



**EPS**

Escola Politècnica  
Superior

## **Projecte/Treball Fi de Carrera**

**Estudi:** Enginyeria Industrial. Pla 1994

**Títol:** PROJECTE D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR  
FOTOVOLTAICA PER A UN SISTEMA DE BOMBES DE REG

**Document:** 1. Memòria i annexos

**Alumne:** Eduard Batllori Alvarez

**Director/Tutor:** Josep Maria Corretger Canós  
**Departament:** Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial  
**Àrea:** Màquines i motors tèrmics

**Convocatòria** (mes/any): 09/2009

**ÍNDEX DE LA MEMÒRIA**

1. INTRODUCCIÓ .....	6
1.1. Antecedents .....	6
1.2. Objecte.....	7
1.3. Especificacions i abast .....	7
2. DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA .....	10
3. ACCÉS A LA PARCEL·LA .....	12
3.1. Característiques del camí d'accés a la parcel·la.....	12
3.2. Tancament de la parcel·la .....	12
4. MOVIMENT DE TERRES .....	14
4.1. Anàlisi dels pendents.....	14
4.2. Justificació desmunt de terres .....	14
4.3. Cubicatge de terres .....	15
4.4. Procés d'execució i maquinària a utilitzar .....	15
5. COMPOSICIÓ DEL TERRENY .....	17
5.1. Profunditat.....	17
5.2. Textura.....	17
5.3. Saturació d'aigua.....	18
6. DISTRIBUCIÓ DE LES SUPERFÍCIES DE CONREU .....	19
7. CARACTERÍSTIQUES I CONREUS A PLANTAR .....	20
7.1. Característiques principals dels presseguers .....	20
7.2. Característiques principals de l'alfals.....	22
7.3. Característiques principals del blat.....	23
7.4. Característiques principals de l'ordi .....	23
8. JUSTIFICACIÓ DELS CABALS I PROGRAMACIÓ DEL REG .....	24
8.1. Càlcul de les necessitats hídriques dels cultius .....	24
9. CASETA DE SERVEIS .....	30
9.1. Objecte.....	30

9.2. Ús.....	30
9.3. Situació .....	30
9.4. Solució adoptada.....	30
9.5. Dimensions i superfícies.....	30
9.6. Descripció constructiva.....	31
9.6.1. Fonaments.....	31
9.6.2. Tancaments .....	31
9.6.3. Coberta.....	32
9.6.4. Paviment.....	32
9.6.5. Fusteria.....	33
9.6.6. Instal·lacions.....	33
9.6.6.1. Enllumenat .....	33
9.6.6.2. Enllumenat d'emergència .....	33
9.6.6.3. Potència elèctrica .....	34
9.6.6.4. Instal·lació contra incendis .....	34
10. CAPTACIÓ DE L'AIGUA.....	35
10.1. Introducció.....	35
10.2. Situació de la captació.....	35
10.3. Caracterització hidrogeològica .....	35
10.4. Característiques del sondeig .....	36
10.5. Descripció del procés constructiu .....	36
10.5.1. Condicionament de l'emplaçament .....	36
10.5.2. Perforació, entubació i condicionament del sondeig.....	37
10.5.3. Neteja i assaig de bombeig.....	38
10.6. Equipament electromecànic .....	38
10.7. Connexió amb el dipòsit elevat.....	40
11. EMMAGATZEMATGE AIGUA DE REG .....	41
11.1. Introducció.....	41
11.2. Objectiu .....	41

11.3. Situació .....	41
11.4. Solució adoptada.....	41
11.5. Capacitat i alçada.....	42
11.6. Descripció constructiva.....	43
11.6.1. Fonamentació .....	43
11.6.2. Cilindre sustentant .....	43
11.6.3. Volta inferior i anell circular inferior .....	44
11.6.4. Paret troncocònica .....	44
11.6.5. Volta superior i anell circular superior .....	45
11.6.6. Escala exterior .....	45
11.7. Equipament hidràulic .....	46
11.8. Control del nivell de l'aigua del dipòsit.....	47
11.9. Impermeabilització del dipòsit.....	48
12. SISTEMA DE REG .....	49
12.1. Introducció.....	49
12.2. Objecte.....	49
12.3. Descripció del sistema de reg.....	49
12.3.1. Canonada d'alimentació.....	49
12.3.2. Sistema de bombeig .....	50
12.3.3. Xarxa de reg .....	51
12.3.4. Emissors .....	51
12.4. Control del sistema.....	52
13. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	53
13.1. Introducció.....	53
13.2. Consums elèctrics .....	53
13.3. Instal·lació solar fotovoltaica.....	54
13.3.1. Captadors solars.....	54
13.3.2. Bateries.....	56
13.3.2.1. Protecció contra la descàrrega elèctrica per contacte directe .....	57

13.3.2.2. Protecció contra la descàrrega elèctrica per contacte indirecte .....	57
13.3.2.3. Desconnexió i separació.....	57
13.3.2.4. Curtcircuits .....	57
13.3.2.5. Corrents de fuga .....	57
13.3.2.6. Previsions contra el perill d'explosió .....	58
13.3.2.7. Càrregues electrostàtiques.....	58
13.3.3. Regulador de càrrega .....	58
13.3.4. Inversors.....	60
13.3.5. Generador elèctric .....	61
13.4. Instal·lació elèctrica .....	62
13.4.1. Quadre general de protecció.....	62
13.4.2. Circuits de distribució .....	63
13.4.2.1. Cables conductors.....	64
13.4.2.2. Canalitzacions elèctriques .....	64
13.4.2.3. Enllumenat .....	65
13.4.3. Rases .....	65
13.4.4. Sistemes i elements de protecció.....	66
13.4.4.1. Protecció contra sobreintensitats.....	66
13.4.4.2. Protecció contra sobretensions.....	67
13.4.4.3. Protecció contra contactes directes .....	67
13.4.4.4. Protecció contra contactes indirectes .....	68
13.4.5. Posta a terra .....	69
14. RESUM DEL PRESSUPOST.....	71
15. CONCLUSIONS.....	72
16. RELACIÓ DE DOCUMENTS .....	74
17. BIBLIOGRAFIA.....	75

## **ÍNDEX D'ANNEXOS**

Annex A – Moviment de terres

Annex B – Càlcul de cabals

Annex C – Càlcul circuit hidràulic

Annex D – Càlcul instal·lació solar fotovoltaica

Annex E – Càlcul instal·lació elèctrica

Annex F – Càlculs estructura dipòsit elevat

Annex G – Estudi econòmic

Annex H – Estudi bàsic de seguretat i salut

Annex I – Pla d'obres

Annex J – Justificació de preus

Annex K – Avaluació mediambiental

Annex L – Gestió de residus

Annex M – Control de qualitat

## 1. INTRODUCCIÓ

### 1.1. Antecedents

El present projecte tracta de la instal·lació d'una explotació agrícola, amb funcionament per energia solar fotovoltaica.

L'explotació agrícola es durà a terme en una parcel·la de la qual es disposa. La classificació del sòl de situació de l'explotació és no urbanitzable, segons la normativa urbanística municipal, i destinada a ús agrari segons el cadastre, permetent-se per tant les explotacions agrícoles. La localització de la parcel·la és núm. 11 del polígon 6 del terme municipal de Torregrossa (Lleida). Per tal de dur a terme el cultiu dels conreus es dissenya una instal·lació de bombeig capaç de subministrar aigua de reg a aquests conreus.

El principal inconvenient a l'hora d'efectuar el reg és que la parcel·la es troba aïllada de la xarxa elèctrica convencional, i per tant, s'haurà d'alimentar el sistema de reg amb energia elèctrica de generació pròpia.

Degut a la problemàtica medi ambiental que se'ns planteja avui dia – efecte hivernacle, canvi climàtic – sorgeix la necessitat d'utilitzar fonts d'energia renovables, de manera que no motivem encara més l'ús d'energies convencionals i més contaminants.

Per tal de reduir l'impacte de la contaminació es va redactar el protocol de Kyoto, que promou rebaixar el nivell d'emissions contaminants de cada país que el va acceptar. És per aquest motiu que es considera una necessitat bàsica el fet d'utilitzar energies que no generin CO<sub>2</sub> com seria l'ús de captadors solars fotovoltaics.

Actualment, la tecnologia de captadors solars està essent utilitzada sobretot amb finalitats tèrmiques en el sector de la construcció, gràcies a certes normatives que obliguen a la seva instal·lació. Per tant, es considera interessant aplicar aquesta tecnologia a altres sectors menys habituals.

Per tots aquests motius, i principalment degut a que la parcel·la que es vol regar està aïllada de la xarxa de subministrament elèctric convencional, s'ha optat per instal·lar un sistema de captadors solars fotovoltaics que generaran l'energia suficient per al funcionament de les bombes de reg i altres consums elèctrics propis de l'explotació agrícola. S'ha valorat també

realitzar una connexió a la xarxa elèctrica convencional, però donada la distància a la que es troba la parcel·la del possible punt de connexió a la xarxa, resultaria exageradament costós realitzar-la.

## **1.2. Objecte**

L'objecte del present projecte serà el de dissenyar i definir totes les parts necessàries que conformaran la instal·lació solar fotovoltaica que subministrarà energia elèctrica a les bombes de reg principalment, així com el disseny de la resta d'instal·lacions necessàries pel funcionament de l'explotació agrícola.

Així doncs, la finalitat és que tota la instal·lació funcioni degudament, podent subministrar energia elèctrica a les bombes de reg i d'aquesta manera fent possible el reg dels conreus. En tot moment es satisfaran uns requisits mínims de seguretat que permetran l'ús i explotació de la instal·lació.

Es realitzarà també una avaluació ambiental de la instal·lació solar fotovoltaica, comparant-la amb altres sistemes més convencionals, com podria ser alimentar el sistema de reg amb un generador elèctric diesel.

## **1.3. Especificacions i abast**

El projecte abastarà la definició i dimensionat de tots els elements que conformaran la instal·lació solar fotovoltaica que permetrà bombejar aigua per a reg. També es dissenyaran les instal·lacions necessàries que possibilitaran el funcionament de l'explotació agrícola.

La instal·lació estarà destinada a regar sòl agrícola amb diferents tipologies de conreus, amb una superfície aproximada útil de 0,5 ha.

Segons les tipologies de conreu i necessitats d'aigua específiques per a cada un d'ells es dissenyarà un sistema que permeti subministrar aquests cabals d'aigua necessaris, a partir d'un sistema d'aspersors i canonades, que estaran alimentats hidràulicament per una sèrie de bombes. Aquestes consumiran l'energia elèctrica que generarà la instal·lació solar fotovoltaica, de la qual es concretarà el nombre i model de captadors solars fotovoltaics a instal·lar, el tipus de cablejat, les connexions a realitzar i les proteccions necessàries de que disposarà la instal·lació per tal d'obtenir-ne una explotació segura.



A més, per tal d'assegurar que es podrà regar encara que es donin unes condicions molt desfavorables, com podrien ser llargs períodes de no insolació, es prendran les mesures següents: es dotarà la instal·lació solar fotovoltaica amb un sistema que permeti emmagatzemar energia elèctrica i es disposarà a part d'un generador elèctric diesel, que només entrarà en funcionament quan la instal·lació solar fotovoltaica no sigui capaç d'alimentar el sistema de reg. Per tant, es dissenyarà la instal·lació amb el requeriment de que sigui totalment autònoma.

Es garantirà que els materials que s'utilitzaran resistiran a la intempèrie les inclemències meteorològiques al llarg de tota la vida útil de la instal·lació, que s'estima en uns 25 anys.

Les instal·lacions hauran de complir amb tota la normativa vigent que els hi sigui d'aplicació, i que es cita a continuació:

- Reial Decret 842/2002 de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.
- Decret 363/2004 de 24 d'agost, pel qual es regula el procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió.
- Decret 74/2007 de 27 de març, pel qual es modifica l'article 13.1 del Decret 363/2004 de 24 d'agost, pel qual es regula el procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió.
- Reial Decret 7/1988, de 8 de gener, relatiu a les exigències de seguretat del material elèctric destinat a ser utilitzat en determinats límits de tensió.
- Reial Decret 1580/2006 de 22 de desembre, pel qual es regula la compatibilitat electromagnètica dels equips elèctrics i electrònics.
- Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construccions.
- Llei 31/1995 de 8 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals.
- Reial Decret 314/2006 de 17 d'octubre, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació, modificat per l'Ordre Ministerial VIV/984/2009 del 15 d'abril, publicada al BOE 23/04/2009.
- Reial Decret 312/2005, de 18 de març, pel qual s'aprova la classificació dels productes de construcció i dels elements constructius en funció de les seves propietats de reacció i de resistència davant del foc.
- Reial Decret 1247/2008, de 18 de juliol, pel que s'aprova la instrucció de formigó estructural (EHE-08).
- Reial Decret 956/2008, de 6 de juny, pel que s'aprova l'Instrucció per a la recepció de ciments (RC-08).

- Reial Decret 1942/1993, de 5 de novembre, pel que s'aprova el Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis (RIPCI).
- Reial Decret 1328/1995, de 28 de juliol, pel que es modifiquen, en aplicació de la Directiva 93/68/CEE les disposicions per a la lliure circulació de productes de construcció, aprovades pel Reial Decret 1630/1992 de 29 de desembre.
- Reial Decret 312/2005, de 18 de març, pel que s'aprova la classificació dels productes de construcció i dels elements constructius en funció de les seves propietats de reacció i de resistència davant del foc.
- Normes UNE que siguin d'aplicació.

## 2. DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA

La parcel·la objecte del projecte s'adequarà per tal de cultivar-hi quatre conreus diferents: alfals, blat, ordi i presseguers. D'acord amb això, la superfície total de la parcel·la es dividirà en quatre zones diferents, separades entre elles pels carrers de servei, que tindran com a objectiu permetre el pas de la maquinària agrícola. Es deixarà una cinquena zona que contindrà totes les instal·lacions necessàries que permetran el reg i l'explotació del conreus de la parcel·la.

S'ha realitzat un estudi topogràfic per tal de comprovar que els pendents de la parcel·la s'adeqüin al tipus de conreu i de reg que es pretén implantar. D'acord amb aquest estudi s'ha decidit fer desmunt de terres a la part superior de la parcel·la, tal i com s'indica als plànols número 5, 6 i 7 d'aquest projecte.

Cadascun dels conreus que es volen cultivar té unes necessitats d'aigua específiques. Per tal de regar-los es precisarà d'una instal·lació de bombeig d'aigua, que s'alimentarà amb energia solar fotovoltaica.

L'aigua per a reg s'extraurà mitjançant un sondeig realitzat a la parcel·la. Una bomba serà l'encarregada de captar l'aigua del subsòl i impulsar-la cap a un dipòsit elevat de 18 m<sup>3</sup> de capacitat, que es construirà també a la mateixa parcel·la. El dipòsit tindrà dues funcions principals: la de donar una pressió estàtica addicional a l'aigua que impulsaran les bombes de reg, permetent d'aquesta manera reduir l'alçada manomètrica a la que hauran d'impulsar les bombes, i la d'allargar la vida útil de la bomba de captació d'aigua, atès que s'engegarà i parará menys sovint gràcies al volum d'aigua emmagatzemat.

Quan sigui necessari regar, l'aigua acumulada al dipòsit elevat serà enviada cap a les bombes, que acabaran de donar-li la pressió adequada per tal de que els aspersors distribuïts a les diferents zones de conreu funcionin correctament.

Aquest conjunt de bombes s'ubicarà dins d'una caseta de serveis que es construirà dins de la zona d'instal·lacions. En la mateixa caseta s'hi trobaran els quadres elèctrics de control de la instal·lació i programador de reg.

La instal·lació solar fotovoltaica es classificarà com a sistema aïllat híbrid, donat que no es disposarà de cap connexió a la xarxa elèctrica convencional, però sí d'un generador elèctric diesel, que permetrà carregar les bateries en cas de llargs períodes de no insolació.

La part de producció elèctrica solar constarà de 20 col·lectors solars fotovoltaics connectats en sèrie-paral·lel, connectant dos grups de 10 captadors en paral·lel i els dos grups entre ells en sèrie. S'instal·laran totalment encarats a sud i muntats sobre suports a 60°. L'energia que produeixin s'emmagatzemarà en una bateria que s'instal·larà en un recinte dins de la caseta de serveis.

Tant la bateria com el regulador de càrrega de la bateria treballaran a 48 V en corrent continua. Per tal de poder alimentar les bombes i altres consums que necessitaran 230 V en corrent alterna, s'instal·laran dos inversors que transformaran aquest corrent continu a una ona sinusoidal de 230 V d'amplitud. Cada una de les bombes estarà alimentada per una línia diferent que partirà del quadre general de protecció. Cada línia estarà protegida per un magnetotèrmic del calibre indicat a l'esquema, i com a protecció per contactes indirectes s'utilitzaran diferencials.

### **3. ACCÉS A LA PARCEL·LA**

#### **3.1. Característiques del camí d'accés a la parcel·la**

L'accés a la parcel·la es realitzarà a través del camí que va de Torregrossa a Sidamón, tal i com es pot observar al plànol núm. 3.

Aquest té l'amplada suficient per tal de permetre el pas de la maquinària agrícola, i dels possibles camions que hagin de portar el material per a realitzar la instal·lació. Concretament la seva amplada no és inferior a 3 metres en cap punt del seu recorregut.

El camí té la capacitat portant adequada per tal de suportar el pes dels vehicles que circulin per ell, que habitualment seran del tipus agrícola.

El vial d'accés a la parcel·la no té una pendent més gran del 10-12% en cap tram del seu recorregut, i per tant, la maquinària agrícola pot accedir a la parcel·la sense dificultats.

#### **3.2. Tancament de la parcel·la**

Una vegada finalitzades les obres d'adequació de la parcel·la i paral·lelament a l'execució de la instal·lació elèctrica es col·locarà un tancament metàl·lic de 2 metres d'alçada a tot volt d'aquesta.

Aquest estarà format per una reixa de simple torsió de forma romboïdal, fabricada amb filferro d'acer galvanitzat de 2 mm de diàmetre i 400 N/mm<sup>2</sup> de resistència, i amb un recobriments plastificat d'espessor mínim 0,50 mm. El diàmetre total del filferro més el recobriments serà de 3 mm, i la llum de la malla serà de 50 mm.

El tancament metàl·lic estarà sustentat per suports de 2,35 m de longitud. Aquests disposaran d'una cremallera longitudinal que permetrà la correcta fixació dels accessoris i de les grapes per tal de suportar la tensió de la reixa mallada. Estaran fabricats amb xapa d'acer segons norma EN-10.142 i tindran una resistència a la tracció mínima de 300 N/mm<sup>2</sup> i màxima de 500 N/mm<sup>2</sup>. Es protegiran dels agents atmosfèrics mitjançant un recobriments galvanitzat i un recobriments plàstic. A la part superior del suport es col·locarà un tap de polipropilè indegradable i resistent a la intempèrie.

Es col·locaran diferents tipus de suports d'acord amb el detall del plànol núm. 3. Concretament a cada extrem de la tanca es col·locarà un suport de RIVISA model LUX 80, que incorporarà dos tornapunts muntats amb cargols M8x18. Cada 30 metres de tram recte es col·locarà un suport tensor de RIVISA model LUX 80 que portarà dos tornapunts i suports amb cargols tensors. A través del tornapunts s'assegurarà una major fixació al terreny. Cada 3 metres de tram recte es muntarà un suport intermig de RIVISA model LUX 50, que permetrà donar una certa rigidesa a la reixa metàl·lica.

Tots els suports aniran encastats 30 cm en sabates de formigó HM-25/P/20/IIa, les quals tindran unes dimensions de 300x300x400 mm. Els tornapunts es fixaran al terreny amb sabates de formigó HM-25/P/20/IIa i dimensions 250x250x300 mm. Totes les sabates es procurarà que estiguin a una profunditat mínima de 5 cm per sota la rasant del terreny.

Per acabar de lligar els diferents suports entre ells es col·locaran un total de tres filades de filferro tensor a diferent alçada. Cada filada anirà unida als suports tensors amb cargols que permetran donar més o menys tensió a aquest filferro.

Es col·locarà una porta per accedir a l'explotació agrícola de dues fulles de 5x2 metres d'acer galvanitzat i plastificat, amb bastidor de tub de 80x40 mm, i malla de forma romboïdal de 2 mm de diàmetre, amb un recobriment plastificat. Aquesta anirà fixada a dos columnes de perfil quadrat de 100x100x2 mm amb pern regulables.

## 4. MOVIMENT DE TERRES

### 4.1. Anàlisi dels pendents

Per tal de comprovar que el pendent existent de la parcel·la és adequat a l'ús final que se li vol donar s'han realitzat una sèrie de perfils longitudinals a la mateixa. Concretament s'han estudiat vuit perfils longitudinals, separats entre ells una distància de 10 metres.

Per poder calcular el pendent s'ha partit de les corbes de nivell del plànol cartogràfic, que estan marcades cada 5 metres d'alçada, i s'ha considerat el pendent entre una corba i una altra lineal. Es mostra a la Taula 1 el pendent obtingut en % per a cada un dels 8 perfils i per a cada franja d'altura. A l'última columna de la taula es detalla el pendent mig dels perfils 2 a 7, que són els que estan compresos dins de la parcel·la, tal i com es pot observar al plànol núm. 4.

<b>Alçada sobre el nivell del mar (m)</b>	<b>P-1</b>	<b>P-2</b>	<b>P-3</b>	<b>P-4</b>	<b>P-5</b>	<b>P-6</b>	<b>P-7</b>	<b>P-8</b>	<b>Pendent mig (%)</b>
250 – 255	10,0	7,9	7,4	7,2	6,9	6,8	6,7	6,7	7,1
255 – 260	8,3	9,3	9,6	9,6	9,5	9,3	9,2	9,4	9,4
260 – 265	14,7	11,9	11,5	11,4	11,4	11,2	10,8	10,2	11,4
265 – 270	26,9	22,4	21,7	19,9	18,8	17,2	16,5	11,8	19,4

Taula 1. Pendent existent del terreny en % en funció de l'alçada

### 4.2. Justificació desmunt de terres

Els tipus de conreus que es volen plantar requereixen pendents no superiors al 12%, és per aquest motiu que es realitzarà un desmunt de terres a la franja d'entre 265 i 270 metres d'alçada, continuant amb el pendent mig de la franja anterior, que és de l'11,4%.

El reg per aspersió que es pretén implantar s'adequa perfectament al pendent final de la parcel·la, donat que és un tipus de reg que no provoca cap tipus d'erosió al terreny malgrat el pendent.

### 4.3. Cubicatge de terres

S'ha calculat el cubicatge total de terres a desmuntar mitjançant els perfils definits a l'apartat anterior, i segons el mètode de càlcul de l'àrea mitja.

Aquest mètode consisteix en calcular l'àrea mitja de desmunt entre dos perfils consecutius, de manera que el volum total de terres a desmuntar s'obté multiplicant la distància entre perfils per la semisuma de les àrees de desmunt.

D'acord amb l'annex A – Moviment de terres i tal i com es mostra al plànol núm. 7, el volum total de terres a desmuntar serà de 147,61 m<sup>3</sup>.

Es realitzarà també una esbrossada superficial a tota la parcel·la, amb una profunditat de 10 cm, pel que el volum de terres que es generarà serà de 724,26 m<sup>3</sup>.

Així doncs, el volum de terres total que s'haurà de transportar a l'abocador o monodipòsit serà de 871,87 m<sup>3</sup>.

### 4.4. Procés d'execució i maquinària a utilitzar

El procés global de moviment de terres es divideix principalment en tres fases:

- L'excavació, a on és important conèixer el tipus de terreny que es manipularà, per tal de seleccionar la màquina adequada.
- La càrrega de les terres al camió de transport.
- Transport de les terres amb el camió fins a l'abocador controlat o monodipòsit més proper.

Abans de començar la primera fase cal conèixer les característiques del terreny que es manipularà, ja que això es un paràmetre molt important a l'hora d'escollir el tipus de maquinària que intervindrà en el procés. Concretament es tracta de valorar l'excavabilitat del terreny a manipular.

Per a determinar les característiques i excavabilitat del terreny habitualment es realitzen cates o sondejos. En el nostre cas, donat que la profunditat màxima a desmuntar és de 0,76 metres, només es realitzarà una inspecció visual del terreny mitjançant cates.



En la parcel·la objecte del projecte, el tipus de material a desmuntar fins a la profunditat abans esmentada són una barreja de graves i sorres mitjanament denses que segons la taula D.1 de l'annex D del document bàsic SE-C del Codi Tècnic de l'Edificació tenen una classificació de sòls gruixuts amb graves i sorres mitges/fines; per tant, l'excavabilitat del terreny serà bona.

Conegudes les característiques del terreny, es determina que l'excavació es durà a terme mitjançant una pala de rodes, que també serà l'encarregada de realitzar la càrrega de les terres al camions de transport. Aquesta pala de rodes tindrà un rendiment de 50,49 m<sup>3</sup>/h de terres, segons es justifica a l'annex A – Moviment de terres.

Finalment s'han d'escollir els tipus de camions que transportaran les terres fins a l'abocador controlat més proper. En el nostre cas, l'abocador serà el dipòsit controlat de Miralcamp, ubicat a 11,4 km de la parcel·la.

El tipus de camió a utilitzar serà del tipus volquet, amb una capacitat màxima de càrrega 12 m<sup>3</sup>. A l'annex A – Moviment de terres es justifiquen els temps de maniobres i d'espera durant la càrrega per als camions, el temps de càrrega a la parcel·la i de descàrrega a l'abocador, i el temps necessari per fer el trajecte fins a l'abocador i tornar a la parcel·la. De manera que el camió per a realitzar un cicle complet de càrrega i descàrrega necessitarà 63,86 minuts, el que implica 0,94 viatges/hora. Per tant, el camió tindrà un rendiment de 11,27 m<sup>3</sup>/h de terra.

Comptant el temps que dura la càrrega del camió mitjançant la pala de rodes, el temps que tarda el vehicle en anar a l'abocador controlat, descarregar i tornar al punt d'origen, s'arriba a la conclusió que es necessitaran quatre camions volquet per a minimitzar el temps d'espera de cada camió a tornar a ser carregat, que serà de 3,18 minuts. Amb aquest nombre de camions s'assegura que la pala de rodes treballi al 100% de la seva capacitat.

El nombre de viatges de cada camió a l'abocador serà de 18,16 en total, el que significa que tres camions faran 18 viatges cada un i l'altre camió en realitzarà 19.

El temps necessari per a dur a terme tot el procés de moviment de terres serà de 21,18 hores.

Degut a que l'alçada de desmunt màxima és de només 0,76 metres, i atès el tipus de terreny, es procurarà deixar un talús 2:1, equivalent a 27°, per assegurar l'estabilitat.

## 5. COMPOSICIÓ DEL TERRENY

A l'hora d'avaluar la idoneïtat d'un sòl per al cultiu, és necessari estudiar el tipus de sòl, les seves característiques i els efectes o limitacions que aquest sòl pot tenir en el potencial cultiu de les diferents espècies que es plantaran.

Les propietats físiques del sòl que afecten al desenvolupament de les arrels i al creixement dels cultius són la profunditat del sòl, la seva textura i estructura i les possibilitats de saturació d'aigua del mateix.

### 5.1. Profunditat

La profunditat útil del sòl és aquella en la qual no hi ha cap característica que impedeixi o dificulti la penetració de les arrels dels cultius.

La profunditat mínima que garanteix un bon desenvolupament radicular per a cada cultiu dels que es plantaran es detalla a la Taula 2.

Conreu	Profunditat (m)
Presseguers	1,5
Alfals	2,0
Blat	1,5
Ordi	1,5

Taula 2. Profunditat mínima

En la parcel·la objecte del projecte, s'assegura que el sòl té la profunditat suficient per que les arrels del diferents conreus creixin sense cap dificultat.

### 5.2. Textura

El creixement i desenvolupament de les arrels varia considerablement en funció de la textura del sòl. En la parcel·la objecte del projecte el sòl té una textura mitja (graves i sorres mitjanament denses).

En general, les arrels creixen més vigoroses en sòls de textura mitja i no estratificats, que en sòls de textura gruixuda com el de la parcel·la. No obstant això, en el sòl d'aquesta la

permeabilitat és bona, l'aigua disponible és alta i l'airejament de les arrels és adequat pel desenvolupament òptim de les d'aquestes.

### **5.3. Saturació d'aigua**

D'acord amb el tipus de cultius que es pretenen plantar, un dels requeriments essencials és que el sòl tingui un bon drenatge que permeti un correcte airejament i un bon desenvolupament de les arrels; donat que els sòls en els que sigui habitual la formació de basses o que romanen saturats amb aigua en alguna part del perfil durant un temps significatiu de l'any, són desfavorables per als cultius que es volen plantar, produint asfíxia radicular i un baix creixement d'aquestes.

El sòl de la parcel·la drenarà suficientment l'aigua que s'acumuli, degut a que té una textura gruixuda (graves i sorres mitjanament denses). Per tant, no es preveu que s'acumuli l'aigua en els primers metres d'aquest.

## 6. DISTRIBUCIÓ DE LES SUPERFÍCIES DE CONREU

Per tal de permetre una explotació satisfactòria de la plantació, i més concretament la realització dels treballs de cultiu, es dividirà la superfície total de la parcel·la en diferents zones.

Serà necessari deixar una sèrie de camins i carrers de servei que permetran l'accés de la maquinària agrícola cap a les àrees conreades. L'objectiu d'aquests carrers de servei serà facilitar la recollida de la collita durant la recol·lecció.

D'aquesta manera, hi haurà un carrer de servei que rodejarà a la parcel·la, amb una amplada de 4 metres, comptats des del tancament metàl·lic fins a la zona conreada. Els altres carrers de servei, que seran perpendiculars a l'anterior i tindran una amplada no inferior als 4 metres, travessaran la parcel·la dividint-la en quatre subparcel·les independents, cadascuna de les quals es destinarà a un tipus de conreu diferent. Es pot observar al plànol número 8 la distribució d'aquests camins.

A part de la superfície útil per a conreus, existirà una zona que estarà destinada exclusivament a contenir les diverses instal·lacions que donaran servei a l'explotació agrícola, així com una caseta, a on s'ubicaran les bombes per al reg, els subquadres del control del reg i els diferents equips que formaran la instal·lació solar fotovoltaica.

Per tant, de la superfície total de 7.242,56 m<sup>2</sup> de que disposa la parcel·la, es destinaran 227,04 m<sup>2</sup> a la zona d'instal·lacions, i la resta serà zona conreable, una vegada descomptada la superfície ocupada pels camins de servei.

## 7. CARACTERÍSTIQUES I CONREUS A PLANTAR

A cada una de les subparcel·les que han quedat delimitades pel traçat dels carrers de servei definits a l'apartat anterior s'hi plantarà un conreu diferent. A la Taula 3 es detallen els conreus a plantar i la superfície que es destinarà a cada un d'ells:

Conreu	Superfície (m2)
Presseguers	818,41
Alfals	1.674,16
Blat	1.808,56
Ordi	734,82
Total	5.035,95

Taula 3. Superfície destinada a cada conreu

Per tant, tindrem una superfície útil destinada a conreu de 5.035,95 m<sup>2</sup>.

### 7.1. Característiques principals dels presseguers

La varietat de presseguer que es plantarà és del tipus de floració tardana, donat que es realitza la recol·lecció durant el mes de setembre, i es posa la fruita a la venda al mercat cap a finals de setembre, principis d'octubre.

El presseguer és un tipus de conreu no molt resistent al fred, però que requereix de baixes temperatures durant l'hivern, i necessita temperatures elevades a l'estiu per tal de que madurin els fruits. Per tant, les temperatures que es donen a la zona són les més adients per obtenir un bon rendiment de la collita. En la Taula 4 es pot observar la temperatura mitjana enregistrada per les estacions meteorològiques pròximes a la parcel·la, amb el que es justifica el que s'ha comentat al paràgraf anterior.

Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Set.	Oct.	Nov.	Des.
4,6	6,9	10,1	12,4	16,6	21,2	24,4	24,1	20,5	15,1	8,6	5,0

Taula 4. Temperatura mitjana mensual (°C) enregistrada per les estacions meteorològiques

El presseguer és una espècie que necessita llum per poder obtenir fruits de qualitat. En canvi, el tronc i les branques pateixen amb una excessiva insolació, pel que s'ha de realitzar una poda de formació adequada.

Els arbres que creixen en estat silvestre, sense cap tipus d'intervenció, ho fan seguint la tendència natural de creixement de l'espècie i adquireixen formes i mides variades. Des del punt de vista de la producció, aquestes pautes de creixement presenten dos greus inconvenients. Per una banda, es produeix un entrecreuament de les branques, que s'agreuja amb l'edat de l'arbre i impedeix la penetració de la llum solar, que té com a conseqüència una disminució de la qualitat de la fruita. Per altra banda, es freqüent l'aparició de branques amb debilitat mecànica causada per uns angles d'inserció aguts, que acaben per trencar-se en anys de fortes collites i, simultàniament desequilibren la vegetació de l'arbre. La poda de formació té com a objectiu disminuir aquests inconvenients mitjançant la construcció d'un esquelet amb la suficient solidesa mecànica per suportar les futures collites, i en una forma que permeti una millor penetració de la llum solar.

Per aquest motiu, es realitzarà una poda de formació d'eix central. L'esquelet estarà format pel tronc, que actuarà com un eix central d'uns dos metres d'alçada amb presència de branques secundàries al voltant d'aquest tronc o eix central. Aquest tipus de poda de formació permetrà una distància entre files d'arbres de com a mínim 2,5 metres i fins a 4 metres, i una distància entre arbres d'entre 1 a 2,5 metres, pel que es podrà qualificar la plantació com a intensiva.

En el nostre cas, el marc de plantació dels presseguers serà de 2,5x1,5 metres; és a dir, els arbres es plantaran deixant una distància de 2,5 metres entre les copes dels arbres de les diferents files, i una distància de 1,5 metres entre les copes dels arbres d'una mateixa fila. D'aquesta manera s'assegura una fàcil realització de la poda i un màxim d'exposició a la llum solar.

La orientació de les files d'arbres seguirà la orientació de la pròpia parcel·la, de manera que estaran girades 15° respecte el sud. Aquest angle no és massa elevat, pel que s'assegura una bona distribució de la llum solar a la plantació.

La plantació dels presseguers serà del tipus definitiva. En aquest tipus de plantacions tots els arbres romanen en la plantació durant la vida de la mateixa, de manera que durant els primers anys que segueixen a la plantació, els arbres disposaran d'un espai més gran del

necessari per al seu desenvolupament normal, i una vegada arribada a la maduresa, no existiran interferències entre ells que facin descendir la producció, gràcies a la poda de formació.

## 7.2. Característiques principals de l'alfals

L'alfals pertany a la família de les lleguminoses, i el seu nom científic és *Medicago sativa*. A continuació es descriuen les característiques de les seves parts:

- Arrel: L'arrel principal és pivotant, robusta i molt desenvolupada (fins a 2 metres de longitud) amb nombroses arrels secundàries. Disposa d'una corona que sobresurt del terreny, de la qual sorgeixen brots que donen lloc als talls.
- Tiges: Són primes, però tenen la resistència suficient per suportar el pes de les fulles i de les inflorescències, a més són molt consistents, per tant és una planta molt adequada per a la sega.
- Flors: La flor característica d'aquesta família és la de la subfamília Papilionoidea. Són de color blau o púrpura, amb inflorescències en raïms que neixen en les axil·les de les fulles.
- Fruit: És una llegum indehiscent sense espines que conté entre dos i sis llavors groguenques, arronyonades i de 1,5 a 2,5 mm de longitud.

La llavor germina a temperatures de 2-3°C, sempre que les demés condicions ambientals ho permetin. A mesura que s'incrementa la temperatura, la germinació és més ràpida fins arribar a un òptim als 28-30°C.

Temperatures superiors a 38°C resulten letals per a les plàntules. Al començar l'hivern detenen el seu creixement fins a l'arribada de la primavera quan comencen a rebrotar.

La freqüència del tall varia depenent de cada collita, sent un criteri molt important juntament amb la data de l'últim tall per a la determinació del rendiment i de la persistència del conreu. D'acord amb això es realitzaran quatre recol·leccions al llarg de l'any: la primera es durà a terme a finals de maig, la segona a mitjans de juliol, la tercera a finals d'agost, i la última a mitjans d'octubre.

### **7.3. Característiques principals del blat**

El blat pertany a la família de les gramínies. La varietat de blat que es plantarà és del que es sembra a la tardor, i completa el seu cicle vegetatiu madurant a l'iniciar-se l'estiu següent.

Les arrels del blat poden arribar a mesurar un metre o quelcom més, i el seu creixement és directament proporcional a la quantitat d'aigua de què disposa la planta.

### **7.4. Característiques principals de l'ordi**

L'ordi que es plantarà té les característiques següents:

- Arrels: El sistema radicular és fibrós i arriba a poca profunditat en comparació amb el d'altres cereals. Les arrels no solen superar els 1,20 metres de profunditat.
- Tija: la tija és gruixuda, formada per uns sis o vuit entrenusos, els quals són més amples en la part central que en els extrems juntament amb els nusos. L'alçada de les tiges depèn de les varietats i oscil·la des de 0,50 cm a 1 metre.
- Fulles: l'ordi és una planta de fulles estretes i color verd clar. La planta d'ordi sol tenir un color verd més clar que el del blat i en les primeres etapes del seu desenvolupament la planta de blat sol ser més dreta.



## **8. JUSTIFICACIÓ DELS CABALS I PROGRAMACIÓ DEL REG**

Cada un dels conreus que es plantaran a la parcel·la objecte del projecte té unes necessitats d'aigua diferents, que dependran majoritàriament de les característiques específiques anteriorment esmentades.

En la programació del reg es determinarà quan s'ha de regar i quanta aigua cal aplicar. Per aquest motiu, és imprescindible conèixer les característiques del cultiu, les característiques físiques del sòl i les condicions climàtiques de la zona. Amb la programació del reg es busca una maximització de la producció i de la qualitat dels productes, així com també aconseguir un estalvi de l'aigua de reg.

La influència del cultiu i el seu estat fenològic és important ja que les necessitats hídriques dependran del tipus de planta i del seu estat de desenvolupament. D'aquesta manera, les arrels d'un cultiu ocupen diferents profunditats en funció de la fase de desenvolupament, pel que la quantitat d'aigua en les diferents etapes haurà de variar d'acord amb el creixement. En funció del tipus de sòl tindrem diferents capacitats per retenir l'aigua pel que les estratègies de reg seran diferents. A això afegim que les necessitats varien molt en funció del clima, la radiació solar, el vent, la precipitació, etc. pel que és necessari conèixer les característiques climàtiques de la zona i del cultiu per poder programar adequadament els regs.

### **8.1. Càlcul de les necessitats hídriques dels cultius**

La determinació de les necessitats hídriques dels cultius és el pas previ per poder establir els volums d'aigua que seran necessaris aportar amb el reg.

La quantitat d'aigua que les plantes transpiren és molt major que la que retenen (la que utilitzen per al creixement i fotosíntesis). D'aquesta manera es menysprea la quantitat d'aigua retinguda i es considera la transpiració com el consum d'aigua de la planta. A més, cal tenir en compte que hi ha pèrdues d'aigua per evaporació directa des de la superfície del mateix sòl.

La quantitat d'aigua que suposen ambdós processos, transpiració i evaporació, habitualment es determina de manera conjunta perquè és molt difícil calcular-la per separat. Per tant, es considera que les necessitats d'aigua dels cultius estan representades per la suma de

l'evaporació directa des del sòl més la transpiració de les plantes, procés que es coneix com a evapotranspiració (ETP). L'evapotranspiració es sol expressar en mm d'alçada d'aigua evapotranspirada cada dia (mm/dia) i es una quantitat que variarà segons el clima i el cultiu. Encara que en realitat existeix una interacció entre ambdós, es pot admetre la simplificació de considerar-los per separat i per tant l'evapotranspiració es calcula com:

$$ETP = ET_0 \cdot K_c \quad (\text{Eq. 1})$$

Essent:

ETP: Evapotranspiració mesurada en mm/dia.

ET<sub>0</sub>: Evapotranspiració de referència mesurada en mm/dia, paràmetre que dependrà bàsicament del clima.

K<sub>c</sub>: Coeficient de cultiu, que variarà en funció del producte que es cultivi.

Per poder calcular l'evapotranspiració (ETP) caldrà conèixer l'evapotranspiració de referència (ET<sub>0</sub>) i el coeficient de cultiu (K<sub>c</sub>). Per a determinar el primer paràmetre es mesurarà el consum d'aigua d'una parcel·la sembrada amb herba, amb una alçada d'uns 10-15 cm, sense falta d'aigua i a ple creixement, on s'ha col·locat un instrument de mesura. A la dada obtinguda se l'anomena evapotranspiració de referència (ET<sub>0</sub>). Com el cultiu és sempre el mateix, aquest paràmetre serà major o menor en funció de les condicions climàtiques (radiació solar, temperatura, humitat, vent, etc.).

La ET<sub>0</sub> és una dada que s'ha obtingut de les estacions meteorològiques més properes a la parcel·la, que en aquest cas són l'estació núm. 9729A MOLLERUSSA "C.U.", i l'estació núm. 9729 MOLLERUSSA "GRANJA", de les quals es detalla la ubicació a la taula núm. 5:

<b>Nom</b>	MOLLERUSSA "C.U."	MOLLERUSSA "GRANJA"
<b>Clau</b>	9729A	9729
<b>Província</b>	Lleida	Lleida
<b>Tipus</b>	Estació termoplumiomètrica	Estació termoplumiomètrica
<b>Altitud</b>	250	268
<b>Latitud</b>	41° 37'	41° 36'
<b>Longitud</b>	00° 53'	00° 51'
<b>Orientació</b>	Est	Est

Taula 5. Dades generals de les estacions meteorològiques

S'ha realitzat la mitjana aritmètica de la  $ET_0$  mensual de les dues estacions, i aquest és el paràmetre final que s'ha utilitzat en els càlculs detallats a l'annex B – Càlcul de cabals.

El segon paràmetre que determina l'evapotranspiració (ETP) és el coeficient de cultiu ( $K_c$ ). Aquest descriu les variacions de la quantitat d'aigua que els conreus extreuen del sòl a mesura que es van desenvolupant, des de que són sembrats fins a la seva recol·lecció.

En els cultius que es plantaran, que tenen cicles anuals, es diferencien quatre etapes o fases de cultiu:

- Període inicial: Des de la sembra fins a un 10% de la cobertura del sòl aproximadament.
- Desenvolupament: Des del 10% de cobertura i durant el creixement actiu de la planta.
- Mitja: Entre floració i fructificació, corresponent a la majoria dels casos al 70-80% de cobertura màxima de cada cultiu.
- Maduració: Des de la maduresa fins a la recol·lecció.

Tal i com s'observa en la Figura 1,  $K_c$  comença essent petit i augmenta a mesura que la planta cobreix més el sòl. Els valors màxims de  $K_c$  es produeixen durant la floració, es mantenen durant la fase mitja i finalment decreix durant la fase de maduració.

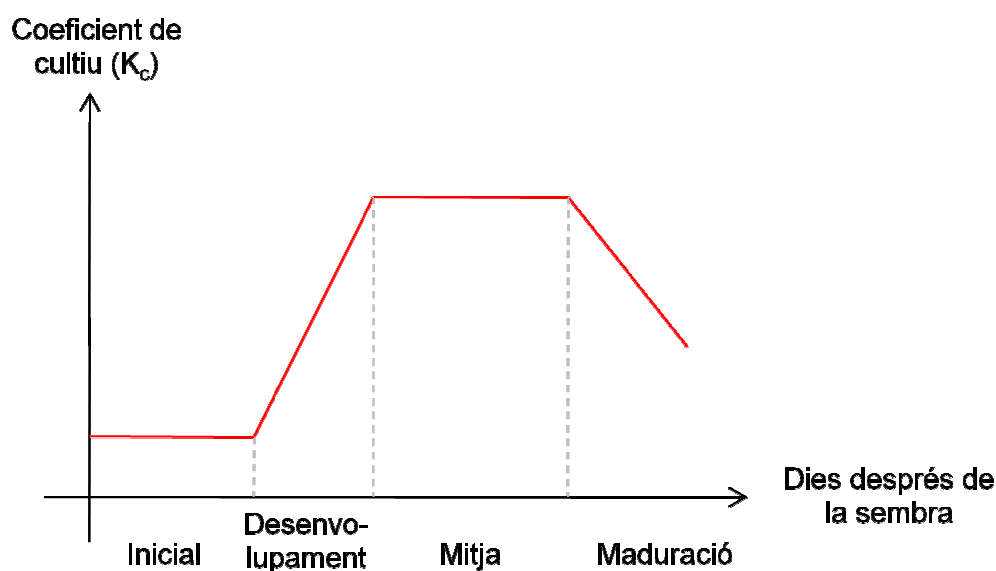


Figura 1. Variació de  $K_c$  en funció de la etapa de creixement del cultiu

Els valors del coeficient cultiu ( $K_c$ ) utilitzats per al càlcul de la evapotranspiració (ETP) han estat extrets del document "Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements", publicat per la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).

Per tant, la quantitat d'aigua necessària a aportar amb el reg, també anomenada necessitats netes de reg estan molt lligades amb l'evapotranspiració; però també hi intervindran altres paràmetres. A continuació es detalla l'equació del balanç d'aigua:

$$N_n = ETP - P_e - A_c \pm \Delta H \quad (\text{Eq. 2})$$

Essent:

- $N_n$ : Necessitats netes de reg mesurades en mm/dia.
- ETP: Evapotranspiració mesurada en mm/dia.
- $P_e$ : Precipitació efectiva mesurada en mm/dia.
- $A_c$ : Ascens capil·lar mesurat en mm/dia.
- $\Delta H$ : variació del contingut de la humitat de sòl mesurada en mm/dia.

No obstant això, a l'hora de fer els càlculs, encara que estadísticament en el mes de màximes necessitats es produeixi una certa pluja mitja, que doni lloc a una precipitació efectiva ( $P_e$ ), aquesta no es tindrà en compte a l'hora de dissenyar el sistema de reg, ja que es podria donar el cas que no ploqués entre dos intervals de reg.

L'ascens capil·lar tampoc es tindrà en compte, donat que la capa freàtica no es troba pròxima a les arrels dels cultius. De la mateixa manera, la variació del contingut d'aigua en el sòl no es tindrà en compte pel càlcul de les necessitats netes de reg.

Per tots aquests motius, l'equació 2 quedarà simplificada de la següent manera:

$$N_n \approx ETP \quad (\text{Eq. 3})$$

Essent:

- $N_n$ : Necessitats netes de reg mesurades en mm/dia.
- ETP: Evapotranspiració mesurada en mm/dia.

De l'aigua de reg que s'infiltrarà al sòl mitjançant el reg només una part serà aprofitada pels cultius. La quantitat d'aigua del sòl que teòricament serà disponible per als conreus ve determinada per l'interval d'humitat disponible (IHD) també anomenat aigua útil. Aquest interval és la diferència entre el límit superior (capacitat de camp) i el límit inferior d'humitat (punt de marciment).

La capacitat de camp és el nivell d'humitat que s'aconsegueix deixant drenar l'aigua d'un sòl saturat. Aquest contingut d'aigua és la major quantitat d'aigua que el sòl pot arribar a emmagatzemar sense drenar.

Si un sòl no rep una nova aportació d'aigua, l'evaporació des del sòl i l'extracció per part de les arrels fan que l'aigua emmagatzemada disminueixi fins arribar al límit inferior o punt de marciment. Amb aquest nivell d'humitat les arrels no poden extreure més quantitat d'aigua del sòl, degut a que l'esforç d'absorció de les arrels no és suficient per competir amb les forces de retenció que exerceixen les partícules del sòl i les sals existents. Encara que el sòl contingui una certa quantitat d'aigua, els cultius no poden utilitzar-la.

Tant la capacitat de camp com el punt de marciment depenen exclusivament del tipus de sòl existent en la parcel·la.

Per tant, amb el reg s'intentarà que el nivell d'humitat del sòl sempre estigui dins de l'interval d'humitat disponible. En la Figura 2 s'il·lustra gràficament el comentat en aquests paràgrafs.

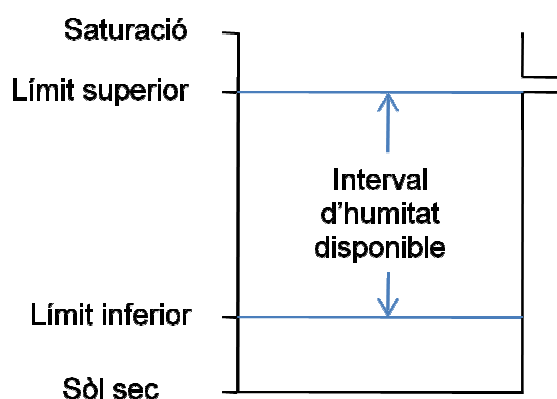


Figura 2. Interval d'humitat disponible

Encara que els conreus poden extreure l'aigua del sòl fins a un nivell d'humitat que correspon amb el límit inferior, existeix un nivell d'humitat entre el límit superior i l'inferior a partir del qual les arrels troben dificultats per extreure l'aigua (augmenta l'esforç metabòlic degut a la succió), produint-se una disminució de la transpiració, que comporta pèrdues de producció. Aquest nivell s'anomena nivell d'esgotament permisible (NAP), i es representa com una fracció de l'interval d'humitat disponible.

El que s'intentarà amb el reg, és ajustar el cabal i l'interval entre regs per tal de que el sòl tingui un nivell d'humitat superior al nivell d'esgotament permisible. En la Taula 6 es mostren els resultats obtinguts, i que es completen a l'annex B – Càlcul de cabals.

<b>Conreu</b>	<b>Cabal (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Interval entre regs (dies)</b>	<b>Mes de màxima demanda</b>
Presseguers	2,18	5	Juliol
Alfals	3,54	10	Juliol
Blat	3,25	8	Maig
Ordi	1,71	7	Juliol

Taula 6. Cabal de reg i interval entre regs per al mes de màxima demanda

## **9. CASETA DE SERVEIS**

### **9.1. Objecte**

L'objectiu d'aquest capítol és definir l'ús que tindrà la caseta de serveis durant l'explotació agrícola de la parcel·la, així com detallar-ne el procés constructiu i els materials a utilitzar.

### **9.2. Ús**

El principal ús de la caseta de serveis serà el de protegir de la intempèrie i de les inclemències meteorològiques els diferents components de les instal·lacions, així com oferir un punt centralitzat per poder efectuar el comandament de les totes instal·lacions.

Així doncs, a la caseta de serveis hi haurà el quadre elèctric general, els inversors, el banc de bateries, el regulador de càrrega de la bateria, l'equip d'engegada automàtica del generador elèctric, les bombes de reg, i el programador dels temps de reg.

Podrà utilitzar-se també com a zona de magatzem d'eines agrícoles o material d'ús agrícola, malgrat no sigui aquesta la seva principal funció.

### **9.3. Situació**

La caseta de serveis es trobarà ubicada a la part alta de la parcel·la, a la zona destinada a contenir les instal·lacions.

### **9.4. Solució adoptada**

La solució constructiva adoptada és amb sistema tradicional, és a dir, paret de rajol remolinada i pintada i coberta de teula, per tal de no distorsionar amb l'entorn en qual s'hi troben algunes construccions típiques catalanes.

### **9.5. Dimensions i superfícies**

La caseta tindrà unes mides exteriors de 3,30 metres d'amplada per 6,30 metres de llargada, amb una alçada mínima en la part baixa de 2,30 metres. S'hi distingiran dues zones: la primera contindrà les bateries d'acumuladors, mentre que en l'altra part hi haurà la resta d'instal·lacions. Aquests dos locals estaran separats entre ells per una paret de rajol de

15 cm de gruix remolinada, que tindrà una resistència al foc superior a EI-120, i una porta amb resistència al foc EI-60, aïllant d'aquesta manera la zona amb risc d'incendi. Es realitzarà aquesta separació per tal de considerar només el recinte que conté les bateries com a emplaçament amb risc de corrosió, segons la ITC-BT-30 del Reglament de Baixa Tensió.

La superfície construïda total serà de 20,79 m<sup>2</sup>, i la útil de 17,82 m<sup>2</sup>.

## **9.6. Descripció constructiva**

### **9.6.1. Fonaments**

Es realitzarà l'excavació mitjançant màquina retroexcavadora. S'excavarà una rasa amb unes mides de 60 cm d'amplada per 80 cm de profunditat. El fons de la mateixa es refinarà i es deixarà sensiblement pla.

El material sobrant de l'excavació es carregarà sobre camió i es transportarà a monodipòsit.

El fonament s'omplirà prèviament amb 5 cm de formigó de neteja HM-20/P/20/I i posteriorment amb formigó tipus HA-25/P/20/IIa, i anirà armat amb un cercol perimetral de 40x40 cm amb 4 Ø12 mm i estreps Ø6 mm cada 20 cm.

### **9.6.2. Tancaments**

Les parets de tancament es construïran amb rajol ceràmic perforat "gero" de 10x14x28 cm. El gruix total de les parets serà de 15 cm en els laterals i en el fons, mentre que el frontal es farà de 30 cm de gruix, per tal de suportar millor les dues biguetes que actuaran com a dintell de la porta. En les unions de les parets laterals amb la del fons es formaran pilars de 30x30 cm de rajol ceràmic, per tal de lligar de manera més efectiva totes les parets. El morter que s'utilitzarà serà de ciment Portland, calç i sorra de dosificació 1:2:10.

La paret de separació entre els dos recintes serà de rajol ceràmic perforat "gero" de 10x14x28 cm, i tindrà un gruix de 15 cm, amb acabat remolinat i pintat.

Es preveuen biguetes de formigó de reforç en els dintells de les finestres i de les portes d'accés.



En el coronament de la paret es construirà un cercol perimetral seguint el pendent de la coberta de mides 20x15 cm. Es realitzarà amb formigó tipus HA-25/P/20/IIa, i anirà armat amb acer B500 S, amb 4 Ø10 i estreps Ø6 cada 20 cm. Es preveu un recobriment mínim de les armadures de 3 cm.

### 9.6.3. Coberta

La coberta tindrà un 25% de pendent i es construirà amb biguetes de formigó pretensat amb certificat d'ús vigent. Les biguetes seran de prefabricats Pujol model VP-18 de 18 cm de cantell o similar, col·locades amb un intereix de 68 cm i estintolades sobre el cercol perimetral de la paret.

Sobre les biguetes es farà una solera de superbisell ceràmic de 50x25x3 cm, una capa de morter de ciment de 2 cm de gruix, es col·locarà una capa d'aïllament tèrmic de 4 cm de gruix amb poliestirè extrusionat tipus styrodur, i es farà una capa de compressió amb formigó HA-25/P/20/IIa de 4 cm de gruix, col·locant-hi com a armat un mallat de Ø6 mm, # 15x30 cm.

Finalment, es col·locarà la teula ceràmica seguint la pendent, la qual es farà volar pel ràfec de davant uns 10 cm. El morter per a les teules es preveu de calç i ciment Portland, col·locant el morter a l'inici i al final de la teula. El solapament entre teules serà d'uns 10 cm.

### 9.6.4. Paviment

Per a construir el paviment es rebaixarà el terreny 15 cm, i es col·locarà una base granular de balast artificial compactada al 98% PM de 15 cm de gruix. A sobre de la base granular es posarà una làmina separadora de feltre de polietilè, amb un pes de 60-70 g/m<sup>2</sup>, col·locada no adherida. Finalment es farà el paviment de formigó HA-25/P/20/IIa acabat lliscat, amb un mallat Ø 6 mm, # 20x20 cm.

El paviment del recinte que contindrà els acumuladors, atès el pes d'aquests, es reforçarà amb un mallat Ø 10 mm, # 15x15 cm adicional.

Al paviment se li donarà un 1% de pendent cap a la porta exterior, de manera que en cas de fuita d'aigua no s'inundi la caseta.

### **9.6.5. Fusteria**

La fusteria exterior serà metàl·lica amb els premarcs també metàl·lics formats per perfil quadrat de 40x20x1,5 mm.

La porta exterior serà de planxa d'acer de doble batent, i farà unes dimensions de 2,00x2,10 metres. Cada batent de la porta tindrà una reixa de mides 50x50 cm en la seva part superior. La porta es proveirà també de pany amb clau.

La porta de separació entre el local per a les bateries i la resta de la caseta tindrà una resistència al foc EI-60, per tal de sectoritzar els dos recintes.

Les finestres tindran unes dimensions de 50x50 cm, i es preveu la col·locació de perfils en aquestes, de manera que permetin el pas directe de l'aire per a ventilació natural de la caseta.

### **9.6.6. Instal·lacions**

#### **9.6.6.1. Enllumenat**

S'instal·laran dos fluorescents de 1x36 W cada un, de manera que es garantirà una il·luminació mitja mínima de 200 lux, suficient per realitzar les operacions de manteniment i control de la resta d'instal·lacions existents dins de la caseta de serveis. Aquest enllumenat rebrà l'energia per al seu funcionament de la instal·lació solar fotovoltaica.

L'enllumenat del recinte de la caseta de serveis que contindrà les bateries d'acumuladors tindrà un grau de protecció mínim IPX4, i no serà de classe 0, és a dir, que tindrà posta a terra, i serà del tipus estanc.

#### **9.6.6.2. Enllumenat d'emergència**

D'acord amb el Codi Tècnic de la Edificació, la caseta de serveis disposarà d'un enllumenat d'emergència que, en cas de fallada de l'enllumenat normal, subministri la il·luminació necessària per a facilitar la visibilitat als ocupants, de manera que permeti la visió dels equips i mitjans de protecció existents. Es dotarà la caseta amb aquest enllumenat d'emergència degut a l'existència del quadre de distribució elèctric i al recinte per a les bateries.

La instal·lació d'enllumenat d'emergència serà fixa, disposarà de font pròpia d'energia i entrarà automàticament en funcionament al produir-se una fallada d'alimentació en la instal·lació d'enllumenat normal. Es considera com fallada d'alimentació el descens de la tensió d'alimentació per sota del 70% del seu valor nominal.

#### **9.6.6.3. Potència elèctrica**

S'instal·laran dues preses de corrent bipolars amb terra IP-65 de 16 A d'acord amb el plànol, que permetran connectar algun petit aparell, de cares a efectuar el manteniment de les instal·lacions.

#### **9.6.6.4. Instal·lació contra incendis**

Es col·locaran dos extintors de pols seca universal ABC de 6 kg, amb una eficàcia 21A 113B d'acord amb el plànol núm. 14.

Aquests es col·locaran a una alçada màxima de 1,70 metres.

## 10. CAPTACIÓ DE L'AIGUA

### 10.1. Introducció

Aquest capítol definirà les característiques i obres a realitzar per la perforació d'un sondeig, que permetrà utilitzar aigua freàtica per al reg dels conreus de la parcel·la, i la instal·lació dels mecanismes necessaris per al bombeig d'aquesta aigua.

L'energia que alimentarà la bomba que s'utilitzarà per extreure l'aigua del sondeig serà generada per la instal·lació solar fotovoltaica que es descriu posteriorment.

### 10.2. Situació de la captació

La nova captació es situarà dins de la pròpia parcel·la objecte del projecte, i més concretament a la part alta d'aquesta, al costat de la caseta de serveis, dins de la zona específica destinada a contenir les instal·lacions.

### 10.3. Caracterització hidrogeològica

La nova captació formarà part de la conca hidrogràfica del Segre, dins de l'àrea de l'oligocè detrític de Lleida. La delimitació geogràfica d'aquesta àrea es correspon amb la plana d'Urgell, situada al marge esquerre del riu Segre, i formada pels al·luvials dels rius Corb i Cervera.

A aquesta zona s'ha definit la massa d'aigua al·luvial d'Urgell, amb una superfície aflorant de 275 km<sup>2</sup> i definida per dipòsits al·luvials que constitueixen aqüífers en estat lliure. L'al·luvial d'Urgell inclou els aqüífers que es mostren a la taula 7:

Codi	Nom aqüífer
2062A21	Aqüífer dels dipòsits al·luvials del riu Corb
2062A13	Aqüífer dels dipòsits al·luvials del riu Cervera
2062E11	Aqüífer dels gresos d'Urgell

Taula 7. Aqüífers de l'al·luvial d'Urgell

En aquest al·luvial, la zona saturada d'aigua consisteix en una alternança de graves, sorres, llims i capes argiloses amb potències entre 5 i 15 m i distribució espacial típica dels ventalls al·luvials.

La zona saturada d'aigua s'emplaça per sobre dels materials de gra fi de la formació Gresos d'Urgell i per sota d'aquestes estan les calcàries de Tàrrega corresponents a l'Oligocè, amb cabussaments cap el nord-oest.

La zona no saturada d'aigua està formada per una alternança de graves, sorres, llims i capes argiloses, que constitueixen els dipòsits al·luvials dels rius.

#### **10.4. Característiques del sondeig**

D'acord amb les dades geològiques locals, la captació es realitzarà en un aqüífer lliure, amb una permeabilitat superior als 350 metres/dia.

La profunditat del sondeig serà de 30 metres, de manera que permetrà interceptar l'aqüífer que es vol captar en tot el seu espessor, i sense sobrepassar mai les capes argiloses impermeables situades per sota de l'aqüífer.

Es preveu que el nivell estàtic de l'aigua estarà a una profunditat aproximada d'uns 10 metres, que augmentarà fins als 15 ó 20 metres mentre s'estigui extraient aigua del sòl, en el punt que es coneix com a nivell dinàmic.

Amb aquest sondeig es podrà captar aproximadament 1 l/s d'aigua, que serà utilitzada per a l'emplenat del dipòsit elevat de reg. Donat que els cabals de reg no són gaire elevats, i que el dipòsit no s'emplenarà gaire sovint, es preveu que l'aqüífer tindrà temps per a regenerar-se mitjançant les aportacions de les altres masses d'aigua.

#### **10.5. Descripció del procés constructiu**

##### **10.5.1. Condicionament de l'emplaçament**

Abans d'iniciar les obres del sondeig, es condicionarà l'emplaçament de manera que es pugui realitzar un acopi d'eines i materials al costat d'on es realitzarà la perforació.

També es disposarà d'una bassa per a la decantació del detritus que s'extregui durant l'execució del sondeig, i es comptarà amb una escomesa d'aigua capaç de cobrir la demanda requerida pels equips de perforació.

#### **10.5.2. Perforació, entubació i condicionament del sondeig**

La perforació del nou sondeig s'executarà mitjançant el sistema de perforació a rotació amb circulació directa de llots naturals.

S'ha escollit aquest sistema perquè la circulació dels llots naturals garanteix l'estabilització de les parets del sondeig, formant el que s'anomena cake, que és com una crosta que impedeix que el terreny ja perforat es desmunti.

Els llots naturals estaran constituïts per aigua clara, a la que s'hi afegirà part de la fracció de terreny del mateix sondeig.

Durant la perforació, els llots naturals seran injectats des del capçal fins a l'eina de tall, a través de l'interior del tren de varilles. Aquest llot sortirà pel tricon a una elevada pressió a través d'uns orificis que aquest incorpora, i d'aquesta manera permetran refrigerar i netejar les pinyes del tricon i arrossegar els detritus. El llot pujarà, impulsat per la pròpia pressió d'injecció, per l'espai anular entre varilles i parets de la perforació fins a l'exterior, on serà canalitzat fins al sistema de basses. Previ al rebombeig d'aquests llots a l'interior del sondeig, es descarregarà el contingut en detritus, ja sigui mitjançant processos de garbellat o bé a través de la decantació en basses.

Les característiques constructives previstes del sondeig seran les següents:

- Profunditat: 30 m
- Diàmetre de perforació: 450 mm
- Columna litològica prevista: Graves, sorres, llims i argiles.
- Entubació: Canonada d'acer al carboni de 200 mm de diàmetre interior i 9,52 mm d'espessor de paret, amb un tram que incorporarà un filtre troquelat (conegut com a filtre de puentecillo) d'una longitud de 6 metres.
- Condicionament: Es realitzarà una cimentació del fons del sondeig amb ciment Portland. Posteriorment es realitzarà l'engravillat, que consistirà en la col·locació de graves silícies, arrodonides i calibrades a 6-12 mm a l'anular comprés entre la perforació i l'entubació.

Per cada metre d'avanç de la perforació es prendrà una mostra de terreny de 0,5-1 kg de pes que s'acopiarà en una bossa en la que s'indicarà la profunditat a la que s'ha obtingut.

### **10.5.3. Neteja i assaig de bombeig**

Després del condicionament del sondeig es procedirà a la seva neteja. Aquesta es podrà realitzar mitjançant bombeig, utilitzant el mateix equip que s'utilitzi per a realitzar l'assaig de bombeig.

Una vegada finalitzada la neteja, es durà a terme l'aforament del sondeig amb una electrobomba submergible, capaç d'extreure entre 0,50 i 2 l/s a una alçada manomètrica total d'uns 21 m.c.a., de la qual la seva aspiració se situarà a uns 21 m de profunditat.

L'assaig es realitzarà en dues fases: en la primera es farà un bombeig escalonat i en la segona un bombeig a cabal constant. S'efectuarà un control exhaustiu de l'evolució de nivells i cabals durant tot el temps de duració.

Al finalitzar les extraccions, es prendran les recuperacions del nivell d'aigua de manera continuada, durant un temps equivalent a 1/3 del de bombeig i una altra mesura més al igualar-se els temps. Amb les dades de cabal i evolució del nivell s'establirà el règim de bombeig, el cabal òptim d'explotació, les característiques i profunditat de l'equip electrobomba i es calcularan els paràmetres hidrodinàmics de l'aquífer.

Al final de la prova de bombeig es prendrà una mostra d'aigua per al seu posterior anàlisi en laboratori i es mesurarà "in situ" la temperatura, el pH i la conductivitat de l'aigua.

A l'obra es definiran els intervals de temps per a la presa de nivells, la duració dels graons de bombeig i els cabals a bombejar, així com el punt de vessament de les extraccions que es portin a terme.

### **10.6. Equipament electromecànic**

Les característiques del disseny que s'han previst són les següents:

- Cabal: 1 l/s
- Profunditat del nivell dinàmic: 15-20 m
- Profunditat d'aspiració de la bomba: 21 m

A l'interior del sondeig es trobaran els elements que es descriuen a continuació:

- Electro-bomba: Serà de la marca Grundfos model SQ 5-35. Es tracta d'una bomba submergible multicel·lular de 3" fabricada en acer inoxidable AISI 304. Aquesta impulsarà 4,66 m<sup>3</sup>/h amb una pressió de 38,4 mca. El motor serà monofàsic i consumirà 1.150 W per al seu funcionament.
- Canonada d'acer galvanitzat de 3" de diàmetre.
- Cablejat per alimentació de la bomba tipus Rheywell de 2x6+Tmm<sup>2</sup> amb aïllament 0,6/1 kV.

La instal·lació elèctrica del sondeig estarà posada a terra.

A més, es disposarà d'un sistema de protecció catòdica, la finalitat del qual és garantir un potencial entre la canonada d'entubació i el terra, que mesurat respecte l'elèctrode de referència, sigui igual o inferior a -0,85 V. Per tant, la protecció contra la corrosió es durà a terme instal·lant ànodes de sacrifici de magnesi enterrats. Aquests estaran connectats a la canonada d'entubació a través d'un conductor de coure aïllat.

En la capçalera del sondeig es construirà un pou de registre amb parets de formigó HA-25/P/20/IIa, amb unes dimensions de 1,45 metres de fondària per 1,00 metre de diàmetre. En la solera, també de formigó, es deixarà un rajol perforat "gero", per que en cas d'una fuga l'aigua pugui filtrar cap al terreny. Aquest pou portarà un marc i tapadora de fosa de 60 cm de diàmetre pel seu registre. Dins del mateix pou s'hi trobarà la subjecció de la canonada d'impulsió d'acer galvanitzat a la boca del pou, que es realitzarà amb una placa d'ancoratge, i els diferents elements de la sortida de la impulsió, tal i com es detalla al plànol núm. 10.

La sortida de la canonada d'impulsió finalitzarà amb un colze de 90° de canonada d'acer, a partir del qual hi haurà les brides que permetran connectar la valvuleria.

Es disposarà dels següents elements a la sortida de la impulsió:

- Manòmetre de glicerina escala 0-10 Kg/cm<sup>2</sup>
- Ventosa de diàmetre nominal 100 mm
- Vàlvula de retenció de 3"
- Vàlvula de tall de 3"
- Suport d'acer per a les brides i la canonada



### **10.7. Connexió amb el dipòsit elevat**

Per fer arribar l'aigua des del sondeig fins al dipòsit elevat s'instal·larà una canonada de 63 mm de polietilè, que sortirà del pou de registre de la capçalera del sondeig, i arribarà fins a un segon pou de registre situat al costat del dipòsit elevat, a uns 12 metres de distància del primer.

S'excavarà una rasa de 0,60 metres d'amplada per 0,90 metres de fondària, en la qual es col·locarà la canonada de polietilè a una fondària de 80 cm. En la mateixa rasa hi passarà la canalització elèctrica provinent del quadre general elèctric, que alimentarà la bomba del sondeig. El diàmetre d'aquesta canalització serà de 63 mm, i quedarà enterrada a 60 cm de profunditat sobre una base de sorra. A una distància de 10 cm per sobre de la canalització elèctrica, es col·locaran unes plaques protectores de polietilè; i a més, per sobre de la canalització elèctrica i a 15 cm de fondària respecte el nivell del terreny es col·locarà una cinta de senyalització de la instal·lació elèctrica.

La distància entre les canalitzacions elèctriques i les d'aigua serà de 0,20 metres, tant en paral·lelismes com encreuaments.

## **11. EMMAGATZEMATGE AIGUA DE REG**

### **11.1. Introducció**

Per tal d'emmagatzemar l'aigua captada del sondeig es construirà un dipòsit elevat. Aquest tindrà dues funcions: la primera serà allargar la vida útil de la bomba del sondeig de captació d'aigua, donat que s'engegarà i parará menys sovint gràcies al volum d'aigua emmagatzemat.

La segona funció serà la de donar a l'aigua la pressió estàtica suficient, atesa l'alçada del dipòsit, i gràcies a això les bombes de reg no hauran de donar tanta pressió, el que comportarà també un estalvi energètic i alhora econòmic, perquè aquestes bombes podran ser més senzilles.

### **11.2. Objectiu**

L'objectiu d'aquest capítol és el de definir els materials a utilitzar per a la construcció del dipòsit d'emmagatzematge d'aigua, així com detallar-ne les principals característiques i el procés constructiu.

### **11.3. Situació**

El dipòsit elevat es trobarà ubicat a la part alta de la parcel·la, al costat de la caseta de serveis, en la zona destinada a instal·lacions.

### **11.4. Solució adoptada**

S'ha optat per la construcció d'un dipòsit elevat de formigó armat. Aquest dóna compliment a la Instrucció de formigó estructural EHE 2008, aprovada pel Reial Decret 1247/2008, i a la norma comunitària europea, coneguda com a Eurocodis, i que són redactats pel Comitè Europeu de Normalització.

El dipòsit es construirà íntegrament amb formigó armat. Els tipus de materials que s'utilitzaran seran el formigó HA-25/P/20/IIa, i l'acer tipus B 500S. El tipus d'ambient al qual estarà exposada l'estructura serà IIa segons situació geogràfica, i el nivell de control serà normal. Es considera una resistència del terreny de 0,3 N/mm<sup>2</sup>, corresponent a una barreja de grava i sorres mitjanament denses.

Segons la EHE, el recobriment nominal serà la suma del recobriment mínim i del marge de recobriment. El recobriment mínim per a una classe d'exposició IIa, amb formigó HA-25 i per a una vida útil de 100 anys de l'estructura serà de 30 mm. El marge de recobriment per a control normal serà de 10 mm, amb el que s'obté un recobriment nominal de 40 mm.

No obstant això, per criteris de durabilitat, i considerant les condicions d'ús de l'estructura, el recobriment nominal de totes les parts del dipòsit serà com a mínim de 50 mm.

El dipòsit que es construirà serà de paret troncocònica, amb una volta superior i inferior de revolució, suportat per un cilindre. A continuació es detallen les parts de les quals es compona el dipòsit:

- Volta superior
- Anell circular superior, que suportarà l'empenta de la volta superior
- Paret troncocònica
- Volta inferior
- Anell circular inferior, sobre el qual es recolza el fons del dipòsit
- Cilindre sustentant
- Llosa de fonamentació

### **11.5. Capacitat i alçada**

El dipòsit podrà contenir un volum màxim de 18 m<sup>3</sup> d'aigua, essent aquesta capacitat adequada i suficient a les necessitats de reg dels cultius. L'aigua emmagatzemada serà utilitzada exclusivament per al reg, i provindrà del sondeig de la captació d'aigua.

L'aigua es trobarà emmagatzemada a una alçada de 9,60 metres, de manera que quan entri a les bombes de reg ja tindrà una certa pressió, i per tant, aquestes només hauran de subministrar part de la pressió fins assolir el valor desitjat òptim per al funcionament del sistema de reg.

## 11.6. Descripció constructiva

### 11.6.1. Fonamentació

Es realitzarà l'excavació amb mitjans mecànics, en aquest cas, una excavadora giratòria de rodes. L'excavació tindrà un diàmetre de 5,50 metres, preveient en aquesta mida un espai perimetral per a treball de 1,00 metre, i 2,55 metres de profunditat. Degut a l'alçada i al tipus de terreny serà necessari entibar aquest.

El material sobrant de l'excavació es carregarà sobre camió i es transportarà a monodipòsit.

El fons de l'excavació es netejarà traient qualsevol material solt fins a obtenir una plataforma horitzontal. En el fons de l'excavació es col·locarà una capa de formigó de neteja HM-20/P/20/I de 10 cm de gruix, i per sobre es construirà la llosa de fonamentació, que serà circular, amb un diàmetre de 3,5 metres i un cantell de 1,05 metres. Aquesta serà de formigó armat HA-25/P/20/IIa, i disposarà d'armadura inferior amb mallat Ø10 mm, # 20x20 cm. Per qüestions de muntatge es col·locarà també una armadura superior amb mallat Ø10 mm, # 20x20 cm.

Es preveu deixar les armadures d'espera embegudes en la llosa per a la connexió amb l'armat del cilindre segons es pot veure en el detall del plànol núm. 15.

### 11.6.2. Cilindre sustentant

El cilindre sustentant que suporta tot el pes tindrà un diàmetre de 3 metres, un gruix de paret de 30 cm, i una longitud de 11 metres. Aquest serà de formigó armat HA-25/P/20/IIa, i anirà armat amb un mallat Ø8 mm cada 7 cm en ambdós sentits.

El cilindre sustentant anirà encastat a la llosa de fonamentació i a la volta inferior del dipòsit.

Es deixarà una obertura de mides d'obra 0,8 x 2 metres al cilindre sustentant i a nivell de terra, que s'utilitzarà com a porta per accedir a l'interior d'aquest, i poder efectuar les operacions de manteniment necessàries a les canonades que discorren per dins del mateix.

Es construiran dues escales de gat al seu interior, que permetran pujar des del nivell del terra fins a la part externa de la volta inferior. Les escales estaran conformades per perfils

d'acer laminat de 20 mm de diàmetre, que es col·locaran encastats a la paret troncocònica mitjançant pletines embegudes en el formigó.

### **11.6.3. Volta inferior i anell circular inferior**

La volta inferior és la que conformarà la part inferior del dipòsit, que estarà en contacte amb l'aigua emmagatzemada. Aquesta tindrà un radi de 2,88 metres, una fletxa de 0,42 metres i un espessor de paret de 0,25 metres.

Estarà construïda amb formigó armat HA-25/P/20/IIa, i anirà armada amb mallat Ø8 mm cada 12 cm en ambdós sentits.

En la unió entre el cilindre sustentant i la volta inferior es trobarà l'anell circular inferior, que s'armarà amb un cercol perimetral de 30x20 cm amb 6 Ø14 mm solapats 60 cm i estreps Ø6 mm cada 20 cm. Es reforçarà la unió entre la paret troncocònica i l'anell circular inferior amb rodons d'acer de Ø14 mm i grups de barres Ø14 mm solapats tots ells com a mínim 60 cm, tal i com es detalla al plànol núm. 15 que s'acompanya.

### **11.6.4. Paret troncocònica**

Les parets que conformaran el dipòsit tindran forma troncocònica, amb un angle de 11,3° respecte la vertical, i una alçada de 3,75 m. El seu gruix serà de 30 cm, i estaran construïdes amb formigó armat HA-25/P/20/IIa.

Aquestes parets disposaran d'armat amb barres d'acer corrugat de Ø8 mm cada 15 cm en sentit vertical, i d'armat Ø8 mm cada 12 cm en sentit horitzontal.

En la paret troncocònica es practican dues obertures que aniran creuades, amb unes dimensions de 300x500 mm. Aquestes s'utilitzaran per a ventilar l'ambient interior del dipòsit, i al construir-ne dos es garanteix una millor circulació de l'aire.

Per tal de poder efectuar operacions de manteniment dins del dipòsit i poder arribar a la volta inferior, es construiran dues escales de gat amb perfils d'acer inoxidable de 20 mm de diàmetre, que es col·locaran encastats a la paret troncocònica mitjançant pletines embegudes en el formigó.

### **11.6.5. Volta superior i anell circular superior**

La volta superior és la que conformarà la part superior del dipòsit, i que actuarà com a cobert d'aquest. Aquesta tindrà un radi de 5,31 metres, una fletxa de 0,50 metres i un espessor de paret de 0,15 metres.

Estarà construïda amb formigó armat HA-25/P/20/IIa, i anirà armada amb Ø8 mm cada 20 cm en ambdós sentits.

A la unió de la volta superior amb la paret troncocònica hi haurà l'anell circular superior, que suportarà l'empenta de la volta superior. Aquest anell anirà armat amb un cercol perimetral de 20x15 cm amb 6 Ø12 mm solapats 50 cm, i amb estreps Ø6 mm cada 20 cm.

En la volta superior es construirà un registre de pas lliure de 600x600 mm, el qual disposarà d'una tapa d'acer inoxidable i marc embegut de perfil L, de 50x50 mm. Aquest s'utilitzarà com a punt d'accés al dipòsit, per tal d'efectuar les operacions de manteniment.

### **11.6.6. Escala exterior**

Per tal de poder accedir des del terra exterior a l'interior del dipòsit elevat es construirà una escala de gat. Aquesta estarà fixada al cilindre sustentant i a la paret troncocònica del dipòsit, mitjançant pletines d'acer embegudes dins de la paret de formigó. Els perfils verticals de l'escala s'encastaran a terra també, mitjançant una sabata de formigó HM-25/P/20/IIa de dimensions 250x250x300 mm.

L'escala serà íntegrament metàl·lica, i tindrà dos replans que permetran compensar la inclinació de la paret troncocònica, i per tant podrà ser vertical. Els trams verticals que estiguin situats a una alçada de més de 2 metres es protegiran amb perfils metàl·lics per tal d'evitar les caigudes al buit. Els replans disposaran també de baranes metàl·liques d'alçada no inferior als 110 cm i rodapeu. Els replans es construiran amb planxa tipus "religa" amb forats 30x30 mm. La barana del replà superior s'allargarà horitzontalment fins que cobreixi el registre d'accés al dipòsit de la volta superior.

### 11.7. Equipament hidràulic

El dipòsit disposarà de dos pous de registre situats al seu costat. El primer serà de registre del tub d'emplenat del dipòsit i del tub que transportarà l'aigua de reg. El segon pou contindrà el sobreeixidor del dipòsit i el desguàs d'aquest.

El primer pou de registre esmentat contindrà les vàlvules necessàries per al funcionament de la instal·lació d'emplenat del dipòsit i del comandament del reg, i estarà construït amb paret de formigó HA-25/P/20/IIa, amb unes dimensions de 1,05 metres de fondària per 1,00 metre de diàmetre. En la solera, també de formigó, es deixarà un rajol perforat "gero", per que en cas d'una fuga l'aigua pugui filtrar cap al terreny. Aquest pou portarà un marc i tapadora de fosa de 60 cm de diàmetre pel seu registre.

Passant per aquest pou de registre i dins del dipòsit elevat discorreran les següents canonades:

- Canonada d'alimentació o emplenat d'aigua del dipòsit provinent de la captació. Aquesta serà de PVC de 63 mm de diàmetre segons la norma UNE-EN 1452-2, i pujarà per dins del cilindre del dipòsit fins a la part més elevada. Disposarà d'una clau de pas i d'una vàlvula de retenció dins del pou de registre.
- Canonada d'alimentació d'aigua a la zona de bombeig, que serà de PVC de 63 mm de diàmetre segons la norma UNE-EN 1452-2. Aquesta canonada pujarà per l'interior del cilindre sustentant fins a la part inferior del dipòsit, i disposarà d'una clau de pas normalment oberta i una electrovàlvula dins del pou de registre. L'electrovàlvula només permetrà el pas de l'aigua quan el programador del reg doni ordre de regar.

El segon pou de registre serà el que s'utilitzarà com a desguàs del dipòsit, i contindrà les vàlvules necessàries per al funcionament del desguàs. Aquest pou estarà construït amb paret de formigó HA-25/P/20/IIa, amb unes dimensions de 1,05 metres de fondària per 1,00 metre de diàmetre. En la solera, també de formigó, es deixarà un rajol perforat "gero", per que en cas d'una fuga l'aigua pugui filtrar cap al terreny. Aquest pou portarà un marc i tapadora de fosa de 60 cm de diàmetre pel seu registre.

Des del dipòsit elevat i passant per aquest pou discorreran les següents canonades:

- Sobreeixidor, amb canonada de PVC de diàmetre 110 mm segons la norma UNE-EN 1452-2, que no tindrà cap impediment o vàlvula que permeti tallar el pas de l'aigua, per tal de garantir que sempre es buidarà en cas de mal funcionament de les sondes de control del nivell de l'aigua del dipòsit.

- Desguàs per a buidat del dipòsit de PVC de 110 mm de diàmetre segons la norma UNE-EN 1452-2, que anirà connectat al sobreeixidor dins del pou. El desguàs disposarà d'una vàlvula de tall manual que permetrà obrir o tancar el pas de l'aigua per buidar el dipòsit per realitzar operacions de neteja o manteniment, i d'una vàlvula reductora de pressió.

El sobreeixidor i el desguàs aniran enterrats amb un pendent del 4%, per tal de conduir l'aigua per gravetat fins a una canonada comuna. La canonada d'evacuació d'aigües comuna serà de PVC de 110 mm de diàmetre segons la norma UNE-EN 1452-2 i discorrerà enterrada amb un pendent del 4%. Les tres canonades de PVC es protegiran perimetralment amb sauló, per tal d'evitar que les mateixes es malmetin. La canonada d'evacuació d'aigües anirà enterrada fins que, degut a la pendent del terreny que és major, surti a la superfície. En aquest punt es protegirà la canonada amb un brocal de sortida de formigó, segons plànol núm. 12. Les aigües seran conduïdes a una cuneta de 80 cm d'amplada i 40 cm de profunditat que s'excavarà al lateral de la parcel·la, transportant les aigües fins a un escòrrec existent.

Totes les canonades que discorrin per l'interior del dipòsit seran de PVC, i estaran agafades a la paret de formigó amb abraçadores. Els trams de canonades previs al pou de registre del dipòsit elevat seran de polietilè i aniran enterrats a una profunditat mínima de 80 cm.

### **11.8. Control del nivell de l'aigua del dipòsit**

A l'interior del dipòsit s'instal·laran dues sondes de nivell, que permetran comandar un relé que engegarà o parará la bomba del sondeig de la captació d'aigua. Una de les sondes serà de detecció de nivell màxim i l'altra de detecció de nivell mínim; de manera que el relé estarà enclavat mentre el nivell d'aigua del dipòsit estigui pujant i no arribi fins a la sonda superior. Quan el nivell de l'aigua arribi a la sonda superior el relé es desenclavarà, parant la bomba del sondeig de la captació, provocant la baixada del nivell de l'aigua del dipòsit a mida que hi hagi consum, fins que el nivell de l'aigua quedi per sota la sonda de detecció inferior, que tornarà a enclavar el relé provocant l'engegada de la bomba del sondeig de la captació, i per tant, l'emplenat del dipòsit elevat novament.



### **11.9. Impermeabilització del dipòsit**

Les parets interiors de formigó que conformaran el dipòsit s'impermeabilitzaran amb un revestiment de resines epoxi, apte per al contacte amb l'aigua potable. Aquest s'encarregarà de reduir la porositat existent al formigó i al morter de ciment. El producte s'aplicarà en dues capes.

## **12. SISTEMA DE REG**

### **12.1. Introducció**

El sistema de reg s'encarregarà d'aportar l'aigua necessària als conreus plantats a la parcel·la objecte del projecte. De manera que distribuirà l'aigua emmagatzemada al dipòsit elevat fins als emissors de reg distribuïts al llarg de les superfícies de conreu, passant a través d'una zona de bombeig, que garantirà que l'aigua arribi als aspersors amb la pressió adequada per al bon funcionament d'aquests.

Tot el sistema de reg anirà comandat amb un programador, el qual permetrà activar el reg de manera automàtica segons s'hagi indicat prèviament.

El sistema de reg que s'instal·larà serà del tipus fix, donat que cap dels seus elements serà mòbil.

### **12.2. Objecte**

Aquest capítol pretén definir el sistema de reg que s'instal·larà a la parcel·la objecte del projecte, així com els materials de que estarà compostat i el seu sistema de funcionament.

### **12.3. Descripció del sistema de reg**

#### **12.3.1. Canonada d'alimentació**

L'aigua que s'utilitzarà per a regar provindrà del dipòsit elevat. El dipòsit alimentarà el sistema de reg a través d'una canonada de polietilè PE 100, de 63x5,8 mm de diàmetre nominal, PN 16, sèrie SDR 11, segons UNE-EN 12.201-2.

Aquesta canonada sortirà del dipòsit elevat enterrada a una profunditat mínima de 80 cm, i alimentarà un col·lector de 2 ½", que distribuirà l'aigua cap a les diferents bombes del sistema. El col·lector es situarà dins de la caseta de serveis.

El tram de canonada d'alimentació que discorri enterrat ho farà dins una rasa de 90 cm de fondària. La canonada d'alimentació entrarà dins de la caseta de serveis soterrada fins arribar al col·lector abans esmentat, que estarà col·locat sobre el paviment.

Aquesta canonada disposarà d'una electrovàlvula en el seu tram inicial, dins del pou de registre del dipòsit elevat. L'electrovàlvula normalment estarà tancada, impedit el pas de l'aigua del dipòsit cap a les bombes de reg, menys quan s'estigui regant, que es trobarà oberta. L'electrovàlvula estarà comandada pel programador del reg.

### 12.3.2. Sistema de bombeig

Del col·lector abans esmentat partirà un canonada de polietilè PE 100, de 50x4,6 mm de diàmetre nominal, PN 16, sèrie SDR 11, segons UNE-EN 12.201-2 per alimentar la bomba de reg de l'alfals. Les altres canonades que sortiran del col·lector per alimentar les restants bombes de reg seran de polietilè PE 100, de 40x3,7 mm de diàmetre nominal, PN 16, sèrie SDR 11, segons UNE-EN 12.201-2. Cadascuna d'aquestes canonades alimentarà una xarxa de canonades de reg independent per a cada conreu.

Per tal de controlar quina és la zona que es rega s'instal·larà una electrovàlvula i una bomba a cada una de les canonades. De manera que el programador del reg obrirà el pas a l'aigua i activarà la bomba per a regar el conreu desitjat. De la mateixa manera, una vegada efectuat el reg, el programador tancarà la electrovàlvula i tallarà l'alimentació de la bomba.

El programador del reg obrirà i tancarà les electrovàlvules en funció de la programació, però per efectuar l'engegada i parada de les bombes ho farà a través de relés de bomba.

Els models de les bombes que s'instal·laran dependran de la pressió a la que haurà d'arribar l'aigua als emissors i del cabal que necessiti el cultiu. A la Taula 8 es detalla el model de les bombes per a cada cultiu, així com el punt de funcionament, assenyalant el cabal i la pressió.

Conreu	Marca i model	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	Pressió (mca)	Consum elèctric (W)
Presseguers	Grundfos CHV 2-40	2,55	24,3	600
Alfals	Grundfos CRI 3-5	4,03	15,5	370
Blat	Grundfos CRN 5-4	3,33	23,1	550
Ordi	Grundfos TP 40-50/2	1,83	4,96	120

Taula 8. Model de bomba en funció del conreu

Les bombes s'instal·laran dins de la caseta de serveis, així com els relés de bomba i el programador del reg. A partir de les bombes, les canonades de polietilè que alimentaran la xarxa de reg continuaran discorrent soterrades per sota el paviment de la caseta de serveis.

### **12.3.3. Xarxa de reg**

La xarxa de reg que s'instal·larà es construirà amb canonada de polietilè PE 100, PN 16, sèrie SDR 11, segons UNE-EN 12.201-2. Aquesta xarxa s'iniciarà en el col·lector, continuarà amb les canonades de polietilè de 50x4,6 mm i 40x3,7 mm de diàmetre nominal que alimentaran les bombes, i finalitzarà als emissors, que seran del tipus aspensor.

La xarxa de reg s'encarregarà d'alimentar els emissors amb el cabal d'aigua necessari, per tant, serà la que transportarà l'aigua fins als conreus.

Tota la xarxa de reg anirà soterrada a una profunditat de 60 cm.

La xarxa de reg ha estat dissenyada amb els diàmetres suficients perquè en cap punt l'aigua superi una velocitat de 1,5 m/s.

### **12.3.4. Emissors**

Els emissors seran els encarregats d'efectuar el reg. Aquests seran del tipus aspensors de la marca Nelson Irrigation, i aniran muntats sobre una estaca d'acer per tal d'aconseguir una millor difusió de l'aigua.

La connexió entre els aspensors i la xarxa de reg es realitzarà amb un tub de PVC flexible que incorporarà un ràcord de pressió.

En funció del conreu, l'aspensor serà un model o altre, o bé incorporaran difusors diferents. Amb això s'aconseguirà que cada aspensor pugui treballar a cabals diferents i obtenir diferents radis de cobertura. En la Taula 9 es detalla per a cada conreu el model d'aspensor a muntar així com el color del plat i de la boquilla que conformaran el difusor.

El funcionament dels aspensors és produït gràcies a la pròpia pressió d'aigua, pel que no disposen de cap sistema electromecànic, i per tant, no necessiten alimentació elèctrica.

Els emissor pròxims a les cantonades de la parcel·la disposaran d'un sistema que permetrà regular l'angle de reg, i per tant, no es regaran els camins envoltants a la parcel·la malgastant l'aigua.

Conreu	Marca	Model	Característiques difusor	Cabal (l/h)	Pressió (bar)	Radi de cobertura (m)
Presseguers	Nelson	R2000	Sèrie K2, plat verd de 9°, i boquilla blau fosc núm. 10	266	3,0	7,6
Alfals	Nelson	R2000	Sèrie K2, plat groc de 15°, i boquilla blanca núm. 9	192	2,5	8,2
Blat	Nelson	R2000	Sèrie K2, plat groc de 15°, i boquilla gris núm. 8,3	183	3,0	8,2
Ordi	Nelson	R10	Sèrie P4, plat blanc de 9°, i boquilla gris clar núm. 55	107	2,0	6,0

Taula 9. Model d'aspersor i difusor en funció del tipus de conreu

#### 12.4. Control del sistema

Quan s'hagi de regar algun dels conreus, el programador del reg obrirà l'electrovàlvula ubicada dins del pou. Això permetrà el pas de l'aigua des del dipòsit elevat al col·lector d'alimentació d'aigua de les bombes de reg.

Simultàniament, el programador del reg obrirà l'electrovàlvula corresponent al conreu o zona que es vulgui regar, i a l'hora, a través del relé de bomba, activarà la bomba corresponent a aquesta mateixa zona. De manera que a partir d'aquest moment, l'aigua arribarà amb suficient pressió i cabal fins als aspersors repartits per la parcel·la.

El sistema de reg disposarà d'un sensor de pluja instal·lat a la façana de la caseta de serveis. Aquest s'encarregarà de parar el reg en cas de pluja, i automàticament, en funció de les condicions climàtiques i de la humitat, el tornarà a activar. El sensor de pluja anirà connectat directament al programador del reg, amb un cable de secció mínima 1 mm<sup>2</sup>.

## 13. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA SOLAR FOTOVOLTAICA

### 13.1. Introducció

La instal·lació elèctrica estarà alimentada per un sistema solar fotovoltaic. Aquest generarà l'energia elèctrica suficient per a fer funcionar el programador del reg, les diferents bombes que permetran regar, la bomba del sondeig de la captació d'aigua i la resta de consumidors requerits per l'explotació agrícola. L'energia elèctrica generada serà en corrent continu, que mitjançant inversors sinusoïdals es transformarà en corrent alterna, i que alimentarà els diferents consums que requeriran d'aquest corrent per al seu funcionament.

La instal·lació elèctrica donarà compliment al Reial Decret 842/2002 de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.

### 13.2. Consums elèctrics

Per a poder efectuar l'explotació correcta dels conreus es precisaran el consums elèctrics que es detallen a la Taula 10. Aquests seran alimentats per la instal·lació elèctrica solar fotovoltaica. Tots els aparells que consumiran energia elèctrica per al seu funcionament, necessitaran una tensió de 230 V.

Element	Potència (W)
Bomba reg alfals	370
Bomba reg ordi	120
Bomba reg presseguers	600
Bomba reg blat	550
Bomba captació aigua sondeig	1.150
Programador reg	120
Electrovàlvules	90
Control arrancada automàtica generador elèctric	0,12
Consum sensor de corrent	0,22
Enllumenat caseta de serveis i emergències	72
Endolls	1.000
Equip control nivell aigua dipòsit	3,5

Taula 10. Consums elèctrics

### 13.3. Instal·lació solar fotovoltaica

La instal·lació solar fotovoltaica dissenyada es classificarà com a sistema aïllat híbrid, donat que no es disposarà de cap connexió a la xarxa elèctrica convencional, però sí d'un generador elèctric diesel, que permetrà carregar les bateries en cas de llargs períodes de no insolació.

#### 13.3.1. Captadors solars

Per tal de cobrir la demanda energètica abans esmentada s'instal·laran 20 captadors solars de la marca Solon model Blue 220/03. Les dades d'aquest captador solar facilitades pel fabricant s'adjunten a la Taula 11. A l'annex D – Càlcul instal·lació solar fotovoltaica es justifica que amb aquest nombre de captadors solars es pot donar subministrament elèctric a tots els consums.

<b>Potència nominal</b>	215 Wp
<b>Tolerància en potència</b>	± 3 %
<b>Rendiment del mòdul</b>	13,11 %
<b>Tipus de cèl·lula</b>	Cèl·lula policristal·lina de silici
<b>Tensió a MPP</b>	28,50 V
<b>Intensitat a MPP</b>	7,55 A
<b>Tensió sense càrrega</b>	36,30 V
<b>Intensitat de curtcircuit</b>	8,20 A
<b>Dimensions</b>	
Amplada	1.000 mm
Alçada	1.640 mm
Profunditat	42 mm
<b>Pes</b>	23,5 kg

Taula 11. Dades captador solar Solon Blue 220/03

La potència total de la instal·lació serà de 4.300 W.

Els captadors es situaran a la part alta de la parcel·la, pròxims a la caseta de serveis. Estaran ubicats a la cara sud d'aquesta, de manera que no els hi generarà cap tipus d'ombra.

Cada bateria de captadors anirà muntada sobre una estructura de perfils d'alumini, i a la vegada els perfils es suportaran sobre blocs de formigó plens de formigó; assegurant a través del pes dels blocs de formigó tota l'estructura. D'aquesta manera les bateries de captadors suportaran les possibles empentes del vent sense problemes.

Els captadors solars s'instal·laran totalment encarats a sud, és a dir, amb un angle d'azimut de 0°, per tal d'obtenir la màxima radiació possible minimitzant les pèrdues per orientació, que seran zero en aquest cas.

Segons l'estudi que es detalla a l'annex D – Càlcul de la instal·lació solar fotovoltaica, la inclinació dels captadors solars òptima en funció del repartiment de la demanda elèctrica al llarg de l'any serà de 60°, ja que amb aquesta inclinació es minimitza el nombre de panells solars a instal·lar, cobrint la demanda a l'hivern. Aquest nombre mínim és suficient per a l'estiu, donat que és quanta més radiació solar tenim.

La connexió elèctrica dels captadors serà en sèrie-paral·lel, connectant dos grups de deu captadors en paral·lel, i els dos grups entre ells en sèrie. La connexió es realitzarà d'aquesta manera donat que el sistema solar treballarà a 48 V, que serà a la vegada la tensió de la bateria elèctrica. En aquest tipus de connexions, la tensió de cada captador es suma quan estan connectats en sèrie, mentre que la connexió en paral·lel permet augmentar la intensitat de treball. S'obté la potència elèctrica desitjada gràcies a la intensitat elevada, atès que el valor de la tensió no és massa gran.

El cablejat que connectarà els diferents captadors entre ells serà de la marca Tecsun o similar, amb designació (PV) (AS) PV1-F. La connexió entre els panells es realitzarà amb cablejat de 150 mm<sup>2</sup> i tensió assignada 0,6/1 kV. Aquest tipus de cablejat és no propagador de la flama ni de l'incendi. En cas d'incendi, el cable té una baixa emissió de gasos tòxics, una molt baixa emissió de gasos corrosius, una baixa emissió de fums opacs i és lliure d'halògens. A més, el cable ha estat assajat segons normes DIN i ISO pel que fa a les condicions meteorològiques, pel que s'assegura una resistència al fred, a l'ozó, als raigs UVA i a l'absorció d'aigua adequades segons normes abans esmentades.

La secció del cablejat és molt elevada degut a que hi circularà una gran intensitat, i per evitar pèrdues per caigudes de tensió s'ha augmentat la secció. A l'annex E – Càlcul instal·lació elèctrica es justifica que la caiguda de tensió no supera el 3%, valor recomanat pel plec de condicions per a instal·lacions solars fotovoltaïques aïllades de l'IDAE.



### 13.3.2. Bateries

L'energia solar és un tipus d'energia discontinua, és a dir, que no sempre es pot disposar d'ella degut als períodes de no insolació, i tenint en compte que el reg és un paràmetre fonamental per al desenvolupament dels cultius, s'ha decidit instal·lar una bateria, que emmagatzemarà l'energia solar per tal d'utilitzar-la quan sigui necessari. Així doncs es garantirà el subministrament elèctric de manera continuada encara que les condicions solars no siguin les adequades.

La bateria que s'instal·larà serà del tipus estacionària de plom-àcid, amb electròlit tipus gelatinós. Per tant, es tractarà d'una bateria hermètica regulada per vàlvula de seguretat (VRLA), i l'àcid sulfúric estarà fixat al gel.

La bateria estarà formada per vasos independents amb plaques tubulars i reixes amb baix contingut d'antimoni. Són les ideals per a instal·lacions solars, donat que han estat dissenyades per a poder-les descarregar lentament i recarregar-les quan hi hagi disponibilitat d'energia.

La bateria serà de la marca Exide Technologies, model Sonnenschein A600 Solar. Cada cel·la independent tindrà un voltatge nominal de 2 V, i degut a això es connectaran un total de 24 cel·les en sèrie per tal de tenir un voltatge final de 48 V. Cada cel·la serà del tipus 16 OPzV 2300 segons nomenclatura DIN 40742, el que significa que tindrà una resistència de 2.300 Ah, suficient per a garantir una autonomia del sistema de fins a 8,93 dies a l'hivern. A l'annex D – Càlcul instal·lació solar fotovoltaica es justifica aquesta comprovació.

Les cel·les de la bateria s'instal·laran dins de la caseta de serveis, en un recinte específic per a elles, i estaran connectades en sèrie.

La instal·lació de la bateria haurà de complir amb la norma UNE-EN 50.272-2 per a bateries estacionàries. Aquesta norma UNE contempla els aspectes de seguretat que a continuació es detallen.

### **13.3.2.1. Protecció contra la descàrrega elèctrica per contacte directe**

La seguretat contra el contacte directe es garantirà a través de:

- La protecció de les parts actives mitjançant els aïllaments del cablejat.
- La protecció mitjançant barreres o tancaments de grau de protecció almenys IP2X o IPXXB, quan sigui necessari utilitzar aquest sistema de protecció.

### **13.3.2.2. Protecció contra la descàrrega elèctrica per contacte indirecte**

La seguretat contra el contacte indirecte es garantirà mitjançant la desconexió automàtica del subministrament, a través d'un fusible.

### **13.3.2.3. Desconnexió i separació**

La instal·lació de la bateria disposarà d'un dispositiu de tall per a totes les línies dels circuits d'entrada i sortida i del potencial de la presa de terra. Aquest consistirà en un fusible mòbil, que s'aplicarà al corrent directe i permetrà la distància de separació necessària.

### **13.3.2.4. Curtcircuits**

L'energia elèctrica acumulada en elements o bateries pot alliberar-se de manera incontrolada degut a un curtcircuit entre els borns. Per efecte de la considerable energia, el calor generat per l'alta corrent pot fondre el metall, produir guspies, provocar una explosió o bé l'evaporació de l'electròlit.

Per aquest motiu les connexions principals dels borns hauran d'estar dissenyades per suportar les forces electromagnètiques que es produeixen en un curtcircuit. Totes les connexions de la bateria fins el fusible es realitzaran de tal manera que no es produeixi cap curtcircuit en qualsevol de les condicions possibles.

### **13.3.2.5. Corrents de fuga**

Per evitar el risc de foc o corrosió, es mantindrà la bateria neta i seca. Per que resisteixi als efectes de l'ambient tals com la temperatura, la humitat, la pols, els gasos, el vapor i l'esforç mecànic, la resistència mínima de l'aïllament entre el circuit de la bateria i altres parts conductores locals haurà de ser superior a 100  $\Omega$  per volt de tensió nominal de la bateria, és a dir, de 4.800  $\Omega$ . Amb això, en cas que es produeixin corrents de fuga, aquests seran inferiors a 10 mA.

### **13.3.2.6. Previsions contra el perill d'explosió**

Degut a l'electròlisi de l'aigua la bateria pot emetre hidrogen i oxigen en estat gasós. A l'estar aquests gasos a l'ambient circumdant de la bateria es pot crear una mescla explosiva si la concentració d'hidrogen a l'aire sobrepassa el 4% del volum.

Per a evitar que es doni aquesta situació el recinte de la caseta de serveis a on es situarà la bateria estarà ventilat cap a l'exterior. L'objectiu de ventilar-la serà el de mantenir la concentració d'hidrogen per sota el Límit Inferior d'Explosió, que serà del 4% en volum.

Segons això, es realitzaran dues obertures a la façana del recinte a on hi haurà la bateria de dimensions 50x50 cm cada una. Aquestes es situaran en parets oposades d'acord amb la normativa. A l'annex D – Càlcul instal·lació solar fotovoltaica es justifica el cabal mínim de ventilació i la secció de les obertures, per tal de no tenir una atmosfera explosiva mitjançant la ventilació natural.

Tot i realitzar la ventilació natural, a l'ambient pròxim a la bateria la dispersió dels gasos no està sempre assegurada. Per tant, caldrà respectar una distància de 2,09 metres dins de la qual no s'instal·larà cap aparell que produeixi guspires o llum (temperatura màxima de la superfície 300°C).

### **13.3.2.7. Càrregues electrostàtiques**

Per evitar que es generin càrregues electrostàtiques, la zona del terra en la que una persona de peu té la bateria a la proximitat del braç (1,25 metres de distància) haurà de dissipar la càrrega electrostàtica. A més, la resistència del terra haurà de ser superior a 50 kΩ i inferior a 10 MΩ, d'acord amb la tensió nominal de la bateria. Perquè aquesta mesura sigui efectiva, el personal que efectui el manteniment de la bateria haurà de portar calçat anti-estàtic.

### **13.3.3. Regulador de càrrega**

El regulador de càrrega té la funció de controlar que el procés de càrrega i el de descàrrega de la bateria es faci de manera que l'acumulador estigui sempre dins les condicions correctes de funcionament.

El regulador de càrrega que s'instal·larà serà de la marca Steca model Power Tarom 4140. Aquest estarà situat dins de la caseta de serveis, fixat a la paret.

Aquest regulador treballarà a 48 V, és a dir, a la mateixa tensió que la bateria, i podrà donar intensitats de fins a 70 A. En la Taula 12 es poden observar les principals característiques d'aquest.

<b>Tensió del sistema</b>	48 V
<b>Tensió d'entrada màxima</b>	82 V
<b>Corrent màx. de curtcircuit d'entrada del mòdul</b>	140 A
<b>Corrent màx. de sortida del consumidor</b>	70 A
<b>Consum propi màxim</b>	14 mA
<b>Protecció de la caixa</b>	IP 65
<b>Pes</b>	10 kg
<b>Dimensions</b>	
Amplada	360 mm
Alçada	330 mm
Profunditat	157 mm

Taula 12. Característiques del regulador de càrrega Steca Power Tarom 4140

El regulador de càrrega ens ofereix les següents proteccions:

- Protecció contra sobrecàrrega: Aquesta és la funció bàsica del regulador ja que, d'aquesta manera, s'evita que la bateria s'escalfi.
- Desconnexió per bateria baixa (tall per baixa): Aquesta funció fa que el regulador talli el subministrament de corrent elèctric cap als consums si el nivell de càrrega de l'acumulador és massa baix i, per tant, corre perill d'una descàrrega profunda, fet que originaria problemes de sulfatació.
- Protecció contra curtcircuits: Aquesta funció permet, per mitjà d'un fusible, protegir el propi regulador, així com protegir la sortida de l'acumulador de patir intensitats elevades en cas de curtcircuit en algun dels circuits de consum de la instal·lació.
- Visualització de funcions: Una pantalla LCD dona informació sobre l'estat de la instal·lació. La primera línia informa resumidament sobre els paràmetres bàsics i la segona línia dona informació sobre el funcionament del sistema.

La regulació de la càrrega s'efectua coneixent l'estat de càrrega de la bateria. Per tal de que el regulador obtingui aquesta dada s'instal·larà el sensor de corrent HS200 al cable connectat al born negatiu de la bateria. Aquest sensor mitjançant l'efecte Hall mesura les

corrents provinents de la bateria, i envia la informació digitalment al regulador de càrrega a través d'un cable RJ45.

El regulador de càrrega serà l'element a través del qual es connectaran els captadors solars a la bateria; de manera que els panells solars aniran connectats a través d'un cable de 1x150 mm<sup>2</sup> de secció al regulador de càrrega, i aquest anirà connectat a la bateria a través d'un cable 2x150 mm<sup>2</sup> de secció.

#### 13.3.4. Inversors

L'inversor sinusoidal és l'element que s'encarregarà de convertir el corrent continu generat pels captadors solars i emmagatzemat a la bateria en corrent altern. L'inversor generarà una ona sinusoidal pura amb una tensió de 230 V i una freqüència de 50 Hz.

Degut a que els consums a alimentar són elevats, s'instal·laran dos inversors sinusoidals de la marca Steca model Xtender 6000-48. Aquests s'ubicaran dins de la caseta de serveis, i es connectaran en paral·lel entre ells. Les principals característiques d'aquests es detallen a la Taula 13.

<b>Tensió d'entrada de la bateria</b>	48 V
<b>Rang de tensió d'entrada</b>	38 – 68 V
<b>Potència continua a 25°C</b>	5.000 VA
<b>Eficiència màxima</b>	96 %
<b>Consum OFF / stand-by / ON</b>	1,8 W / 2,5 W / 20 W
<b>Tensió de sortida</b>	230 Vac
<b>Freqüència de sortida</b>	50 Hz +/- 0,05%
<b>Distorsió harmònica</b>	< 2 %
<b>Pes</b>	42 kg
<b>Dimensions</b>	
Amplada	290 mm
Alçada	500 mm
Profunditat	220 mm

Taula 13. Característiques de l'inversor sinusoidal Steca Xtender 6000-48

Els inversors que s'instal·laran tenen una elevada capacitat de sobrecàrrega, fet que permetrà engegar les bombes sense problemes, ja que és en aquest moment quan es produeixen sobreintensitats.

L'inversor també incorpora una protecció tèrmica, que desconnecta a l'equip en cas de sobreescalfament, previ avís abans de la desconnexió.

L'equip també disposa d'engegada automàtica, que permet desconnectar els circuits de potència en absència de consum i els reconnecta en el moment en que entrin en funcionament.

Els dos inversors que aniran instal·lats en paral·lel, estaran connectats al regulador de càrrega i a la pròpia bateria mitjançant cablejat de 2x185 mm<sup>2</sup> de secció.

### **13.3.5. Generador elèctric**

Es disposarà d'un generador elèctric com a sistema de producció d'energia de suport al sistema solar fotovoltaic. Aquest només entrarà en funcionament quan la bateria estigui pròxima al límit de descàrrega prefixat al regulador de càrrega. Per tant, el sistema solar ha estat dimensionat per ser totalment autònom.

El generador elèctric incorporarà un motor diesel d'injecció directa refrigerat per aire. Aquest serà de la marca Genergy model Tarifa de 4500 W de potència nominal a 230 V, suficient per a poder alimentar tots els consums de la instal·lació.

S'instal·larà entre la bateria i els inversors un mòdul que permetrà gestionar l'engegada i parada del generador elèctric. Es tracta del control remot Steca model PA 15. Aquest rebrà senyals modulades a través de la línia d'alimentació de corrent, generades pel propi regulador de càrrega, i que contindran informació sobre l'estat de càrrega de la bateria. En funció d'això, el control remot engegarà o parará el generador elèctric, mitjançant l'equip d'engegada automàtica Genergy Guardian 2 del propi generador.

Es preveu que el generador elèctric s'ubiqui a l'exterior, al costat de la caseta de serveis; de manera que estarà situat el més pròxim possible als subquadres de control de la instal·lació. Aquest generador es de tipus silencià, pel que només genera 69 dB de soroll. Donada la distància a la qual es troba situada la parcel·la respecte qualsevol construcció habitable, no

es preveu que es puguin causar molèsties. A més, el generador no funcionarà pràcticament mai, atès que és només una mesura de seguretat davant de llargs períodes de no insolació.

El generador elèctric anirà connectat amb cablejat 2x25+T mm<sup>2</sup> a l'entrada AC IN dels inversors. Aquests aprofitaran l'energia del generador per carregar les bateries o bé transferiran aquesta energia directament als consumidors.

## **13.4. Instal·lació elèctrica**

### **13.4.1. Quadre general de protecció**

El quadre general de protecció i comandament tindrà com a principal funció contenir els mecanismes de protecció de les línies contra les sobrecàrregues i contra els contactes indirectes.

Aquest es trobarà situat dins de la caseta de serveis, instal·lat a una altura mínima de 1 metre respecte el terra.

El suport i envoltant del quadre s'ajustarà a les normes UNE 20.451 i UNE-EN 60.439-3, tenint un grau de protecció mínim IP 30 segons UNE 20.324 i IK07 segons UNE-EN 50.102. Les seves característiques i tipus correspondran a un model oficialment aprovat i homologat.

Es col·locarà una placa indicadora del circuit a que pertany cada un dels interruptors del quadre, per tal de poder identificar-los posteriorment.

Els dispositius generals i individuals de comandament i protecció seran, com a mínim:

- Un interruptor general automàtic de tall omnipolar, que permeti el seu accionament manual i que estigui dotat d'elements de protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits.
- Un interruptor diferencial general, destinat a la protecció contra contactes indirectes de tots els circuits.
- Dispositius de tall omnipolar, destinats a la protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits de cada un dels circuits interiors de la instal·lació.

### 13.4.2. Circuits de distribució

Els circuits de distribució seran els que electrificaran la instal·lació sortint des del quadre general de protecció i comandament. Estaran protegits amb interruptors diferencials i magnetotèrmics.

El traçat dels circuits elèctrics es realitzarà de manera que tinguin línies clarament diferenciades, que en cas de fallida d'una d'elles, totes les altres puguin funcionar sense deixar la resta de consumidors fora de servei.

Es tindrà especial atenció i cura pel que fa referència a la seguretat dels circuits, en els punts de consum i a la seguretat de les persones, de manera que aquestes no tinguin cap possibilitat d'interacció amb els circuits elèctrics.

Els diferents circuits estaran protegits amb interruptors automàtics magnetotèrmics amb intensitats ajustades, de manera que protegiran les línies contra curtcircuits i sobreintensitats.

Els endolls, maquinària i punts de llum accessibles, estaran units directament a terra, mitjançant una línia (de color groc i verd) que no podrà ser seccionada, excepte en un registre que servirà per la seva comprovació del seu valor en Ohms.

El recinte de la caseta de serveis que contindrà les bateries d'acumuladors, malgrat estigui ventilat, serà considerat com a emplaçament amb risc de corrosió d'acord amb la ITC-BT-30, degut a les possibilitats de despreniment de gasos. Per tant, la instal·lació elèctrica d'aquest local haurà de complir:

- L'equip elèctric utilitzat estarà protegit contra els efectes de vapors i gasos despresos per l'electròlit.
- La caseta de serveis disposarà d'una ventilació natural que garanteixi una renovació perfecta i ràpida de l'aire, tal i com ja s'ha comentat anteriorment.
- La il·luminació artificial es realitzarà únicament mitjançant làmpades elèctriques de descàrrega.
- Les lluminàries seran de material apropiat per suportar l'ambient corrosiu i evitar la penetració de gasos en el seu interior.



- Els acumuladors que no assegurin per si mateixos i permanentment un aïllament suficient entre parts en tensió i el terra, hauran de ser instal·lats amb un aïllament suplementari. Aquest aïllament no podrà ser afectat per la humitat.
- Els acumuladors estaran disposats de manera que pugui realitzar-se fàcilment la substitució i el manteniment de cada element, seguint les distàncies de muntatge recomanades pel fabricant.
- Es protegirà la part exterior dels aparells i canalitzacions amb un revestiment inalterable a l'acció dels vapors corrosius. Aquest revestiment podran ser cintes, pintures o greixos.
- Degut a la necessitat d'assegurar per aquest tipus de locals tensions de contacte molt baixes, les masses i elements conductors hauran de connectar-se mitjançant conductors de protecció o d'equipotencialitat, a la instal·lació de posta a terra, garantint que la tensió de contacte no superi els 24 V, d'acord amb la ITC-BT-18.

#### **13.4.2.1. Cables conductors**

En la caseta de serveis els circuits es composaran de conductors de coure aïllats amb una tensió assignada de 450/750 V, i seran no propagadors de l'incendi. El conductor serà de coure classe 5 (-K), i l'aïllament de compost termoplàstic a base de poliolefina amb baixa emissió de fums i gasos corrosius, amb la denominació H07Z1-K (AS), segons norma UNE 211002.

#### **13.4.2.2. Canalitzacions elèctriques**

Dins del recinte de la caseta de serveis que contindrà les bateries d'acumuladors, els elements de conducció de cables o canalitzacions hauran de ser estanques, utilitzant-se per a terminals, empalmes i connexions de les mateixes, sistemes i dispositius que presentin el grau de protecció corresponent a les projeccions d'aigua (IPX4).

Els conductors discorreran per l'interior de tubs no metàl·lics i rígids, i aquests aniran instal·lats superficialment, d'acord amb la ITC-BT-21. Dins del local de les bateries d'acumuladors els tubs tindran un grau de resistència a la corrosió 4, mentre que en la resta de zones de la caseta de serveis no serà necessària aquesta resistència.

Els tubs estaran en consonància a la UNE-EN 50.086-2-1, tindran les característiques mínimes indicades a la taula 1 de la ITC-BT-21, i seran no propagadors de la flama.

Els conductors que alimentaran les bombes i el sistema de control de nivell d'aigua del dipòsit elevat recorreran dins d'una safata 60x250 mm amb grau de protecció IP4X, d'acord amb la norma UNE-EN 50.085-1.

#### **13.4.2.3. Enllumenat**

L'enllumenat del recinte de la caseta de serveis que contindrà les bateries d'acumuladors tindrà un grau de protecció mínim IPX4, i no serà de classe 0, és a dir, que constarà de posta a terra, i serà del tipus estanc.

#### **13.4.3. Rases**

S'excavaran dues rases a través de les quals recorreran les línies elèctriques que alimentaran la bomba de la captació d'aigua del sondeig, les línies de maniobra de les sondes de control del nivell d'aigua del dipòsit i la línia de maniobra de la electrovàlvula.

Les rases tindran una profunditat de 90 cm. En la part inferior d'aquestes hi circularan els tubs d'aigua, i per la part superior les línies elèctriques. La distància entre les canalitzacions elèctriques i les d'aigua serà de 0,20 metres, tant en paral·lelismes com encreuaments.

El llit de la rasa que rebrà el cable serà llis i estarà lliure d'arestes vives, pedres, etc... En el mateix es posarà una capa de sorra, d'espessor mínim 5 cm sobre la que es col·locarà el cable. Per sobre del cable anirà una altra capa de sorra o terra garbellada d'uns 10 cm d'espessor. Ambdues capes cobriran l'amplada total de la rasa, la qual serà suficient per mantenir 5 cm entre els cables i les parets laterals.

Per sobre de la sorra tots els cables hauran de tenir una protecció mecànica, com per exemple, plaques protectores de plàstic. Es col·locarà també una cinta de senyalització que adverteixi de l'existència del cable elèctric de baixa tensió. La seva distància mínima al terra serà de 0,10 m, i a la part superior del cable de 0,25 m (veure detall en plànol núm. 12).

Els cables tindran una tensió assignada no inferior a 0,6/1 kV, i hauran de complir els requeriments especificats a la part corresponent de la Norma UNE-HD 603. La secció d'aquests conductors serà l'adequada a les intensitats i caigudes de tensió previstes i, en tot cas, aquesta secció no serà inferior a 6 mm<sup>2</sup> per a conductors de coure.

Les línies elèctriques aniran instal·lades dins de tubs, i aquests estaran en consonància amb les especificacions de l'apartat 1.2.4. de la ITC-BT-21, és a dir, seran conformes a la norma UNE-EN 50.086 2-4.

#### **13.4.4. Sistemes i elements de protecció**

##### **13.4.4.1. Protecció contra sobreintensitats**

Tot circuit estarà protegit contra els efectes de les sobreintensitats que puguin presentar-se al mateix, de manera que la interrupció d'aquest circuit es realitzarà en un temps adequat. S'evitarà d'aquesta manera que pels conductors de coure circuli una intensitat que produeixi un escalfament superior al màxim permès pel fabricant, que pugui afectar a l'aïllament d'aquest i com a conseqüència reduir la vida de la instal·lació.

Per aquest motiu s'instal·larà un fusible bipolar seccionable al circuit provinent dels captadors solars, i fusibles seccionables unipolars al circuit bateria – regulador de càrrega i al circuit regulador de càrrega – inversor.

A més, la resta de circuits independents estaran protegit amb un interruptor automàtic de tall omnipolar amb corba tèrmica de tall, de característiques de funcionament adequades, per tal d'oferir una doble protecció:

- Protecció contra sobrecàrregues: El límit d'intensitat de corrent admissible en un conductor quedarà garantit pel dispositiu de protecció utilitzat. Així en el cas de que per un circuit circuli una intensitat molt superior a la de tarat de l'interruptor automàtic, es produirà en un temps fixat la obertura del circuit.
  
- Protecció contra curtcircuits: A l'origen de tot circuit s'establirà un dispositiu de protecció contra curtcircuits, la capacitat de tall del qual estarà d'acord amb la intensitat de curtcircuit que pugui presentar-se en el punt de la seva connexió. S'admet, no obstant, que quan es tracti de circuits derivats d'un principal, cada un d'aquests circuits derivats disposi de protecció contra sobrecàrregues, mentre que un únic dispositiu general pugui assegurar la protecció contra curtcircuits per a tots els circuits derivats. El poder de tall de tots els interruptors automàtics magnetotèrmics que s'instal·laran serà com a mínim de 4,5 kA.

#### 13.4.4.2. Protecció contra sobretensions

D'acord amb la ITC-BT-23, és molt recomanable protegir les instal·lacions contra les sobretensions naturals, quan aquestes estan situades en localitats amb més de 25 dies de tempesta per any, com és el cas de la instal·lació objecte del projecte.

Per assolir aquesta protecció, s'instal·laran descarregadors de tensió, connectats entre cada un dels conductors, inclòs el terra de la instal·lació. Els descarregadors de tensió tindran una gran capacitat de derivació gràcies als varistors d'òxid de zinc.

Els descarregadors de tensió que s'instal·laran seran de la marca DEHN model DG Y PV 1000, que compleixen amb els requeriments de la norma EN 61643. Concretament seran del tipus 2 d'acord amb la norma EN 61643-11. Aquests tenen una capacitat d'absorció d'energia i una rapidesa de resposta mitja-alta, i poden protegir la instal·lació contra sobretensions d'origen atmosfèric i commutacions. Les seves característiques es detallen a la Taula 14.

<b>Nivell de protecció (<math>U_p</math>)</b>	$\leq 4$ kV
<b>Tensió màxima de servei permanent (<math>U_c</math>)</b>	500 V DC
<b>Corrent nominal de descàrrega (<math>I_n</math>)</b>	20 kA
<b>Corrent de descàrrega màxim (<math>I_{m\grave{a}x}</math>)</b>	40 kA
<b>Temps de resposta</b>	$\leq 25$ ns

Taula 14. Característiques del descarregador de tensió

La connexió entre el descarregador de tensió i el born de terra de la instal·lació no serà inferior als 4 mm<sup>2</sup>.

#### 13.4.4.3. Protecció contra contactes directes

Aquesta protecció consisteix en prendre les mesures destinades a protegir les persones contra els perills que poden derivar-se d'un contacte amb les parts actives dels materials elèctrics.

D'acord amb la UNE 20.460-4-41, els mitjans que oferiran la protecció i que s'utilitzaran seran:

- Protecció per aïllament de les parts actives: Les parts actives es recobriran d'un aïllament que no pugui ser eliminat, a menys que es destrueixi. Aquest aïllament s'aplicarà a la totalitat de la instal·lació i de la maquinària, de manera que no sigui accessible, a excepció dels casos de manipulació expressa per al manteniment.

No s'admetran pintures, vernissos o productes similars, ja que no es considera que constitueixin un aïllament suficient com a protecció contra els contactes directes.

- Protecció per mitjà de barreres o envolvents: Les parts actives es situaran a l'interior d'envolvents o darrere de barreres que tinguin, com a mínim, el grau de protecció IP XXB, d'acord amb la UNE 20.324, quan sigui necessari utilitzar aquest sistema de protecció.

Les envolvents es fixaran de manera segura i hauran de tenir una robustesa i durabilitat suficients per mantenir els graus de protecció exigits, amb una separació adequada a les parts actives en condicions normals de servei, tenint en compte les influències externes.

Quan sigui necessari obrir les envolvents o treure parts d'aquestes, només es podrà realitzar amb l'ajuda d'una clau o d'una eina.

#### **13.4.4.4. Protecció contra contactes indirectes**

Aquesta protecció s'assoleix mitjançant el tall automàtic de l'alimentació després de l'aparició d'un defecte. D'aquesta manera s'impedirà que una tensió de contacte de valor suficient, es mantingui durant un temps tal que pugui donar com a resultat un risc.

Per obtenir aquesta protecció s'instal·laran interruptors automàtics diferencials, que detectaran la possible corrent de fuga cap a les zones metàl·liques accessibles, i per tant, si la intensitat de la fuga fos important, s'accionarà de forma automàtica l'obertura del circuit d'alimentació.

Totes les masses dels equips elèctrics protegits per un mateix dispositiu de protecció, estaran interconnectades i unides per un conductor de protecció a una mateixa presa de terra. A més, el pol negatiu de la bateria estarà posat a terra.

S'assegurarà que totes les parts metàl·liques de qualsevol punt relacionat amb la instal·lació elèctrica es connectin a la xarxa equipotencial de terra.

#### **13.4.5. Posta a terra**

La posta o connexió a terra és la unió elèctrica directa, sense fusibles ni cap tipus de protecció, d'una part del circuit elèctric o d'una part conductora no pertanyent al mateix mitjançant una presa de terra amb un elèctrode o grups d'elèctrodes enterrats al sòl.

Mitjançant la instal·lació de posta a terra s'aconseguirà que en el conjunt d'instal·lacions no apareguin diferències de potencial perilloses i que, al mateix temps, permetin el pas a terra de les corrents de defecte o les de descàrrega d'origen atmosfèric.

La xarxa de posta a terra constarà de les següents parts:

- Presa de terra
- Conductor de terra o línia d'enllaç amb l'elèctrode de terra
- Caixa de comprovació de terra (born de terra)
- Conductor d'unió equipotencial principal
- Conductor de protecció

La presa de terra estarà formada per elèctrodes i per un conductor de coure de construcció i resistència elèctrica segons la classe 2 de la norma UNE-21.022. La profunditat d'enterrament mai serà inferior a 50 cm.

D'acord amb la ITC-BT-18, el conductor de terra o línia d'enllaç amb l'elèctrode de terra tindrà en tot cas una secció mínima de 16 mm<sup>2</sup> si està protegit contra la corrosió o de 25 mm<sup>2</sup> de secció si no està protegit. Segons això, el cable de coure enterrat i nu que s'utilitzarà tindrà una secció de 25 mm<sup>2</sup>. La secció d'aquest mai serà inferior a la mínima exigida al conductor de protecció segons ITC-BT-18.

La caixa de comprovació de terra (born de terra) serà el dispositiu que permetrà mesurar la resistència de la presa de terra corresponent. Aquest dispositiu, que podrà estar combinat amb la presa principal de terra, haurà de ser desmuntable sempre amb eina i ser mecànicament segur i assegurar la continuïtat elèctrica. En aquest punt serà l'únic lloc on es podrà seccionar la línia de terra.

Els conductors de protecció serveixen per unir elèctricament les masses d'una instal·lació a certs elements amb la finalitat d'assegurar la protecció contra els contactes indirectes. La secció dels conductors de protecció serà la indicada a la Taula 15.

<b>Secció dels conductors de fase S (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Secció mínima dels conductors de protecció S<sub>p</sub> (mm<sup>2</sup>)</b>
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Taula 15. Relació entre els conductors de protecció i els de fase

En tots els casos, els conductors de protecció que no formin part de la canalització d'alimentació seran de coure amb una secció, almenys de:

- 2,5 mm<sup>2</sup> si els conductors disposen d'una protecció mecànica
- 4 mm<sup>2</sup> si no disposen d'una protecció mecànica

Els conductors de protecció seran els que realitzaran les unions equipotencials.

La instal·lació que es realitzarà seguirà l'esquema TT, i la protecció es realitzarà amb presa de terra amb piquetes de coure i protecció amb diferencials. Els suports metàl·lics dels captadors solars es connectaran a terra amb una posta a terra independent de la instal·lació interior.

El nombre de piquetes a instal·lar serà aquell que garanteixi que la resistència de terra, en qualsevol circumstància previsible, no sigui superior al valor especificat. Aquest valor de resistència de terra serà tal que qualsevol massa no pugui donar lloc a tensions de contacte superiors a:

- 24 V en local o emplaçament conductor, com seria el cas del recinte que contindrà les bateries.
- 50 V en la resta de casos.

En general, la xarxa de connexió a terra complirà les especificacions dictades pel Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió i la ITC-BT-18.

#### 14. RESUM DEL PRESSUPOST

El resum del pressupost ha tingut en consideració els costos actuals de mà d'obra, materials, maquinària, així com també els quadres de preus núm.1 i núm. 2 i els amidaments, que es troben en el document Pressupost.

Les obres sumen la quantitat de:

**Pressupost d'Execució Material ..... 218.824,21 €**

**DOS-CENTS DIVUIT MIL VUIT-CENTS VINT-I-QUATRE AMB VINT-I-UN CÈNTIMS**

**Pressupost d'Execució per Contracta..... 302.064,94 €**

**TRES-CENTS DOS MIL SEIXANTA-QUATRE EUROS AMB NORANTA-QUATRE CÈNTIMS**

El valor de la redacció del present projecte per part del projectista ascendeix a la quantitat de: **VUIT MIL SET-CENTS VUITANTA-SET EUROS (8.787,00 €).**

El cost total de la instal·lació amb la redacció del projecte és de:

**TRES-CENTS DEU MIL VUIT-CENTS CINQUANTA-UN EUROS AMB NORANTA-QUATRE CÈNTIMS (310.851,94 €).**

Girona, agost de 2009

Eduard Batllori Alvarez



## 15. CONCLUSIONS

Amb aquest projecte s'han dissenyat, definit i dimensionat tots els elements que conformen la instal·lació solar fotovoltaica, així com la resta d'instal·lacions que constitueixen l'explotació agrícola (la captació d'aigua, el dipòsit per emmagatzematge de l'aigua i la xarxa de reg).

Durant l'execució del projecte s'ha constatat que el principal ús de l'energia solar fotovoltaica és la construcció d'hortes solars amb l'objectiu de vendre l'energia produïda a la xarxa, ja que aquest tipus d'instal·lacions resulten més rendibles econòmicament que no pas les instal·lacions solars fotovoltaïques aïllades.

S'ha pogut comprovar que l'ús d'aquesta tecnologia en el sector agrícola s'adequa bastant bé, donat que el reg no és diari, i per tant, els acumuladors elèctrics tenen el temps suficient per a recarregar-se.

També s'ha comparat el rendiment econòmic de la instal·lació solar fotovoltaica amb el que ens oferiria la instal·lació d'un simple generador elèctric alimentat amb gasoil, a l'annex G – Estudi econòmic. El resultat ha estat que l'alt cost dels panells solars fotovoltaïcs, de la bateria i dels inversors impossibilita competir econòmicament amb la instal·lació del generador elèctric, malgrat les possibles subvencions. No obstant això, és interessant assenyalar que a part de les ajudes econòmiques hi ha la opció d'obtenir finançament o préstecs amb uns interessos molt baixos a través de les mateixes institucions.

Per tal de disminuir el cost de la instal·lació que s'ha projectat, s'hauria reduir la capacitat de les bateries, i utilitzar el generador elèctric per a recarregar-les i a l'hora alimentar els consumidors. D'aquesta manera, no tenint una instal·lació completament autònoma, es podria reduir la inversió en equips entre un 15% i un 20% considerant el cost de les bateries.

La conclusió de tot això, és que l'aplicació més rendible econòmicament de les instal·lacions solars fotovoltaïques destinades a explotacions agrícoles és quan no es realitza cap tipus d'acumulació elèctrica, i es rega per pressió estàtica d'un dipòsit elevat, emplenant aquest només sota condicions d'insolació adequades. D'aquesta manera es substitueix l'acumulació d'energia elèctrica en bateries per l'emmagatzematge de l'aigua a una certa alçada. En aquest tipus d'instal·lacions fotovoltaïques únicament en formarien part els captadors solars i inversors, pel que amb la subvenció es podria cobrir bona part del cost de la mateixa,

arribant a resultar fins i tot més viable econòmicament que el generador elèctric, per a instal·lacions de fins a 10 captadors solars, segons s'ha exposat a l'annex G – Estudi econòmic.

La conclusió que es desprèn d'aquest anàlisi és que les instal·lacions solars fotovoltaïques aïllades aplicades a l'ús agrícola requereixen de subvencions perquè resultin econòmicament viables, en comparació amb un generador elèctric convencional.

Girona, agost de 2009

Eduard Batllori Alvarez

## **16. RELACIÓ DE DOCUMENTS**

Document número 1: Memòria i annexos

Document número 2: Plànols

Document número 3: Plec de condicions

Document número 4: Estat d'amidaments

Document número 5: Pressupost

## 17. BIBLIOGRAFIA

- Handbook for Gel-VRLA batteries (<http://www.sonnenschein.org>, 15 de febrer de 2009).
- J. M. Tarjuelo Martín-Benito. El riego por aspersión y su tecnología. Mundi-Prensa. Madrid, 1995.
- Miguel Alonso Abella, et. al. Sistemas fotovoltaicos: introducción al diseño y dimensionado de instalaciones de energía solar fotovoltaica. Publicaciones Técnicas. Madrid, 2001.
- FAO. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements.. Roma. 1998.
- Legrand. Catàleg de productes. 2009.
- Steca Solar. Catàleg de productes. 2009.
- DEHN. Catàleg de productes. 2008.
- Genergy. Catàleg de productes. 2009.
- Rainbird. Cataleg de productes per a reg. 2009.
- Nelson Irrigation Corporation. Catàleg de productes. 2008.
- Surface meteorology and Solar Energy. (<http://eosweb.larc.nasa.gov>, 25 de febrer de 2009).
- ICAEN (Institut Català de l'Energia). Atlas de Radiació Solar de Catalunya. 2000.
- ICAEN. Subvencions en règim reglat en el marc del Programa d'energies renovables.