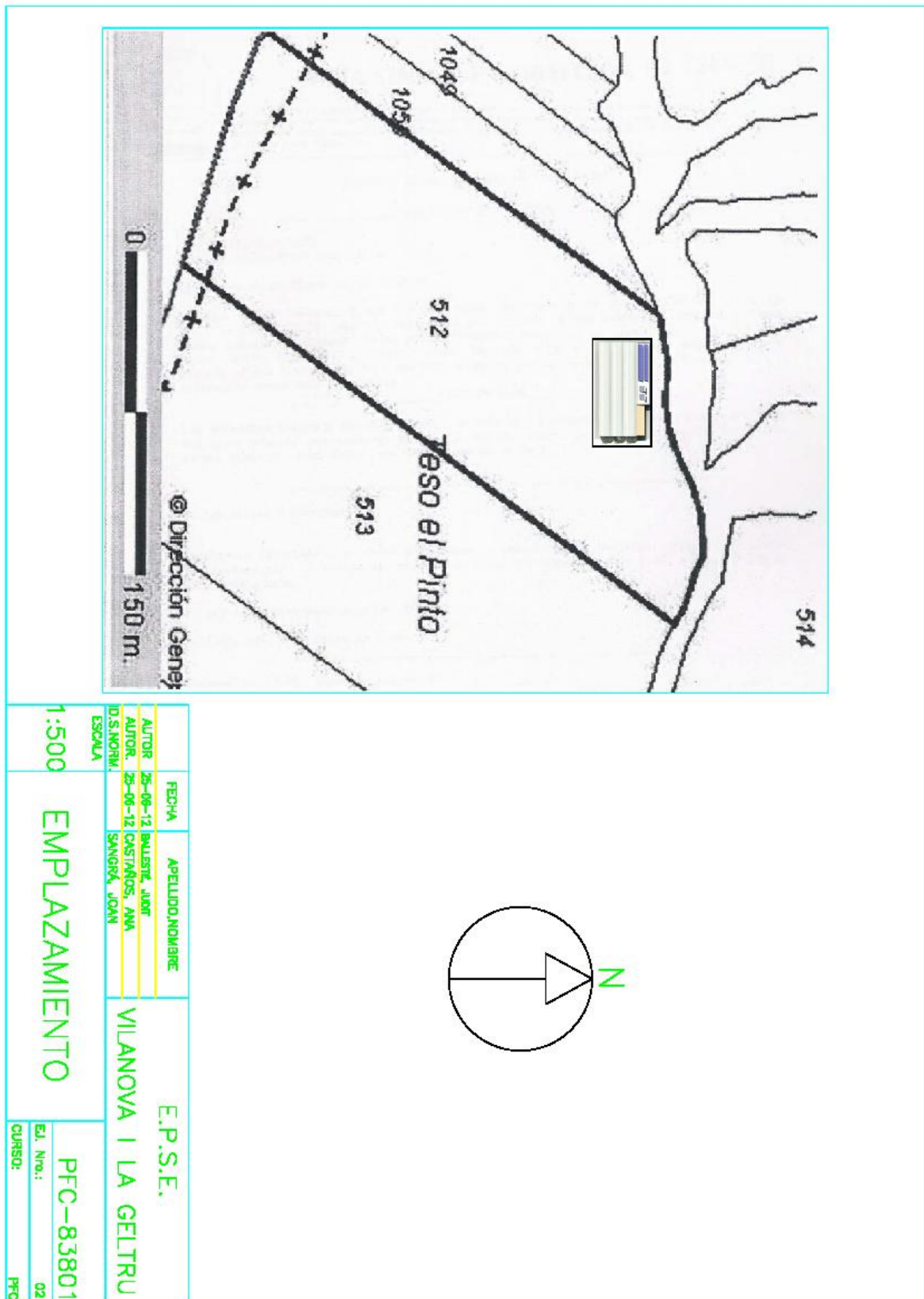
ATENCIÓN!

A continuación solo se mostrarán los planos en tamaño DIN-A4. Para poder verlos de forma ampliada y mejor definida, solo hay que clicar encima.

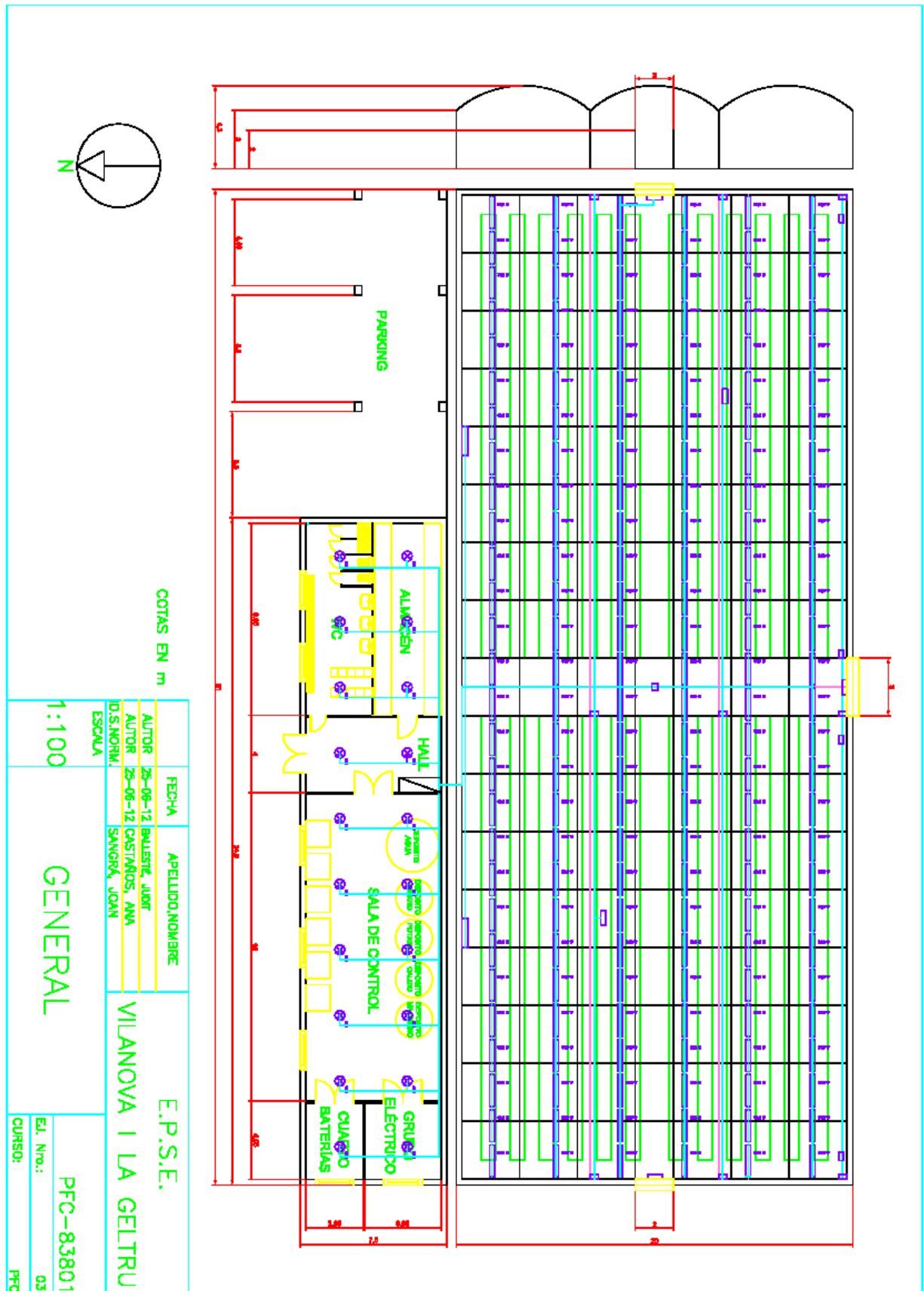
8.1.1 Situación



8.1.2 Emplazamiento



8.1.3 Plano general



8.1.4 Plano general 3D

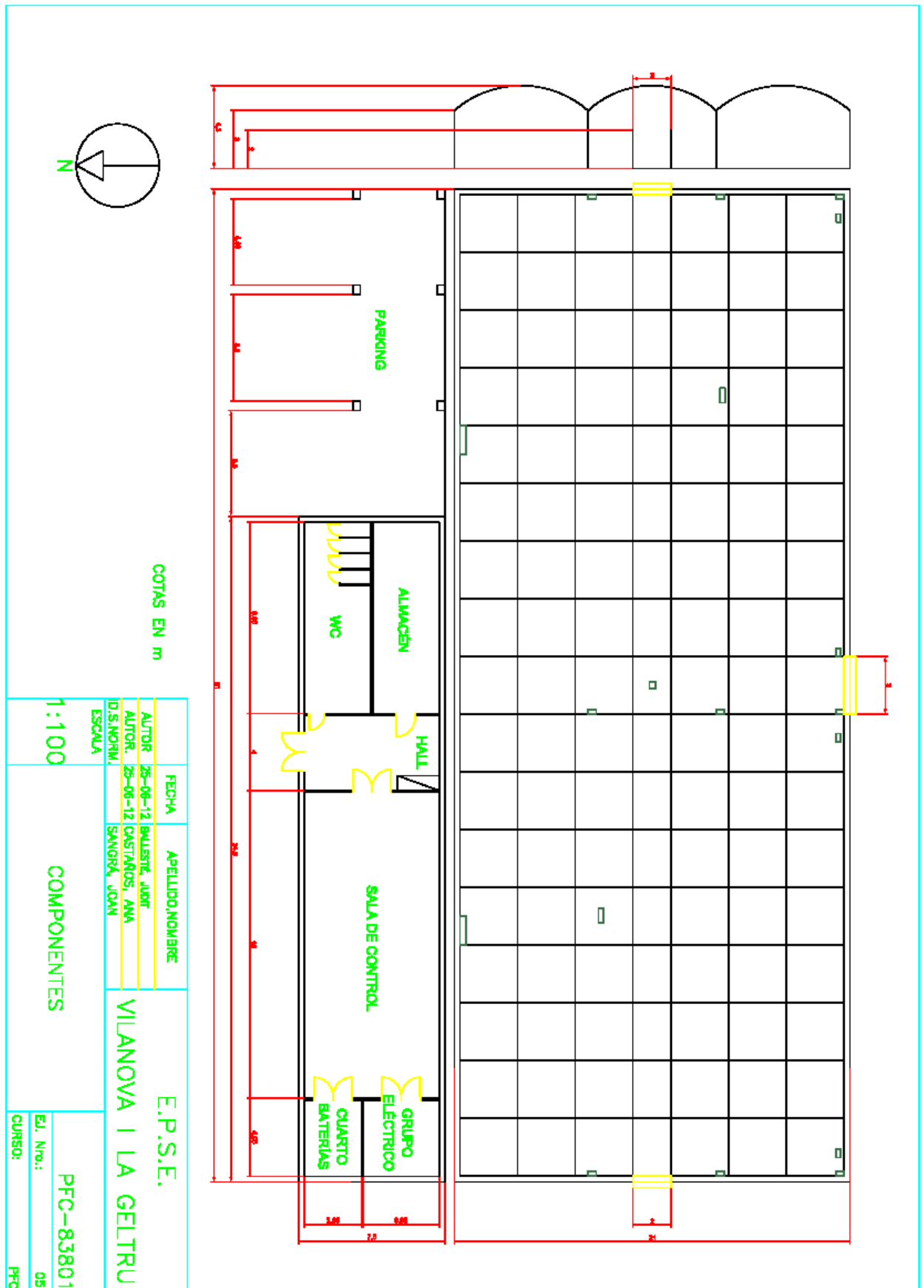


A 3D architectural rendering of a hydroponic greenhouse complex. The structure consists of several long, parallel growing beds covered with a translucent material, supported by a metal frame. A central control building with a flat roof and a chimney is visible. The entire complex is situated on a green field under a blue sky with light clouds.


FECHA	25-06-12	APELLIDO, NOMBRE	BALLESTA, JUDIT	E.P.S.E.
AUTOR	25-06-12	AUTORES, ANA	CASTAÑOS, ANA	VILANOVA I LA GELTRU
D.S.NORMA		SANORA, JOAN		
ESCALA				
1:50		GENERAL 3D		
				PFC-83801
				EL. Nro.: 04
				CURSO: PFC



8.1.5 Plano componentes



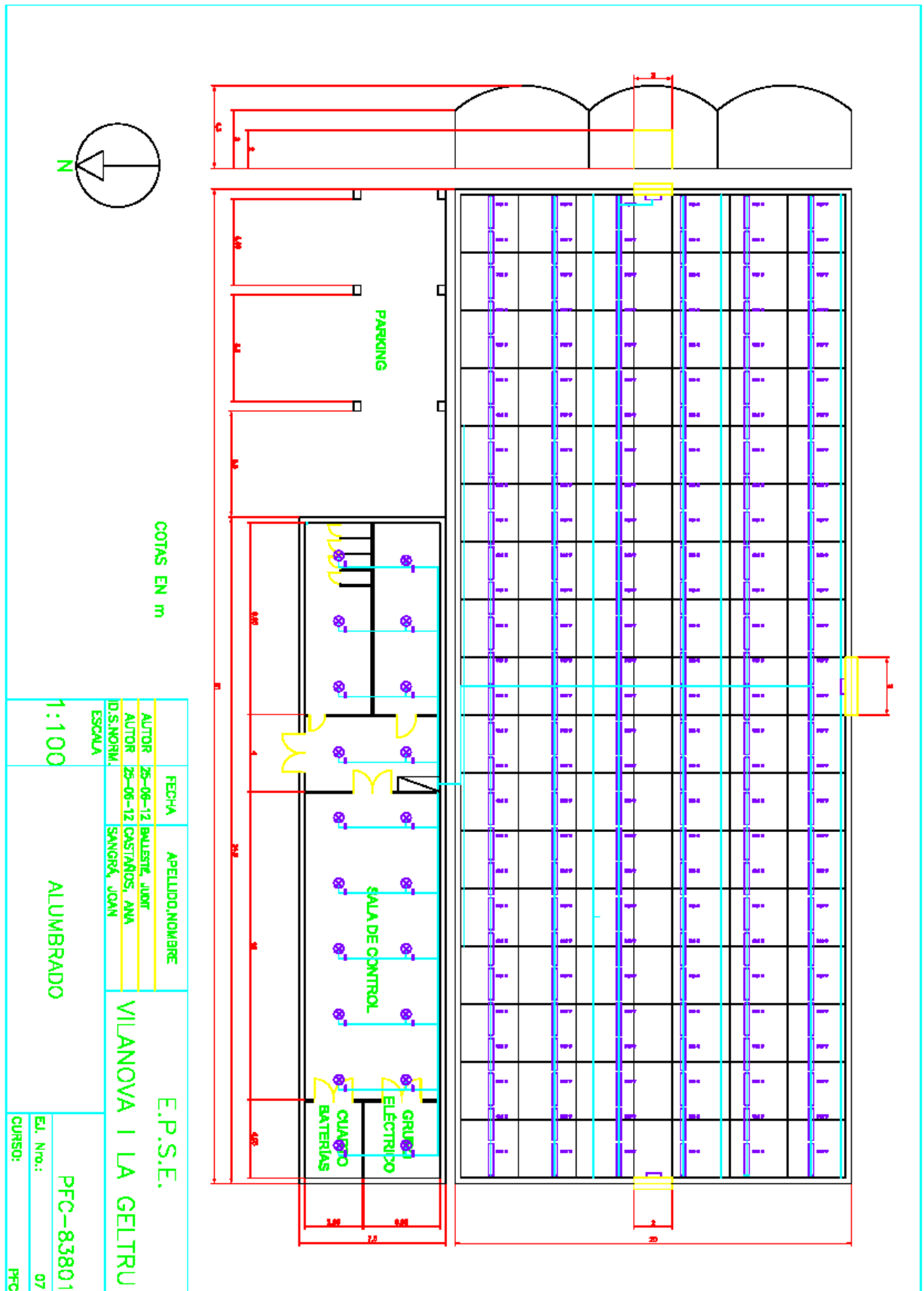
8.1.6 Componentes 3D



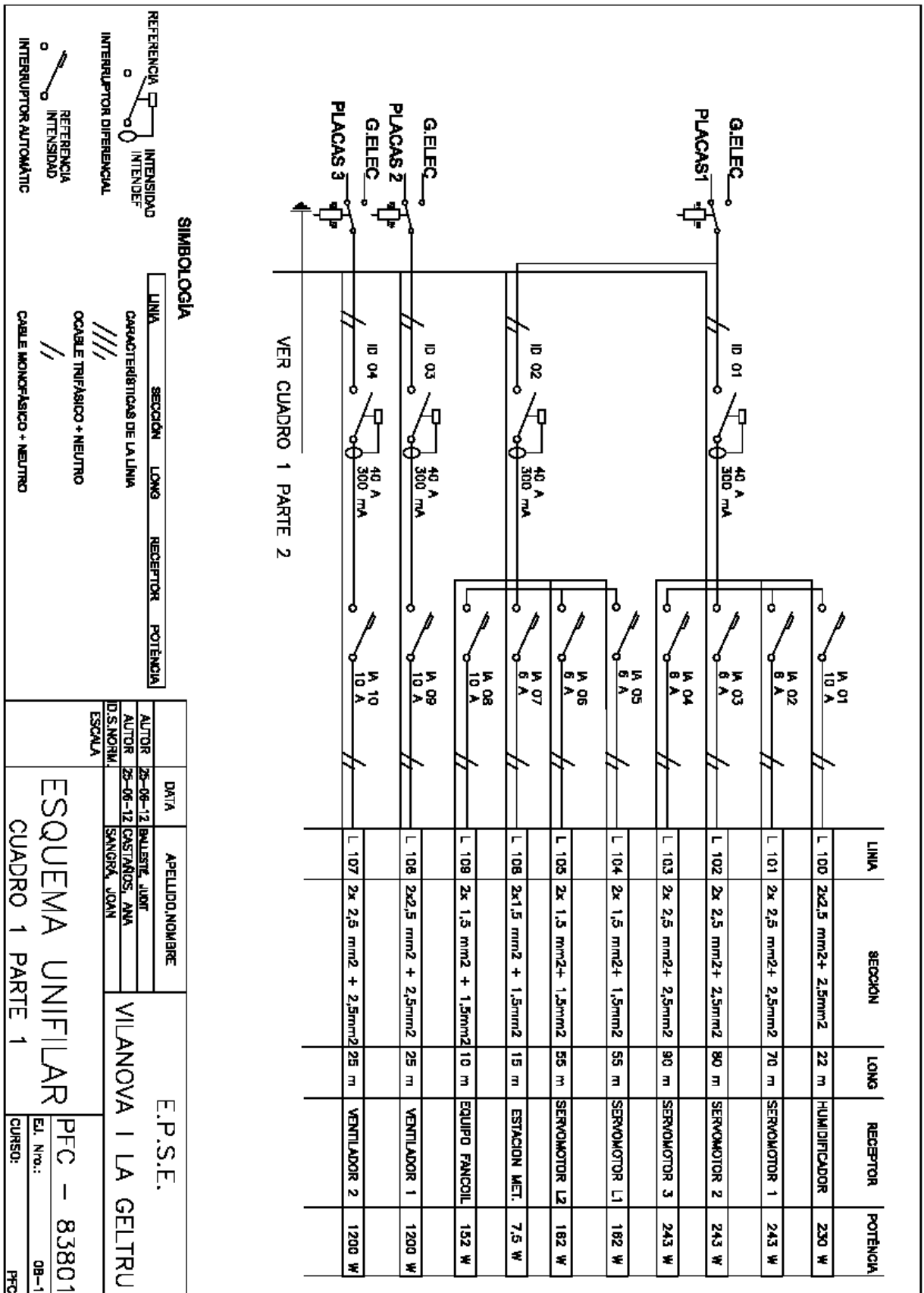
A 3D perspective rendering of a white, modular hydroponic growing cabinet. The cabinet features several shelves for growing trays, a central circular reservoir, and a control panel with buttons and a display. The cabinet is shown against a green background, suggesting an indoor growing environment.

	FECHA	APELLIDO, NOMBRE	E.P.S.E.
AUTOR	25-06-12	BALLESTE, JUAN	VILANOVA I LA GELTRU
AUTOR	25-06-12	CASTAÑOS, ANA	
D.S.NORM.		SANGRÀ, JOAN	
ESCOLA			
1:50	COMPONENTES 3D		PFC-83801
EJ. Nro.:			08
CURSO:			PFC

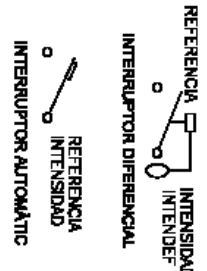
8.1.7 Plano alumbrado



8.1.8 Planos Unifilares

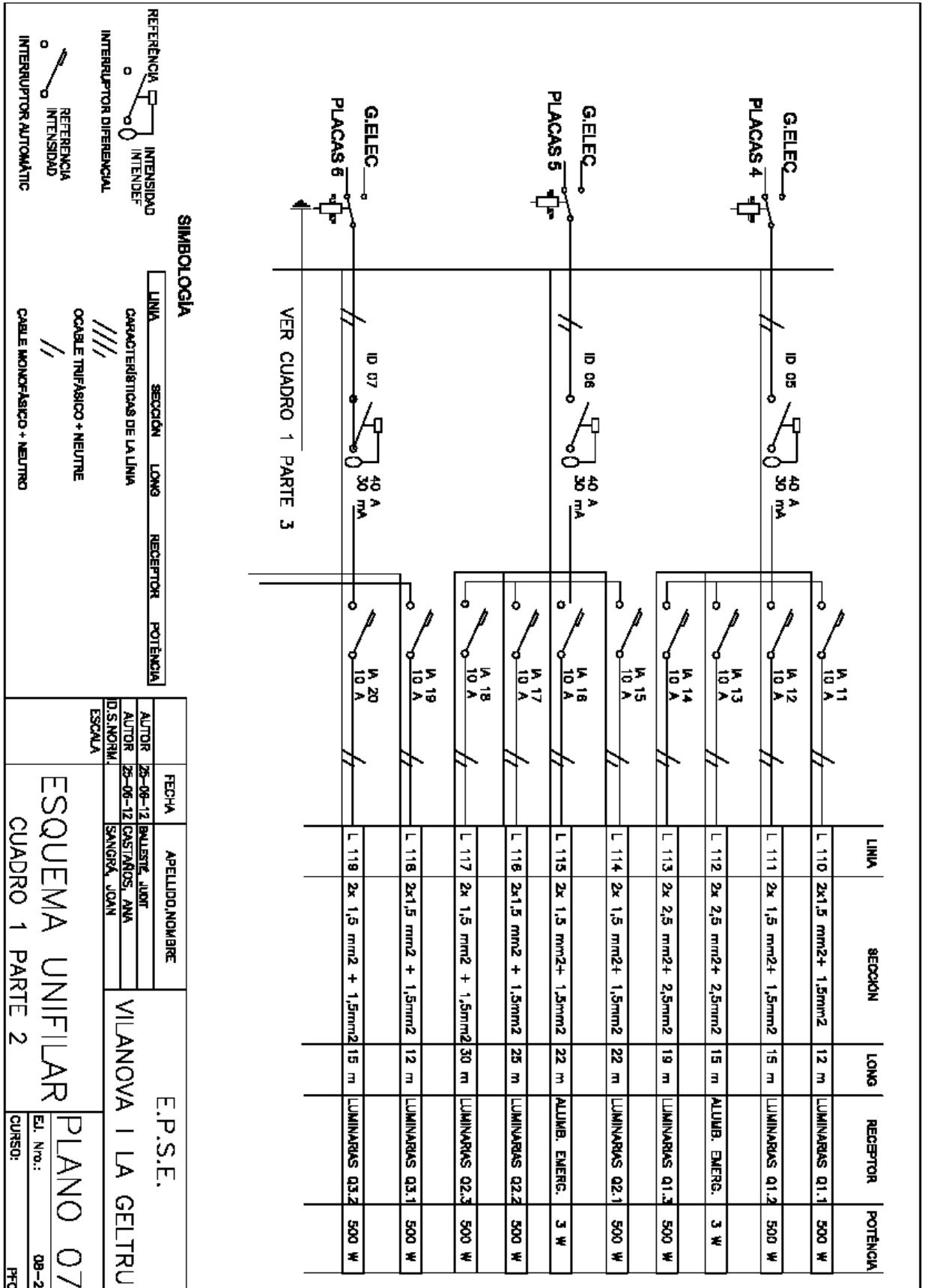


SIMBOLOGIA

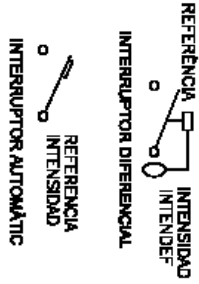


LINIA	SECCION	LONG	RECEPTOR	POTENCIA
CARACTERISTICAS DE LA LINIA				
CABLE TRIFASICO + NEUTRO				
CABLE MONOFASICO + NEUTRO				

AUTOR		25-06-12	BULESTE, JUAN	E.P.S.E.	
AUTOR		25-06-12	CASTAÑOS, ANA	VILANOVA I LA GELTRU	
D.S.NORM.			SANORA, JOAN	PFC - 83801	
ESCALA				EL. Nro.: 08-1	
ESQUEMA UNIFILAR				CURSO:	
CUADRO 1 PARTE 1				PFC	



SIMBOLOGIA



LINIA SECCION LONG RECEPTOR POTENCIA

CARACTERÍSTICAS DE LA LINIA

OCABLE TRIFÁSICO + NEUTRO

OCABLE MONOFÁSICO + NEUTRO

E.P.S.E.

VILANOVA I LA GELTRU

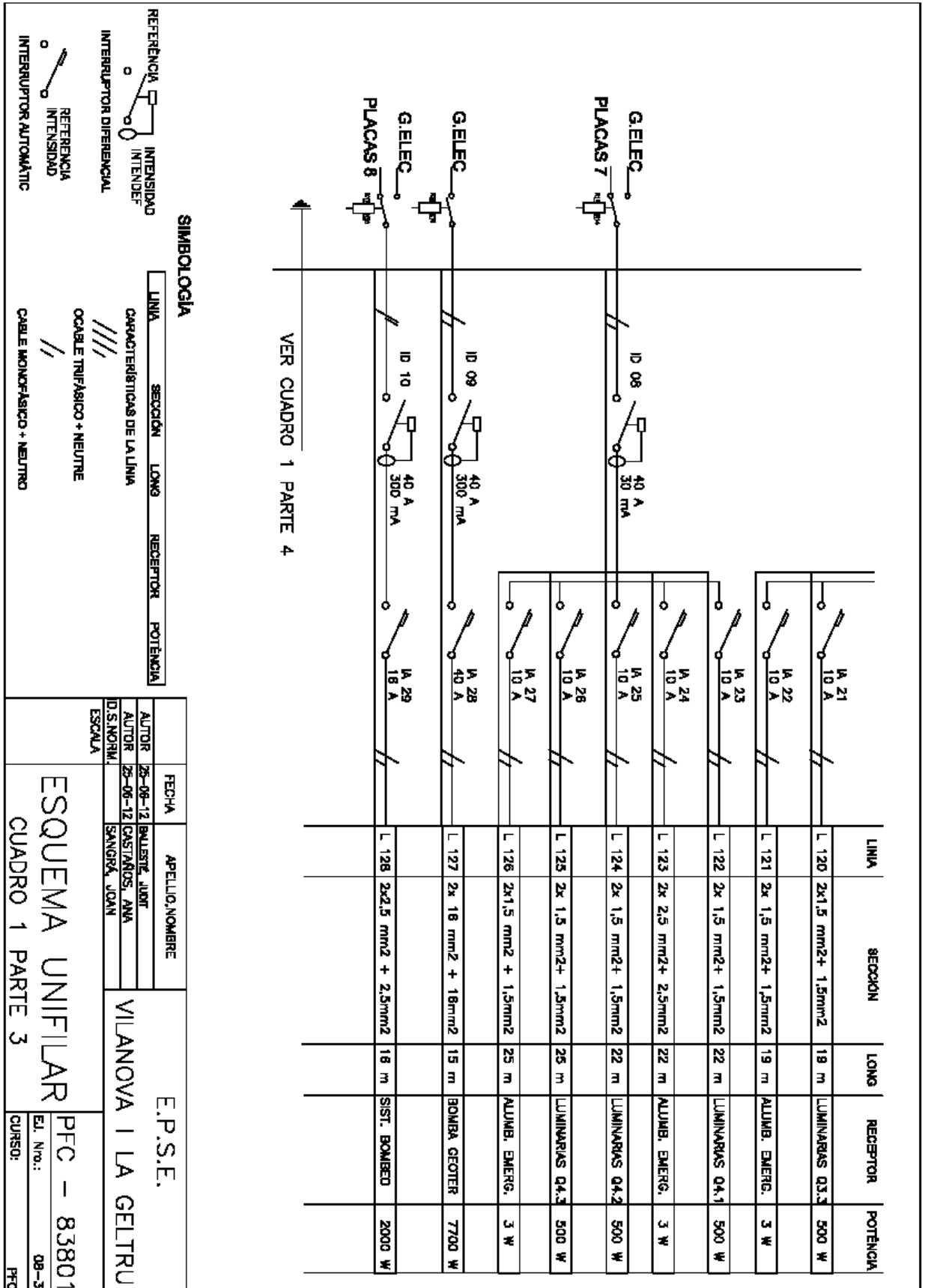
ESQUEMA UNIFILAR

CUADRO 1 PARTE 2

PLANO 07

EL. N.º.: 08-2
CURSO: PFC

FECHA	APPELLIDO, NOMBRE
25-06-12	EMESTRE, JUNT
AUTOR	
25-06-12	CASTAÑOS, ANA
D.S.NORM.	
	SANGRÀ, JOAN
ESCALA	



8.1.9 Plano interior 3D



8.1.10 Plano Vista aérea 3D



PRESUPUESTO

Capítulo 9. PRESUPUESTO

A continuación podremos ver de forma desglosada los costes de la instalación, teniendo en cuenta también las subvenciones recibidas por ser un proyecto ecológico y con energías renovables.

9.1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y TÉRMICA

DESCRIPCION CAPTACIÓN SOLAR	REF.	PRECIO / UD (€) CON IVA	UNIDADES	PRECIO TOTAL (€) CON IVA
Módulos fotovoltaicos	A-85P	860	34	29240
Captador-Acumulador Termosifón	7717500337	1625	2	3250
Soporte para techo	TK-ESTTV	244	36	8784
Ondulador	TAURO BC	1315,7	9	11841,3
TOTAL				53115,3

9.2 INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

DESCRIPCION INSTALACIÓN GEOTÉRMICA	REF.	PRECIO / UD (€) CON IVA	UNIDADES	PRECIO TOTAL (€) CON IVA
Perforación		4000	2	8000
Instalación geotérmica		10000	1	10000
Bomba de calor geotérmica		898,02	1	898,02
TOTAL				18898,02

9.3 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCION CONSTRUCCIÓN	REF.	PRECIO / UD (€) CON IVA	UNIDADES	PRECIO TOTAL (€) CON IVA
Placas de policarbonato	B0CA5C40	12	137	1644
Tiras de unión policarbonato	B0CA5C80	3,22	150	483
Tuberías de Polietileno	260009	2,18	250	545
Manguito de unión para tuberías	261017	0,52	250	130
Codo a 90º	261001	0,65	80	52
Tuberías para riego 3/4 pulgada	272003	1,52	1200	1824
Goteros	272025	0,05	5000	250
Líquido anticongelante	289977	5,29	2000	10580
Servomotor	STI 5886	172,3	13	2239,9

Macetas para invernaderos		7,9	300	2370
Perlita		12,5	200	2500
Mallas de sombreado		100,3	5	501,5
Pozo fecal		3000	1	3000
Inodoro con tapa		130,8	2	261,6
Grifo de regulación para inodoro		7,06	2	14,12
Lavamanos completo c/grifo		160	3	480
Plato de ducha cuadrado		145	2	290
Grifo termostático para ducha		42	2	84
Armario metálico c/puertas		60	2	120
TOTAL				27369,12

9.4 ELEMENTOS DE ALMACENAMIENTO Y APOYO

DESCRIPCION EQUIPOS DE APOYO	REF.	PRECIO / UD (€) CON IVA	UNIDADES	PRECIO TOTAL (€) CON IVA
Batería	OPzS 350-520	835	45	37575
Grupo electrógeno	Taigüer	5964,8	1	5964,8
Equipo fancoil apoyo		942	1	942
TOTAL				44481,8

9.5 LUMINARIAS

DESCRIPCION LUMINARIAS	REF.	PRECIO / UD (€) CON IVA	UNIDADES	PRECIO TOTAL (€) CON IVA
Tubo LED Phillips	MX850	248,5	168	41748
Luminaria LED Phillips	ST522B	84,02	20	1680,4
TOTAL				43428,4

9.6 SENSORES, ACTUADORES Y COMPONENTES

DESCRIPCION COMPONENTES	REF.	PRECIO / UD (€) CON IVA	UNIDADES	PRECIO TOTAL (€) CON IVA
Pantalla	QYT-7528F	1060,8	1	1061,8
PLC Omron Sysmac CJ1M		1250	1	1250
Software SCADA		850	1	850
SAI	SPS 1000	148	1	148
Sensor temperatura	81865-38	143	1	143

Sonda inundación	A176566	19,65	1	19,65
Estación meteorológico	132 9 201	617,9	1	617,9
Bomba - Rotor sumergido	TMC 04302	22,42	5	112,1
Contador	C13010	319,08	1	319,08
Filtro Azud Helix Automatic	4DCL	6610,62	1	6610,62
Sistema de bombeo	SMP 200 IP54	2315,41	1	2315,41
Válvula Ranal	52610	4,01	36	144,36
Manómetro digital	406905	98,99	2	197,98
Dispensador de nutrientes	11931266	25	4	100
Mezcladora	Kolker 9P3	2150	1	2150
Humificador cent.	F401TA	82,56	4	330,24
Profundímetro KNX	30807001	349	1	349
Ventilador	Cv01268	260	2	520
TOTAL				17239,14

9.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIONES

DESCRIPCION PROTECCIONES	PRECIO / UD (€) CON IVA	UNIDADES	PRECIO TOTAL (€) CON IVA
Magnetotérmico (General, II polos, 6A, 230V, 6kA)	9,63	6	57,78
Magnetotérmico (General, II polos, 10A, 230V, 6kA)	11,2	25	280
Magnetotérmico (General, II polos, 40A, 230V, 6kA)	15,6	1	15,6
Diferencial (General, II polos, 25A, 230V, 30mA)	23,68	8	189,44
Diferencial (General, II polos, 40A, 230V, 30mA)	49,7	1	49,7
Diferencial (General, II polos, 40A, 230V, 300mA)	52,8	5	264
Protector sobre tensiones	76,2	1	76,2
Armario Superficie Serie Vega D 3 filas/72 módulos	237,34	1	237,34
TOTAL			1170,06

DESCRIPCION CABLEADO Y ENCHUFES	PRECIO / UD (€) CON IVA	UNIDADES (m)	PRECIO TOTAL (€) CON IVA
(2x1,5)+TTx1,5mm ² Cu bajo tubo = 16mm	0,15	800	120
(2x2,5)+TTx1,5mm ² Cu bajo tubo = 20mm	0,28	500	140
(2x16)+TTx1,5mm ² Cu bajo tubo = 20mm	1,15	20	23
Tubo unión PVC	0,3	130	39
Tapón prensa estopa	0,15	50	7,5
Enchufes 2p+TT ref.PKF 16 F423	8,54	15	128,1
Grupo superficie CTAC base	32,8	1	32,8
TOTAL			490,4

9.8 HONORARIOS

DESCRIPCION	PRECIO (€) CON IVA	TRABAJADORES	PRECIO TOTAL (€) CON IVA
Elaboración del documento	3,25% sobre total	2	5685
TOTAL			11370

9.9 AYUDAS Y SUBVENCIONES

DESCRIPCION	PRECIO TOTAL (€) CON IVA
Subvención para actuación en materia solar térmica y/o fotovoltaica 2012	- 40%
Subvención para actuación de energías renovables, excepto solar 2012 GEOTERMIA. Instalaciones de producción de energía térmica (frío y/o calor) para climatización usando bombas de calor que intercambien con el terreno, ya sea en circuito abierto o circuito cerrado. Hasta un máximo de 200 000€.	-420 €/Kw Pter bomba

9.10 TOTAL

DESCRIPCION	TOTAL	SUBVENCION	TOTAL (€)
Paneles	53115,3	21246,12	31869,18
Geotermia	18898,02	10.000	8.898
Materiales construcción	27369,12		27369,12
Elementos almacenamiento y apoyo	44481,8		44481,8
Luminarias	43428,4		43428,4
Componentes	17239,14		17239,14
Protecciones	1170,06		1170,06
Cableado y enchufes	490,4		490,4
Elaboración del documento	11370		11370
TOTAL			186.316 €

Las partidas contadas incluyen materiales, mano de obra y todos los elementos necesarios para su correcta ejecución.

CONCLUSIONES

Capítulo 10. CONCLUSIONES

El proyecto realizado tiene una gran parte de innovación, ya que hemos diseñado una instalación totalmente autónoma sin necesidad de fuentes de energía externas. Podríamos considerarlo un paso muy importante en el sector agrícola gracias a la capacidad de poder cultivar cualquier tipo de producto en condiciones climatológicas y terrenales totalmente diferentes, ya que hemos usado energías renovables basadas en el sol y la tierra.

Es importante considerar que el hecho de no ser un cultivo típico, sino hidropónico, hace que podamos tener, en nuestro caso, tomates frescos durante todo el año, recogiendo más cosechas que en un invernadero normal. Además, debemos tener en cuenta que el producto elegido es totalmente ecológico, y si ajustamos bien todas las condiciones necesarias para la producción obtendremos el producto en sus rangos óptimos de producción y de sabor, cosa que nos ayudará a obtener mayores beneficios.

También hemos podido observar que aunque los condicionantes sean tales como el tiempo y la zona horaria, se pueden controlar y automatizar de forma correcta para conseguir un invernadero totalmente automático.

El haber introducido energías renovables en el sistema y abastecerlo solo a base de éstas, nos ha ayudado a reducir los costes eléctricos y de calefacción, pese a que su previa instalación sea mucho más cara que una instalación de recursos no renovables. Pero no solo hemos tenido en cuenta el factor económico para desarrollar las instalaciones con este tipo de energía, sino que nos hemos centrado en la necesidad de conservar el medio ambiente y aprovechar todos los recursos que nos ofrece la naturaleza.

En un primer momento el coste del proyecto era elevado, aunque debido al interés que despiertan las aplicaciones prácticas mediante energías renovables, hemos podido obtener subvenciones importantes, de forma que el coste final no sea elevado. Hemos podido comprobar que con la plantación de tomates, tendríamos un largo periodo de amortización de las instalaciones, es por eso, que mediante la programación podremos cambiar el producto, para si lo deseáramos, poder hacer unas instalaciones más rentables a menor plazo.

La elaboración de este proyecto ha sido intensa y nos ha enriquecido personalmente ya que hemos podido profundizar los aspectos ya tratados durante toda nuestra carrera universitaria, además de aportar nuevos conocimientos mediante visitas a expertos, consultas de normativa y todos los conceptos que hasta este momento eran prácticamente desconocidos para nosotras.

BIBLIOGRAFÍA

Capítulo 11. BIBLIOGRAFÍA

Consultas web:

<http://www.aemet.es>
<http://www.atersa.com>
<http://www.directindustry.es>
<http://www.ecoinnova.com>
<http://www.elementoscalefactores.com>
<http://www.euroresidentes.com>
<http://www.fabricanteinvernaderos.com>
<http://www.ffii.nova.es>
<http://www.futurasmus-knxgroup.es>
<http://www.fundicionductilmolina.com>
<http://www.futurled.es>
<http://www.hidric.com>
<http://www.junkers.es>
<http://www.navarraagraria.com>
<http://www.revinca.com>
<http://www.roig-sat.com>
<http://www.salvadorescoda.com>
<http://www.siar.cl>
<http://solargis.info>
<http://www.solarweb.net>
<http://www.solinova.es>
<http://www.solostocks.com>
<http://www.suelosolar.es>
<http://suriaenergiasolar.es>

<http://www.terra.org>

<http://www.venespa.es>

<http://www.villalpando.es>

<http://www.ynstalia.com>

Otras consultas:

Escuela de Horticultura de Reus.

ANEXOS

ANEXO I. INTRODUCCIÓN AL CULTIVO HIDROPÓNICO

La hidroponía, también denominada agricultura hidropónica es un método utilizado para cultivar plantas usando soluciones minerales en vez de suelo agrícola ya que este actúa como reserva de nutrientes pero el suelo en sí no es esencial para que la planta crezca.

La palabra hidroponía proviene del griego, *hydro* = agua y *ponos* = trabajo. De esta forma, las plantas están sujetadas de tal forma que las raíces reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua con todos los elementos químicos esenciales para el desarrollo de la planta.

La mayoría de los cultivos comerciales hidropónicos utilizan sustratos sólidos para el sostén de las plantas y que las mismas estén bien asentadas. Perlita agrícola, fibras de coco, turba o lana de roca, son sustratos de gran uso.

De la misma manera, los sistemas hidropónicos fueron desde un principio "abiertos" al no considerarse el impacto ambiental que tendría el volcado de los efluentes tras su uso. El desarrollo de métodos "cerrados" que significan la economía en cuanto a la posibilidad de reutilización de los nutrientes y el evitar el impacto que tiene sobre el medio externo, volcar una solución que arrastra considerable cantidad de iones no utilizados por las plantas que se cultivan. Al tener en cuenta la economía y el posible impacto ambiental se desarrollaron los sistemas cerrados o recirculantes. El manejo de estos nuevos sistemas requiere una tecnología más compleja. Como se menciona más arriba, existe una serie de desarrollos en el ámbito de los sustratos, además de ciertos automatismos desarrollados para facilitar el control de las soluciones y que éstas no varíen sus parámetros químicos.

Tanto la hidroponía y la fertirrigación han dado pie al desarrollo de instrumental de control como pH-metros y conductímetros en línea, así como a procesadores que mantienen el control mediante válvulas solenoides o hidráulicas, para que la solución pueda ser equilibrada mediante programas de computadoras que determinan el agregado de ácidos cuando sube el pH, la dilución cuando se eleva la conductividad eléctrica y otros procesos de control que llegan a interactuar con el ambiente en que las plantas están evolucionando en tamaño y en su desarrollo.



Figura I.1 Invernadero de cultivo hidropónico no puro

i. ELEMENTOS NECESARIOS

- Invernadero multicapilla
- Material vegetal adecuado
- Agua de riego de buena calidad
- Fuente de agua que impulse el bombeo de agua a través del sistema.
- Recipientes con soluciones madre -nutrientes concentrados-
- Cabezales de fertirrigación (aportación de fertilizantes) mínimamente dotados
- Canales construidos donde están los sustratos
- Conductos para aplicación del fertiriego y el receptor del efluente.
- Solución nutritiva adecuada
- Control diario de sustratos
- Previsión de almacenaje de lixiviados para su reutilización o recirculación.

ii. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Ventajas del cultivo hidropónico frente al tradicional

- Eliminación del laboreo de la tierra.
- Incremento de producción debido a las condiciones de nutrientes ideales de la planta.
- La recirculación o reutilización hace que se eliminen los vertidos lixiviados.
- Ahorro de fertilizantes ya que pueden ser reutilizados en la misma explotación.

Inconvenientes del cultivo hidropónico

- mayor nivel técnico del invernaderista.
- Instalaciones adecuadas.
- Agua de riego de cierta calidad.
- Mayor coste inicial de instalación.

iii. ASPECTOS A CONSIDERAR

Serán necesarios invernaderos multicapilla con una altura mínima al canalón de 3,5 metros. Buscamos un gran volumen de aire encerrado con el fin de facilitar el manejo climático y tener un adecuado efecto "colchón" para los fenómenos de enfriamiento, calentamiento y humedad ambiental.

Estas estructuras estarán dotadas obligatoriamente de una adecuada ventilación cenital, en cada nave del invernadero, que asegure una superficie de ventilación mínima de un 15-20% de la superficie total cubierta, así como una adecuada tasa de renovación de aire, con independencia de los factores externos que en mayor o en menor medida le afectan, tales como la dirección del viento dominante, velocidad del mismo, orientación del invernadero, etc. Además, las ventilaciones deberán orientarse en lo posible en la dirección de los vientos dominantes. Incluso alternarse a ambos lados del invernadero

Hay que tener una orientación adecuada de las líneas de cultivo en el eje Norte-Sur para permitir una correcta insolación de los cultivos. De esta forma se evitarán sombros de unas filas de cultivo sobre otras.

El invernadero deberá estar dotado de corriente eléctrica, para poder garantizar un adecuado control y manejo de: Ventilaciones, Riegos, Fertirriego, Control climático.

En este sentido, cabe indicar el obligado montaje de calefacciones, capaces de asegurar una temperatura de conducción de cultivo adecuada, tanto a nivel aéreo como radicular. Hablamos de poder mantener el invernadero a temperaturas de 15 a 18°C.

El abonado deberá aportarse en cada riego. Y es una técnica donde se dan muchos riegos al día, aunque de corta duración (hasta 25 riegos de 3-4 minutos en las condiciones más desfavorables de pleno verano y cultivo desarrollado).

ANEXO II. COMPARATIVA ALUMBRADO

i. Comparación de iluminarias

En la actualidad hay diferentes modelos y marcas de iluminarias aunque algunas son cada vez mas frecuentes en las nuevas instalaciones. Entre todos los modelos podemos encontrar las bombillas incandescentes, bombillas alógenas, bombillas alógenas tipo PAR, fluorescentes compactos de bajo consumo, tubos fluorescentes T8, lámparas de vapor de sodio de alta presión, lámparas de vapor de sodio de alta presión sin balastro y los diodos emisores de luz (LED). En la *Figura II.1* podemos ver una tabla con la comparación de los LED (en vertical) con el resto de iluminarias nombradas anteriormente (en horizontal).


















Carta de equivalencias LED vs Convencionales		Bombillas Incandescentes	Halógenas	Halógenas tipo PAR	Fluorescentes compactas bajo consumo	Tubos fluorescentes T8	Lámparas de vapor de Sodio a alta presión	Lámparas de vapor de Sodio a alta presión sin balastro	Lumen (lm)
									
de interior		1W	10W						50-80
		3W	20W						120-180
		5W	25W						155-189
		7W	35W						180-220
		10W	60W						550
		12W	80W		20W	20W			650-750
		15W	100W		30W	30W			700
		20W	150W		40W	40W			950
		60W	400W		120W	120W	100W	300W	3000-3400
		80W	450W		160W	160W	120W	380W	3800
		90W	550W		180W	180W	150W	450W	4500-5100
		120W	750W		240W	240W	200W	600W	6000-6800
		150W	900W		300W	300W	250W	750W	7500-8500
		160W	950W		320W	320W	250W	750W	7600
		50W	400W		120W	120W	100W	300W	3200 (Max)
75W		550W		180W	180W	150W	450W	4800 (Max)	
100W		750W		240W	240W	200W	600W	6400 (Max)	
de exterior		60W	400W		120W	120W	100W	300W	3000-3400
		80W	450W		160W	160W	120W	380W	3800
		90W	550W		180W	180W	150W	450W	4500-5100
		120W	750W		240W	240W	200W	600W	6000-6800
		150W	900W		300W	300W	250W	750W	7500-8500
		160W	950W		320W	320W	250W	750W	7600
		60W	400W		120W	120W	100W	300W	3000-3400
		80W	450W		160W	160W	120W	380W	3800
		90W	550W		180W	180W	150W	450W	4500-5100
		120W	750W		240W	240W	200W	600W	6000-6800
		150W	900W		300W	300W	250W	750W	7500-8500
		160W	950W		320W	320W	250W	750W	7600
		50W	400W						
		75W	550W		180W	180W	150W	450W	4800lm (Max)
		100W	750W		240W	240W	200W	600W	6400 (Max)

Figura II.1 Tabla de comparativa de LED vs iluminarias convencionales

Como podemos observar los LED nos proporcionan los mismos lúmenes que las iluminarias convencionales con una reducción considerable del consumo de energía. Además, nos aportan una mejor focalización de luz y también podemos elegir entre los diferentes colores de alumbrado (como en cualquier otra iluminaria).

ii. Comparativa de coste LED vs Bombilla

Para hacer la comparación entre el sistema de alumbrado mediante LEDs y mediante lámparas halógenas, vamos a usar dos de los modelos mas comerciales y usados recientemente en el mercado, según la empresa consultada, de forma que podemos ver en la siguiente tabla sus características principales, así como la vida y el precio de venta.

MODELO	VIDA	PRECIO	
Lámpara LED 3W	50 000 Horas	20.00 €	
Lámpara halógena GU10 50W	2 000 Horas	6.00 €	

Como podemos ver, hay una diferencia de 48000 horas de vida y 14 euros. Tanto es así, que para cubrir con las lámparas halógenas las 50.000 horas de vida de una lámpara LED, necesitaríamos comprar 25 lámparas y tendríamos un coste de 150 euros.



De esta forma, teniendo en cuenta las horas de vida de los dos alumbrados, con el sistema LED aunque sea más cara su inversión inicial, a lo largo del tiempo tendremos un ahorro importante de tiempo y dinero.

iii. Comparativa de durabilidad

Bombilla incandescente	1000 horas	16 Lm/W
Lámparas halógenas	3000 horas	22 Lm/W
Tubo Fluorescente	8000 horas - 10000 horas	60 Lm/W
Bombillas bajo consumo	8000 horas - 15000 horas	60 Lm/W
Lámparas LED	50.000 horas - 100.000 horas	50/150 Lm/W

iv. Comparativa de ahorro energético

Consumo eléctrico de una bombilla encendida 8 Horas diarias durante un año:

1 Bombilla LED de 3w: $0,003 \times 8 \text{ Horas diarias} \times 365 \text{ días año} = 8,76 \text{ KW}$

1 Bombilla Halógena 50w GU10: $0,05 \times 8 \text{ Horas diarias} \times 365 \text{ días año} = 146,00 \text{ KW}$

El consumo energético de esta bombilla LED es **16 veces menor** que la bombilla convencional.

Esto, traducido a la factura eléctrica anual supone:

Bombilla LED 3 W de consumo = 1,05 Euros*

Bombilla GU10 50W de consumo = 17,52 Euros*

La diferencia de ahorro en un año de consumo sería de : 16,47 Euros

Si contemplamos que en el periodo de un año tenemos que sustituir 1,5 bombillas de las convencionales, esto nos dá un gasto adicional de 9,00 Euros/año.

Por lo cual el ahorro generado por una sola bombilla LED es de 25,47 Euros/año.

Por lo tanto, tenemos en nuestras manos reducir las emisiones de CO₂ en algo más de 20 veces [* Cálculo en base a que el precio de 1Kw/h es de 0,12€]

v. Luminarias elegidas para la instalación

Para la instalación lumínica de nuestro invernadero vamos a usar la tecnología LED ya que nos va a proporcionar una estabilidad de radiación solar y mas durabilidad que las bombillas convencionales. El primer LED fue desarrollado en 1962, pero su evolución ha sido tan grande en los últimos años que su tecnología ha sido escogida como la mejor alternativa al bulbo incandescente, a la luz de neón y al fluorescente.

Los LED son diodos emisores de luz, dispositivos semiconductores de estado sólido que pueden convertir la energía eléctrica directamente en luz. Gracias a su estado sólido, sus principales características y cualidades son: la robustez, la fiabilidad, su larga duración y la capacidad de resistir vibraciones. A diferencia de otros sistemas, los LED no tienen filamentos ni otras partes mecánicas sujetas a rotura ni a fallos por " Fundido", no existe un punto en que cesen de funcionar, sino que su degradación es gradual a lo largo de su vida.

Se considera que es aproximadamente a las 50.000 horas cuando el flujo del LED decae por debajo del 70% del inicial. Esta comprobada durabilidad supone una importante reducción del costo de mantenimiento, así como un destacable ahorro de energía. Esto, unido a que los LED no contienen Mercurio y que prácticamente no producen contaminación lumínica, los convierte en los dispositivos más ecológicos del mercado.

Por lo tanto tenemos unas claras ventajas con este tipo de luminarias:

- Bajo consumo energético (hasta un 80% de ahorro)
- Más de 50.000 horas de vida útil
- Baja generación de calor (hasta un 95% de ahorro)
- 100% ecológicas, sin mercurio (no contienen materiales nocivos)
- Especialmente resistentes (equipos compactos con ventilación integrada)
- Sin mantenimiento
- Aplicaciones en interiores y exteriores
- Fácil instalación
- Totalmente reciclables
- No alteran los colores
- Actualmente la luz más perfecta (luz estática de alto coeficiente de penetración)
- Alta tecnología electrónica (encendido y apagado instantáneo)

Aunque también tenemos algunas desventajas. El mayor inconveniente es a priori su inversión inicial, pero si evaluamos sus condiciones de funcionamiento y, sobretudo, su larga vida en comparación con los demás sistemas de iluminación, esta inversión inicial se convierte en la inversión mas sensata, eficaz y rentable; de forma que aunque al principio pueda suponer un coste mayor, a lo largo del tiempo ahorraremos, dinero y energía.

Los LED nos pueden ofrecer además distintos colores de luz: la luz fría (alta en espectros azules) que nos proporcionará un buen crecimiento de las plantas y la luz cálida (alta en espectros rojos) que nos aportará una mejora en la floración del cultivo. Podemos ver estos dos tipos de luz en *la Figura II.2* que vemos a continuación.

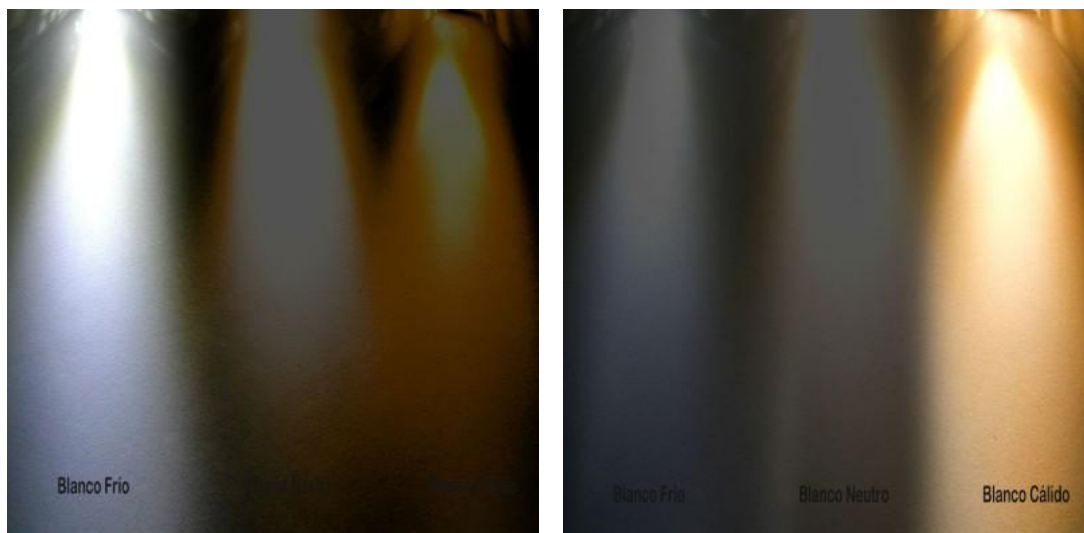


Figura II.2 De izquierda a derecha: luz fría y luz cálida LED.

vi. Usos de la instalación

Usaremos la tecnología LED para hacer la debida iluminación de nuestro invernadero, de forma que podamos controlar el contorno del invernadero y proveer nuestros cultivos de la luz necesaria en cada tipo de plantes con el fin de obtener una producción rápida y mayor.

Con el uso de iluminación adicional, la duración del día puede ser ampliada. Con este tipo de iluminación y el control del sistema podremos crear las interrupciones nocturnas necesarias o bloquear y desbloquear la luz artificial cuando mas nos convenga. Además, necesitaremos un sensor de luminosidad que será el que nos indicará en cada momento la luz necesaria para el tipo de cultivo que tengamos en cada estación del año.

Además, necesitaremos iluminación en el cobertizo. Las iluminarias que utilizaremos en las distintas habitaciones y aseos serán LED pero de modelo diferente al usado dentro del invernadero.

ANEXO III. COMPARATIVA ENERGÍAS RENOVABLES

Nuestro proyecto se ha realizado con la visión de poder abastecer el invernadero propuesto a través de sistemas ecológicos y renovables. Es por ello que a continuación se mostrará una pequeña descripción de las diversas energías renovables que encontramos:

i. ENERGÍA SOLAR

La energía solar es aquella energía producida por el sol la cual es convertida en energía útil ya sea para calentar algo o producir electricidad. Actualmente es una de las energías renovables más desarrolladas y usadas en todo el mundo.

Sus inicios se remontan en el siglo 19 cuando se observa que la presencia de luz solar es capaz de generar energía eléctrica utilizable. Fue Alexandre Edmond Becquerel quien observó por primera vez el efecto fotovoltaico a través de un electrodo en una solución conductora expuesta a la luz. Es denominada energía renovable ya que se trata de un recurso sostenible y por lo tanto no se agota, además de ser limpia. En términos generales formaría parte del denominado “Green Power” junto a otras energías como la energía eólica, geotérmica de vapor, hidro-electricidad, etc.

La intensidad de energía depende del punto que nos situemos, el día del año, la hora y la latitud y aunque puede ser aprovechada en todo el mundo con diferentes niveles, cuanto mas cerca del ecuador estemos, mas potencial de la energía solar podremos disponer.

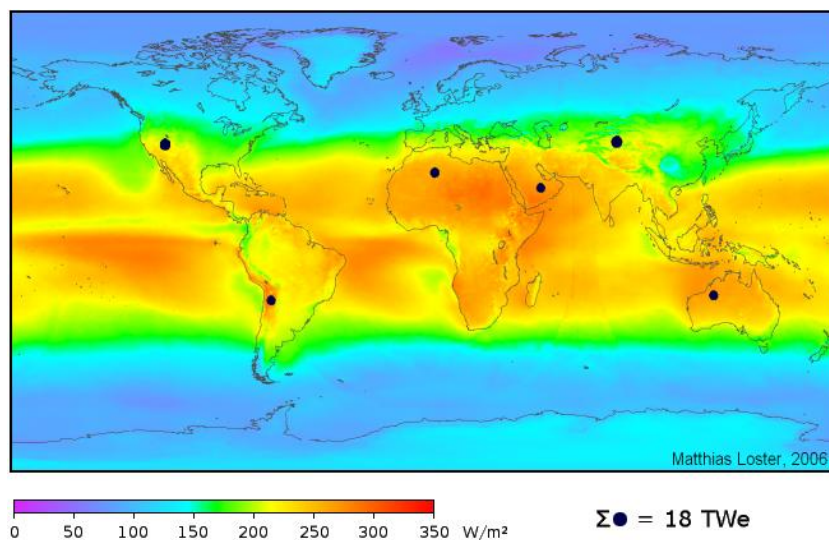


Figura III.1 Mapamundi de Radiación solar

España, por su privilegiada situación y climatología, se ve particularmente favorecida respecto al resto de los países de Europa, como vemos en la *Figura III.1*, ya que sobre cada metro cuadrado de su suelo inciden al año unos 1.500 kilovatios-hora de energía,

cifra similar a la de muchas regiones de América Central y del Sur. Esta energía puede aprovecharse directamente, o bien ser convertida en otras formas útiles como, por ejemplo, en electricidad.

Principalmente se utiliza para dos cosas, aunque no son las únicas, como sería para calentar agua o otras cosas a través de calentadores o actuadores y que es conocida como energía solar térmica – cuya explicación mas detenida la haremos en el capítulo 5, y para generar electricidad a través de paneles solares y que es conocida como energía solar fotovoltaica – cuya explicación mas detenida la haremos en el capítulo 6.

Debemos saber que al depender de las horas de sol, tenemos un periodo de tiempo que no hay radiaciones solares (por la noche) de forma que la energía recibida durante el día la almacenaremos para poder satisfacer las necesidades las 24 horas ya sea por la calefacción o agua caliente. Hay instalaciones preparadas para almacenar energía solar en forma de calor durante varios días o incluso largas temporadas; este tipo de almacenamiento esta previsto para zonas con menor radiación solar o que tengan un largo periodo nublado o de lluvias.

La Organización Internacional de Normalización ha establecido una serie de normas relativas a los equipos de energía solar. Por ejemplo, la norma ISO 9050 se refiere al vidrio en la construcción mientras que la ISO 10217 se refiere a los materiales utilizados en calentadores de agua solares.

i.i Funcionamiento de la energía solar

La energía solar es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, en forma térmica o eléctrica, para su consumo posterior allá donde se necesite. El elemento encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar, pudiendo ser de dos clases: captadores solares térmicos y módulos fotovoltaicos. La energía solar es una de las fuentes de energía que más desarrollo está experimentando en los últimos años y que más expectativas tiene para el futuro. En la *Figura III.2* podemos ver la manera de la que trabajan las células solares: los fotones, provenientes de la radiación solar, llegan a la superficie de la célula y allí son absorbidos por materiales semiconductores, por ejemplo el silicio. Los fotones impactan a los electrones liberándolos de los átomos a los que pertenecían. De esta forma los electrones inician un proceso donde circulan por el material, y producen la electricidad.

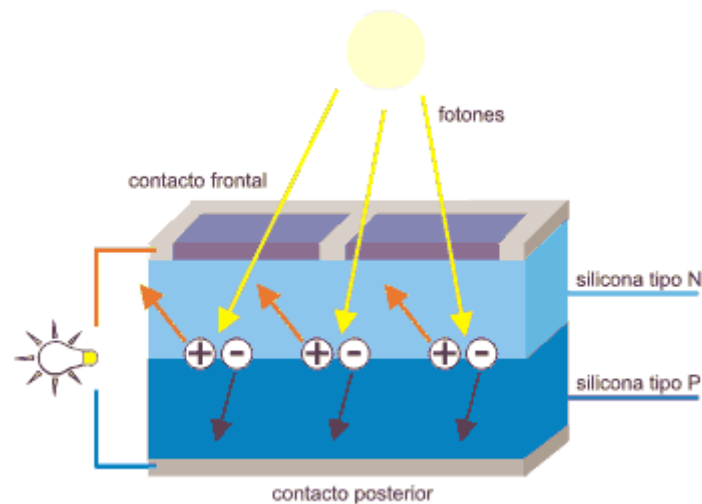


Figura III.2 Captación de una célula solar.

Debido al cambio de posición del Sol durante el año, la inclinación ideal de los paneles varía en función de la latitud en la cual nos encontremos.

Normalmente se utilizan 45° en térmica y 30° en fotovoltaica, pero la inclinación puede variar en función de la aplicación, criterios de uso e integración arquitectónica. En cualquier caso es recomendable una inclinación superior a los 15° , para permitir que el agua de lluvia se escurra. La inclinación debe aumentarse en los lugares donde nieve con frecuencia.

Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica se pueden diferenciar en 3 grandes grupos:

- Aisladas de la red eléctrica (viviendas aisladas, antena, etc).
- Conectadas a red (Grandes o pequeñas instalaciones generadores de energía eléctrica para vender directamente a la red).
- Aplicaciones singulares (relojes, calculadoras, satélites artificiales, etc).

El tipo de corriente eléctrica que se genera por los paneles solares, también denominados paneles fotovoltaicos, es corriente continua, por este motivo se usa un inversor o convertidor de potencia para transformar la corriente continua en corriente alterna, que es la que se utiliza en las casas, industria y comercios. Podemos ver en la *Figura III.3* un esquema del funcionamiento desde el momento que las placas reciben la luz del sol, y todos los elementos que vamos a necesitar para, en nuestro caso, hacer de ello una instalación autosuficiente.

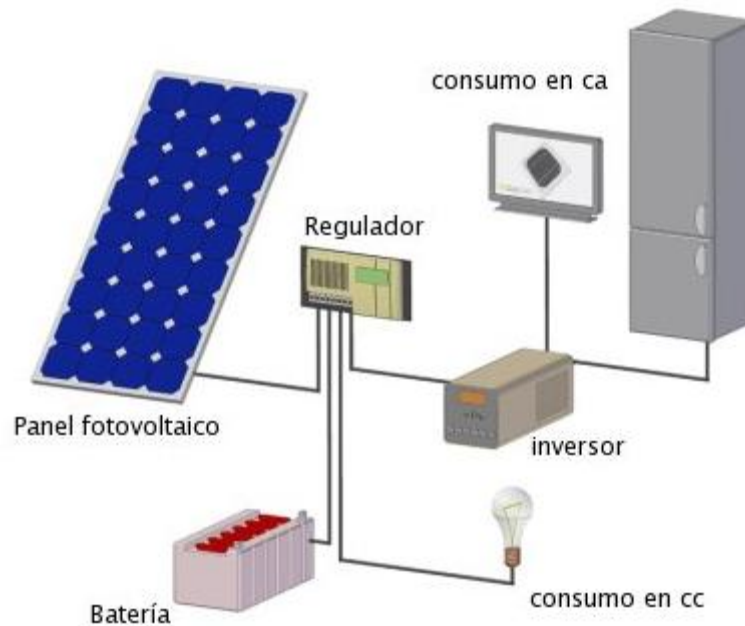


Figura III.3 Funcionamiento generación corriente eléctrica

Las instalaciones térmicas y las fotovoltaicas son independientes entre sí, de forma que un mismo panel no puede producir al mismo tiempo calor y energía eléctrica. Aun así, estos dos sistemas son compatibles y se pueden tener en una misma instalación, paneles solares térmicos para agua caliente sanitaria o calefacción y paneles solares fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica o para su venta a la red.

La amortización de las instalaciones solares depende de distintos factores como el cálculo de las necesidades, la optimización del sistema, la instalación correcta o calidad de materiales, las posibles subvenciones, etc. De esta forma, podemos determinar que en término medio las instalaciones térmicas quedan amortizadas aproximadamente a los 4-6 años, y las instalaciones fotovoltaicas quedan amortizadas aproximadamente a partir de los 7 – 9 años. Tenemos que saber que en el caso de los sistemas solares térmicos, las instalaciones poseen un periodo de vida superior a los 25 años y en el caso de las instalaciones fotovoltaicas, el periodo de vida es superior a los 30 años.

i.ii Adaptación al invernadero

En entornos aislados, donde el coste del tendido eléctrico sea muy costoso o donde se requiere poca potencia eléctrica y no se desea depender ni gastar dinero en la compañía eléctrica todos los meses, se emplean placas fotovoltaicas denominadas aisladas.

Para nuestro invernadero de cultivo hidropónico necesitaremos dos instalaciones solares, la primera formada de colectores y catadores para poder recibir y almacenar agua caliente para el suelo radiante y el agua sanitaria para las duchas y uso corriente;

y la segunda formada por módulos fotovoltaicos, baterías y reguladores para poder obtener la energía eléctrica necesaria.

De esta forma y con estas instalaciones obtendremos los recursos necesarios de manera limpia y sin depender en ningún caso de las compañías eléctricas o del gas.

i.iii Beneficios del sistema solar

La energía solar tiene ventajas medioambientales, socio-económicas y estratégicas. Las primeras podrían ser tales como que la energía solar contribuye a la reducción de las emisiones de CO₂ y otros gases contaminantes a la atmósfera, no consume combustibles, no produce residuos ni ruidos y es una fuente de energía inagotable. Las ventajas socio-económicas y estratégicas se refieren a su simple instalación, poco mantenimiento debido a la larga vida de los paneles y su resistencia a condiciones climáticas adversas y extremas, la no dependencia de los países productores de combustibles, y la toleración del aumento de la potencia mediante una incorporación de nuevos módulos fotovoltaicos.

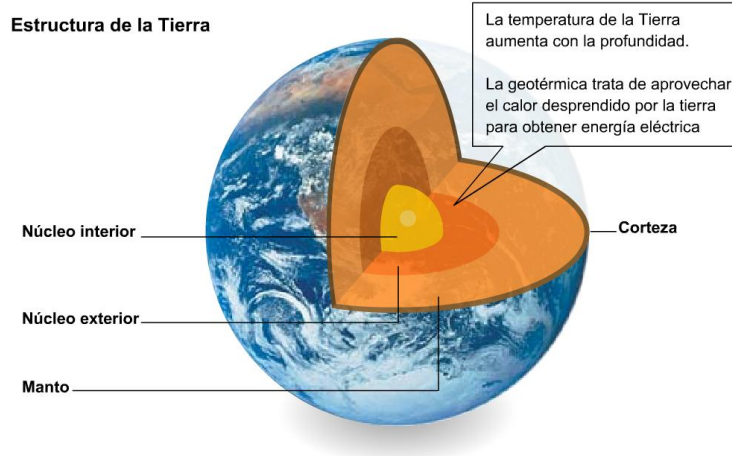
ii. ENERGÍA GEOTÉRMICA

La energía Geotérmica es aquella energía producida por el calor interno de nuestro planeta Tierra, la cual es convertida en energía útil para ser utilizada tanto para producir electricidad como para producir calor útil al ser humano. Es decir, la energía almacenada en forma de calor por debajo de la superficie sólida de la Tierra.

La estructura de nuestro planeta está formada por cuatro capas:

- **El Núcleo Interior:** Se encuentra a una temperatura de aproximadamente 4.000°C, su parte interna es sólida y tiene un diámetro de 2.400Km.
- **El Núcleo Exterior:** Con un espesor de 2.000Km y con una textura líquida.
- **El Manto:** Con unos 2.900Km de espesor, es el que envuelve el núcleo. Este tiene unas temperaturas que oscilan entre los 1.000°C hasta los 3.000°C, con una textura plástica hacia el centro y sólida hacia la superficie.
- **Corteza:** Esta parte corresponde a la envoltura superficial. Su espesor está comprendido entre 6 y 65 Km y la temperatura es de 1.000°C en contacto con el manto, hasta los 15-20°C de la superficie terrestre.

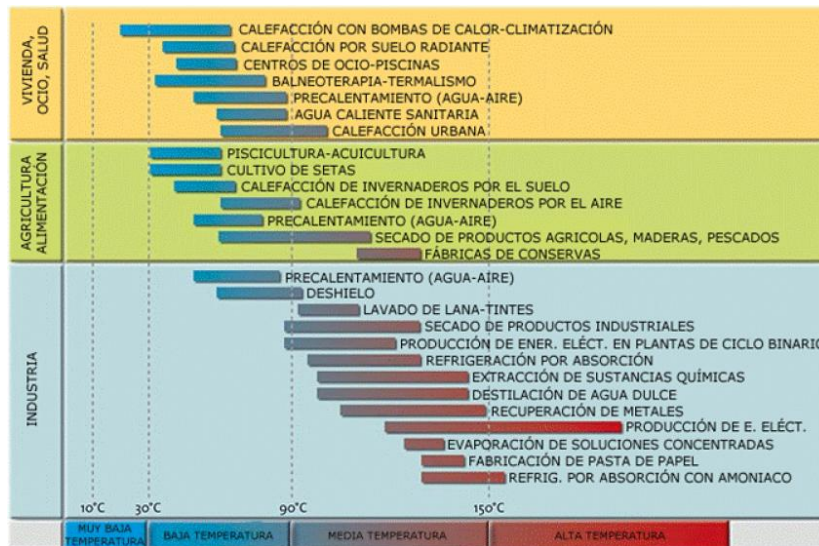
En la imagen que se muestra a continuación encontramos la estructura de la Tierra, con sus diferentes capas:



Como resultado de esta estructura interna, tenemos un 99% de masa la cual está sometida a una temperatura superior a los 1.000°C, y únicamente un 0.1% soporta temperaturas inferiores a los 100°C.

La energía geotérmica se muestra como una de las energías más prometedoras y suscita un interés creciente en el conjunto de las estrategias que promueven la explotación de fuentes de energías versátiles y renovables. Esta energía depende de las características intrínsecas del subsuelo, constantes para cada caso concreto, lo cual asegura una gran regularidad en su utilización. Cosa que no podemos conseguir con diferentes energías renovables que son susceptibles de variar a lo largo del día o estación del año.

En la siguiente imagen se puede observar los principales usos de la energía geotérmica en función de la temperatura:



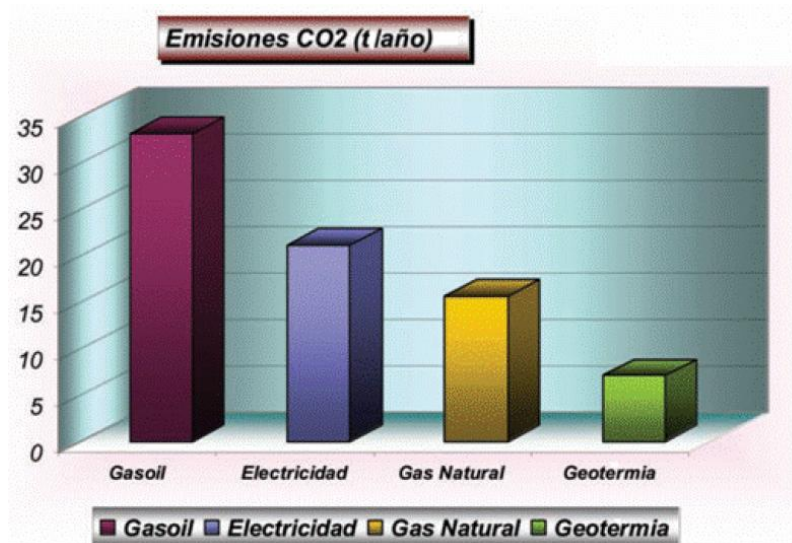
Como se puede observar el uso de la calefacción de invernaderos por suelo, que es la que nos interesa para nuestro invernadero, puesto que hemos diseñado un sistema de calefacción por suelo radiante, está comprendido en la franja de temperatura baja. En esta franja su contenido en calor es insuficiente para producir energía eléctrica, pero es adecuado para calefacción en procesos agrícolas entre otros.

Los yacimientos de baja temperatura tienen como única condición la existencia a profundidad adecuada, entre 1.500 y 2.500m, de formaciones geológicas permeables, capaces de contener y dejar circular fluidos que extraigan el calor de las rocas.

Para saber si es viable el yacimiento o no es necesario hacer una investigación de los recursos. En este caso utilizaremos la tabla que se muestra a continuación en la cual se muestran los pasos más importantes a seguir:

FASE	FINALIDAD	ETAPAS	OBJETIVOS	TÉCNICAS EMPLEADAS
Documentación. Estudios geológicos e hidrogeológicos	Selección y Evaluación de objetivos de explotación	Documentación	Antecedentes	Geología, geofísica, hidrogeología
			Planificación etapas posteriores	
		Evaluación de información y selección de áreas	Definir los almacenes explotables	Geología, hidrodinámica, hidroquímica, evaluación de almacenes
			Definir el modelo geotérmico	
Estudio de almacenes	Confirmar las hipótesis geológicas y definir condiciones de extracción del recurso	Perforación de sondeos profundos	Confirmar el modelo previsto	Sondeos profundos, diagragfías, pruebas de producción, ensayos sobre testigo
			Seleccionar almacenes	
		Evaluación del yacimiento	Establecer las características hidráulicas del almacén	Bombeos de larga duración, diagragfías, evaluación de almacenes, hidroquímica
			Estimar el potencial térmico explotable	
Viabilidad Técnico-Económica	Definir las condiciones de utilización y estudiar la viabilidad económica de la explotación	Estudio térmico	Elegir los usuarios	Estudios de mercado, análisis energético de sistema de utilización
			Definir el aporte geotérmico y seleccionar el sistema	
		Balance energético, económico y financiero	Definir los parámetros económicos del sistema	Análisis energético, cálculo de inversiones y costes, estudios de financiación
		Montaje jurídico y administrativo	Definir el modelo de empresa explotadora y modo de operación	Estudios jurídicos, Estudios de mercado

Concluyendo, este sistema tiene unas ventajas enormes frente a otros tipos de energías ya que esta consigue una temperatura constante a lo largo de todo el día durante todos los días del año. Además es una energía que no se agota y sus emisiones contaminantes son mucho menores que con el petróleo, carbón o diferentes carburantes. En la siguiente imagen se muestra las toneladas anuales de emisiones de CO₂ que diferentes tipos de carburantes emiten a la atmosfera:



ii.i Funcionamiento de la geotermia

Para la instalación de este sistema es necesario que tenga los siguientes componentes:

Bomba de calor geotérmica reversible (suelo/agua); Esta bomba tiene la particularidad de que es capaz de que al invertir el flujo del circuito refrigerante, pasa de refrigerar a calentar. Con esto podremos utilizar el sistema tanto en verano como en invierno.

Este equipo funciona gracias al principio termodinámico que consiste en que un gas se calienta cuando se comprime y se enfría cuando se expande. Esto nos permite hacer una transmisión de energía en el sentido que mejor nos convenga.

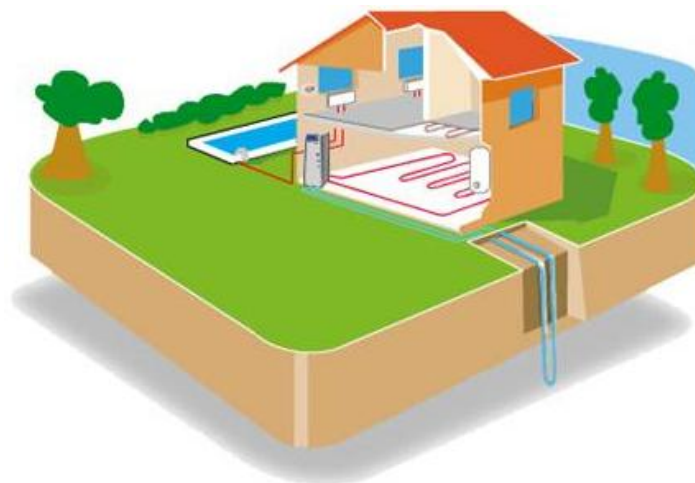
El sistema cuenta con dos sistemas hidráulicos: un circuito primario situado en el exterior de la vivienda (sonda geotérmica) y un circuito secundario interior de la misma (suelo radiante) comunicados por medio de un circuito frigorífico que contiene un gas refrigerante.

El funcionamiento en verano, dentro del circuito frigorífico, el fluido refrigerante tiende a evaporarse absorbiendo el calor del agua caliente que llega desde la vivienda a través de un intercambiador de calor. Una vez absorbido el calor, el fluido es comprimido por un compresor consiguiendo así que se incremente su temperatura. Luego, el fluido refrigerante caliente disipa su calor por medio de otro intercambiador de calor hacia el agua del circuito exterior, refrigerando así el invernadero.

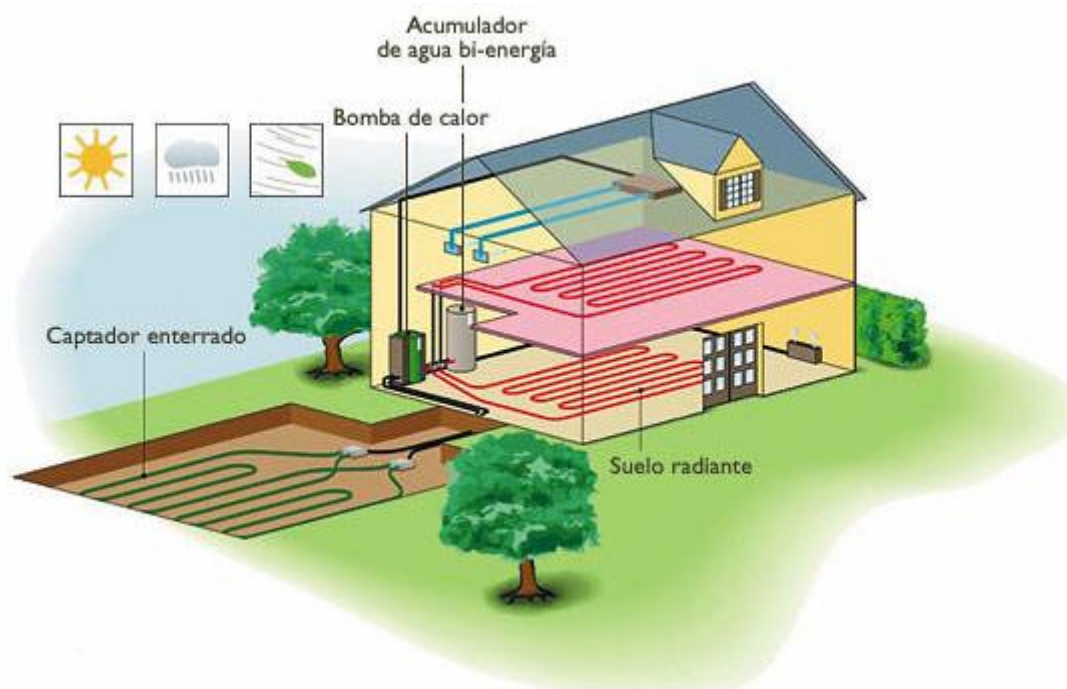
Por el contrario, en invierno, se cambia el sentido del flujo del calor que se transmite desde el circuito primario (terreno/bomba de calor) hacia el circuito secundario (bomba de calor/suelo radiante) por medio del mismo circuito frigorífico.

Para el intercambio de calor con el terreno exterior, necesitaremos un captador geotérmico el cual puede ser:

- **Vertical:** Se coloca un circuito de tubos dentro de un perforación de 50 a 100m de profundidad y de 110 a 140 mm de diámetro.



- **Horizontal:** Se coloca una red horizontal de tubos a 1.2-1.5m de profundidad.



Para poder elegir el mejor método se ha desarrollado la siguiente tabla en la que tendremos una comparativa de ambos métodos:

COMPARATIVA	CAPTADOR VERTICAL	CAPTADOR HORIZONTAL
Temperatura del suelo	Constante durante todo el año	Ligeramente variable en el año
Requerimiento de terreno	Mínimo	Alto
Impacto sobre organización del terreno	Mínimo	Alto
Uso del terreno en el futuro	Libre	Limitado
Transmisión de la energía	Muy buena	Buena
Consumo de energía eléctrica	Muy bajo	Bajo
Relación de cálculo (de referencia)	1/0.75-1 (m ² suelo radiante/m perforación)	1/1.5-2 (m ² suelo radiante/ m ² terreno)
Costes de instalación	Mayor	Menor (aprox. 50% de captador vertical)

ii.ii Adaptación al invernadero

Usaremos este tipo de energía para el sistema de calefacción y refrigeración del suelo radiante, de forma que conseguimos eliminar las corrientes de aire por convección (radiadores) o por sistemas de aire (aire acondicionado, conductos). Gracias a su inercia térmica, el invernadero puede permanecer caliente o frío durante un prolongado período de tiempo, en caso de fallo de sistema.

Además, nos aportará regulación, que es muy importante, ya que deben adecuarse tanto desde el punto de vista del confort, en este caso de las plantas, como de la eficiencia energética, lo que supondrá un ahorro de energía y una reducción de emisiones gases contaminantes a la atmósfera.

Elección de la configuración a emplear:

Los tipos de configuración más usuales suelen atender a los siguientes criterios de clasificación:

- Según el tipo de instalación:
 - Horizontal, según el número de tubos puede ser
 - Simple
 - Doble
 - Etc.
 - Vertical, según el tipo de tubería instalada:
 - Simple U
 - Doble U
 - Coaxial
 - “Slinky”
 - En zanja horizontal
 - En zanja vertical
 - Según la trayectoria del fluido:
 - Serie
 - Paralelo

A continuación se muestran unos esquemas de las configuraciones más usuales:

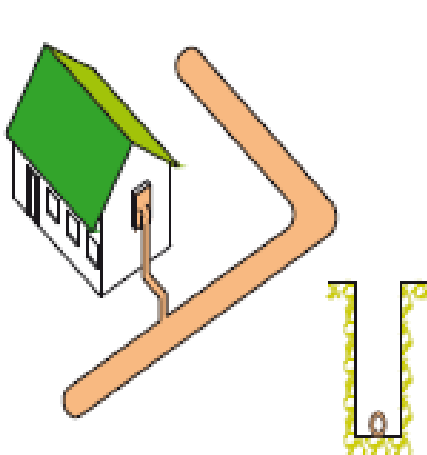


Figura III.4 Tubería simple horizontal

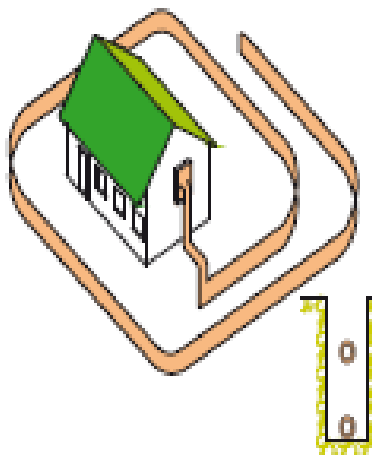


Figura III.5 Tubería doble horizontal

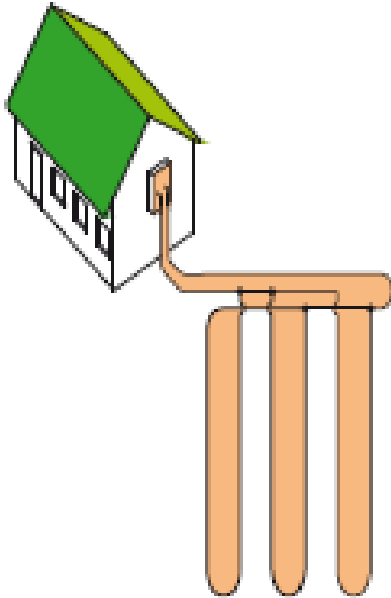


Figura III.6 Sistema en paralelo vertical

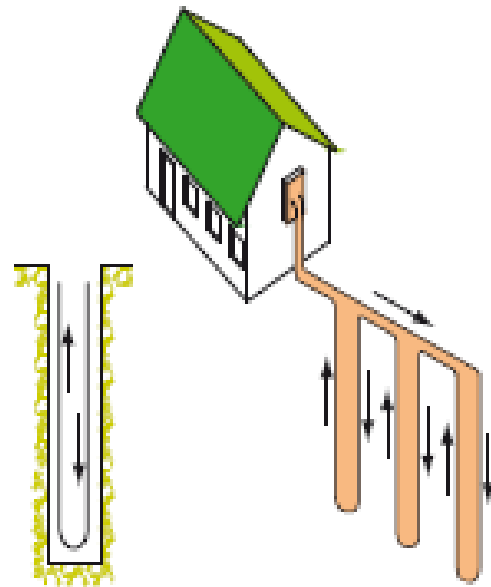


Figura III.7 Sistema en serie vertical

La selección de un intercambiador de calor horizontal, vertical o “Slinky” dependerá de la superficie de terreno disponible, la potencia a disipar y los costes de instalación. Generalmente los sistemas horizontales se emplean para instalaciones de baja potencia con grandes superficies disponibles, mientras que los sistemas verticales permiten la ejecución de grandes instalaciones con una perfecta integración en la edificación y sin hipotecar grandes superficies de terreno. La configuración “Slinky” es una variante de la horizontal, consiste en disponer la tubería formando bucles o espiras, que se emplea para instalar la mayor longitud de intercambiador con la menor excavación posible.

Para el diseño de cada tipología de intercambiador de calor enterrado habrá que tener en cuenta lo siguiente:

- Intercambiador horizontal
 - Profundidad de zanja
 - N° de zanja
 - Espacio entre las sondas en cada zanja
- Intercambiador vertical
 - Profundidad de cada perforación
 - N° de perforaciones
 - Distancia entre perforaciones (se recomienda que esta distancia no sea menor a 6 metros para evitar interferencias térmicas entre las perforaciones, distancia que deberá aumentar cuanto mayor sea la conductividad de terreno).
- Intercambiador “Slinky”
 - Profundidad de zanja
 - N° de zanja
 - Diámetro y paso de las espiras

En las siguientes imágenes se muestran las distintas configuraciones según la trayectoria del fluido. Según las ventajas e inconvenientes seleccionaremos un modo de circulación u otro.

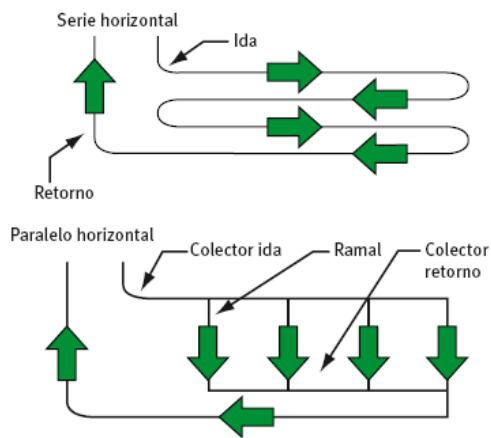


Figura III.8 Flujo en serie/paralelo horizontal

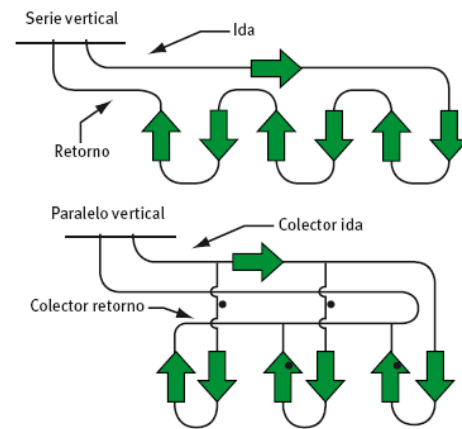


Figura III.9 Flujo en serie/paralelo vertical

- Ventajas del sistema en serie:
 - La trayectoria del fluido está perfectamente definida.
 - El aire atrapado puede ser eliminado con gran facilidad (purga)
 - Funcionamiento térmico más alto por metro lineal de tubo puesto que se requiere de un diámetro superior.
- Desventajas del sistema en serie:
 - Se necesita un diámetro mayor para el tubo lo que implica mayor cantidad de fluido y anticongelante (en su caso), es decir, aumenta coste de la instalación
 - Longitud limitada debido a la caída de presión del fluido.
- **Regulación de la temperatura del agua:**

La regulación de la temperatura del agua en invierno y verano, en función de la temperatura del aire exterior, permite obtener una respuesta adecuada del sistema ante variaciones en la temperatura exterior. Sin embargo, al trabajar con una bomba de calor geotérmica, aprovechando tanto la inercia térmica del terreno exterior como la inercia térmica del suelo radiante interior, las variaciones de temperatura del agua son mínimas en comparación con las variaciones en la temperatura de aire exterior que pueden ser extremas.

- **Regulación de la temperatura de confort en el invernadero:**

La regulación de la temperatura de confort en cada habitación, de acuerdo a las necesidades del usuario de la habitación, se realiza por medio de un termostato de aire. Se recomienda la colocación de un termostato en cada habitación.

En periodos de primavera y otoño, con fuertes variaciones de temperatura exterior, se recomienda que el sistema trabaje con prioridad en función de refrigeración.

- **Energía geotérmica para producción de agua caliente sanitaria y suelo radiante**

En nuestro sistema utilizaremos la energía geotérmica como ayuda para la producción de agua caliente sanitaria, puesto que nuestra principal fuente de producción de agua sanitaria proviene de colectores solares.

La producción de agua caliente mediante geotermia se produce gracias a una bomba de calor geotérmica reversible con acumulador de ACS con dos serpentines, el primario procedente directamente de los captadores y el secundario, que es el de la tubería de agua sanitaria. Con ello conseguimos ayudar a calentar el agua en caso de necesidad.

En la figura que se muestra a continuación, podemos observar el esquema de conexión de cómo se ha de hacer esta instalación:

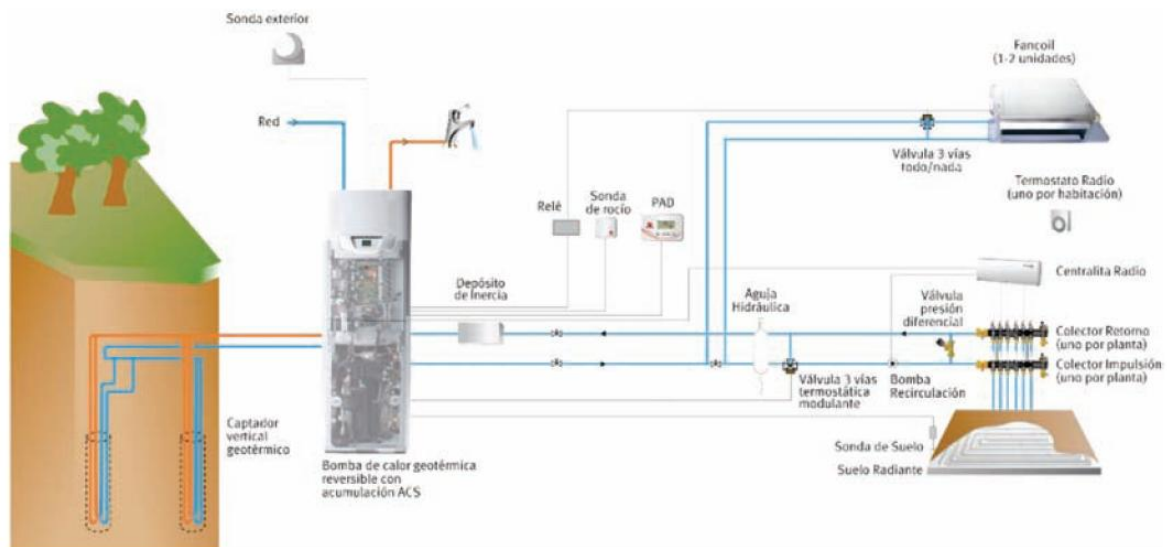


Figura III.10 Instalación geotérmica

iii. ENERGÍA EÓLICA

La Energía eólica es aquella que aprovecha la velocidad del viento. Esta energía procede de la energía solar, ya que son los cambios de presiones y temperaturas en la atmósfera los que hacen que el aire se ponga en movimiento, provocando así el viento, que los aerogeneradores aprovechan para producir energía eléctrica a través del movimiento de sus palas. La energía eólica es un recurso abundante, renovable y limpio.

Históricamente, ésta energía ha sido utilizada para trabajos mecánicos como moler grano o elevar agua de pozos. Sin embargo, en los últimos años el objetivo ha sido buscar la producción de energía eléctrica a partir del viento. Esta energía es extraída mediante el uso de aerogeneradores capaces de transformar la energía eólica en energía mecánica de rotación utilizable. Este aerogenerador comprende un generador eléctrico con sus sistemas de control y de conexión a red.

El aerogenerador consta de tres palas, las cuales son movidas por el viento y mediante un sistema mecánico se hace girar el rotor de un generador que produce energía. El hecho de tener tres hélices, se debe al mayor rendimiento del sistema, puesto que es un número equilibrado y podemos aprovechar mejor los vientos constantes. En la siguiente imagen podemos observar un aerogenerador:



Figura III.11 Aerogeneradores

Con esta energía contamos con el inconveniente que no todos los vientos nos son útiles y que además nos interesa que sea constante. Para minimizar este tipo de efectos, es necesario estudiar el lugar de la instalación de los aerogeneradores, es necesario que estén situados en sitios llanos y con los menos obstáculos posibles, para evitar posibles inestabilidades del viento que nos provoquen perturbaciones en la turbina y por tanto

pérdida de energía. Es por ello, por lo que los aerogeneradores han de estar en una gran llanura y estar a una gran altura. Ya que, cuando la altura es mayor el viento es más constante y estable.

Para una instalación eólica, además hemos de tener en cuenta las siguientes variables:

- Más de 2.000 horas de producción eólica equivalente a potencia máxima (horas equivalentes).
- Respetar la fauna aviar del entorno, estableciendo si es preciso un paso para aves migratorias entre grupos de aerogeneradores.
- Lejanía de más de un kilómetro con núcleos urbanos para evitar la contaminación acústica de los parques eólicos.
- La energía eólica debe estar instalada en suelo no urbanizable, generalmente.
- No interferencia con señales electromagnéticas del entorno, ya que señales de televisión, radio o telefonía se pueden ver perjudicadas si no se instalan otros dispositivos que lo eviten.
- Mediciones de viento a diferentes alturas, durante un período aproximado de un año.

Las ventajas de utilizar este tipo de energía verde son las siguientes:

- Se renueva continuamente.
- Procede indirectamente del sol, por tanto es una energía que no se agota.
- Energía limpia y no contaminante.
- Autóctona y universal.
- Conforme avanza la temperatura, los costes de la instalación se reducen.
- No produce gases tóxicos.

Pese a todo ello este sistema consta también de los siguientes inconvenientes:

- El impacto visual, debido a la alta modificación del paisaje
- El impacto sobre la fauna aviar, ya que estas chocan con las palas o modificarles las rutas de migración.
- El impacto sonoro, el roce de las palas con el viento genera un ruido constante. Es por ello por lo que las viviendas las deberemos situar a una cierta distancia de estos.

iv. ENERGÍA HIDRÁULICA

La energía hidráulica se basa en la caída del agua desde una cierta altura. La energía potencial que tenemos en el inicio se convierte, durante la caída, en energía cinética. El agua pasa por las turbinas a gran velocidad, creando un movimiento de rotación que se transformará en energía eléctrica gracias a los generadores.

En la siguiente imagen se puede observar el procedimiento explicado anteriormente:

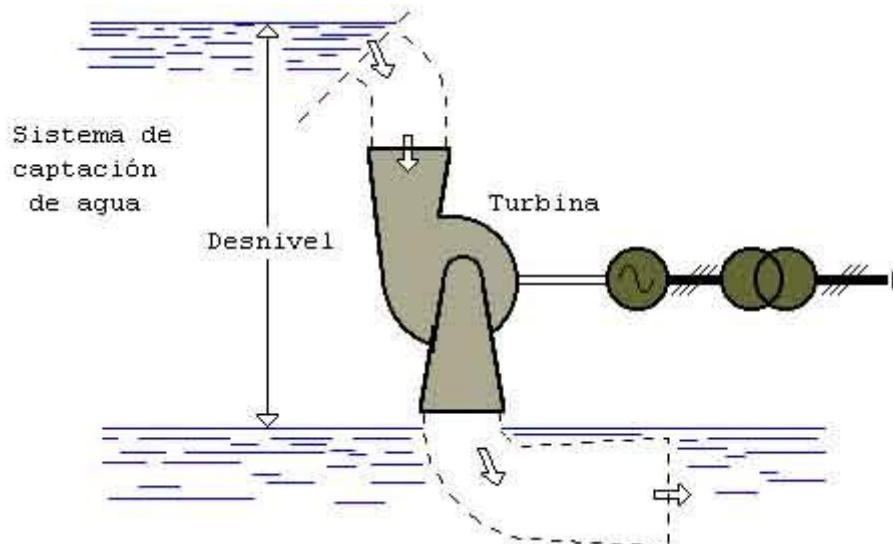


Figura III.12 Instalación Hidráulica

La hidroelectricidad es un recurso natural disponible en zonas con suficiente cantidad de agua. Para su desarrollo es necesario construir pantanos, presas, canales de derivación y equipamiento para generar electricidad.

Como ventajas de ésta electricidad tenemos las siguientes:

- Es una energía inagotable.
- Bajo coste de mantenimiento.
- La instalación tiene una larga vida.
- No contamina

Pero como inconvenientes tenemos:

- La instalación tiene un gran coste
- La construcción lleva largo.
- La disponibilidad de energía puede fluctuar de estación en estación y de en año en año.
- Gran impacto medioambiental, puesto que en muchos casos, al crear los pantanos necesarios, destrozamos parte de la fauna animal y vegetal del lugar que ocupa el pantano.

v. BIOMASA

De forma genérica, por biomasa entendemos, el conjunto de materia orgánica de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de ésta, que haya tenido su origen como consecuencia de un proceso biológico. Esta energía es renovable puesto que la energía en la biomasa se extrae a partir de las materias hidrocarbonadas no fósiles, en las cuales la radiación solar ha conseguido la reducción del Hidrogeno y el Carbono mediante el proceso de fotosíntesis.

Dentro de la biomasa encontramos diferentes tipos:

- Natural: Se produce en ecosistemas naturales. Este recurso no es compatible con la protección del medio ambiente, en explotación intensiva.
- Cultivos energéticos: Son los cultivos vegetales realizados con el único objetivo de ser aprovechados energéticamente. Se caracterizan por la gran producción de materia viva por unidad de tiempo y con el condicionante de minimizar cuidados del cultivo
- Residual: Es la biomasa originada como residuo al emplearse ésta con otros fines. Esto incluye:
 - Residuos forestales y agrícolas
 - Residuos de industrias forestales y agrícolas
 - Residuos sólidos urbanos
 - Residuos biodegradables.
- Excedentes agrícolas: Son aquellos restos y sobrantes de cultivos como por ejemplo la paja de los cereales, poda de árboles y viñedos, etc.

En la siguiente imagen podemos observar, de forma esquemática el concepto de biomasa:



Figura III.13 Proceso de generación de biomasa

Para la transformación de la biomasa en energía útil para el consumo, tenemos diferentes formas. Éstas son las siguientes:

- Métodos termoquímicos:

Estos métodos se basan en la utilización del calor como fuente de transformación de la biomasa. Su utilización se centra en la biomasa seca, sobre todo para la paja y madera. Pese a que con este método creamos CO_2 , podemos considerar que las emisiones que enviamos a la atmósfera son equivalentes al oxígeno creado por las plantas al hacer la fotosíntesis. Por ello podemos decir que es una energía renovable y limpia.

- Métodos Biológicos:

Se trata de una fermentación alcohólica que transforma la biomasa en etanol (biocombustible). Este alcohol se produce por la fermentación de azúcares. Otro método biológico es la fermentación metánica, que es la digestión anaerobia de la biomasa por bacterias. Este proceso se suele utilizar para la transformación de la biomasa húmeda.

Las ventajas de este tipo de sistema son las siguientes:

- Energía renovable
- Aprovechamiento completo
- Reduce el deterioro medioambiental
- No requiere nuevas tecnologías

Y como inconvenientes encontramos la siguiente lista:

- Depende de la estación del año, puesto que los residuos varían dependiendo de la estación del año.
- Es necesario muchos residuos para poder obtener energía.

Una vez vistas las energías renovables, estamos en condiciones de decidir cuál será la energía que mejor se adapta a nuestro sistema de invernadero. Por ello hemos escogido la Energía solar. Ésta energía, pese a que durante el invierno y por la noche tengamos problemas para su captación, es la que más se adapta a nuestros requisitos junto con la biomasa, ya que con esta energía podríamos aprovechar los diferentes residuos que obtendríamos del invernadero. Gracias a la biomasa podremos reducir la problemática de la energía solar en cuanto a cómo generar energía por la noche o en meses de invierno.

