

TREBALL FINAL DE GRAU

Estudi: Grau en Enginyeria Agroalimentària

Títol: PROJECTE DE REG PER DEGOTEIG ENTERRAT EN CONREUS HERBACIS EN UNA PARCEL·LA DE 0,73 ha SITUADA AL T.M. DE SANT JORDI DESVALLS (GIRONÈS)

Document: Memòria

Alumne: Genís Company Masó

Tutor: Dr. Ramírez de Cartagena Bisbe, Francesc
Departament: Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària
Àrea: Enginyeria Hidràulica

Convocatòria (mes/any): Setembre/2022

1.	Objecte del projecte	5
2.	Antecedents.....	6
3.	Bases del projecte	7
3.1	Directrius i condicionants del promotor.....	7
3.2	Condicionants del projecte	7
3.2.1	Climatologia	7
3.2.2	Sòl.....	9
3.2.3	Aigua de reg	12
3.2.4	Condicionants legals.....	14
3.2.5	Condicionants del promotor	15
3.2.6	Subministrament elèctric.....	15
3.3	Situació actual.....	15
3.3.1	Localització	15
3.3.2	Descripció de l'activitat	15
3.3.3	Mitjans disponibles i personal	16
4.	Alternatives del projecte	17
4.1	Alternatives dels mètodes de reg	17
4.1.1	Identificació de les alternatives	17
4.1.2	Elecció del mètode de reg.....	17
4.2	Alternatives de fertilització	18
4.2.1	Identificació de les alternatives	18
4.2.1	Elecció del mètode de fertilització	18
5.	Enginyeria de les obres.....	20

5.1	Sistema de reg	20
5.1.1	Disseny agronòmic	20
5.1.2	Disseny hidràulic	21
5.2	Instal·lació elèctrica	22
6.	Procés productiu	23
6.1	Preparació del terreny.....	23
6.2	Sembra	24
6.3	Fertilització	24
6.4	Control de les herbes adventícies	25
6.5	Control de les plagues i malalties.....	25
6.6	Recol·lecció.....	26
6.7	Calendari de reg	26
7.	Programació de l'execució	28
8.	Pressupost	29
9.	Avaluació econòmica.....	30
9.1	Estudi de costos, ingressos i beneficis	30
9.2	Anàlisi de la inversió	30
10.	Referències	32

1. Objecte del projecte

L'objectiu del projecte és implementar un sistema de reg per degoteig subterrani a una parcel·la de 7.333 m² situada al terme municipal de Sant Jordi Desvalls.

Actualment, aquesta parcel·la està destinada al cultiu de blat de moro, i es rega per superfície mitjançant l'aigua del canal de reg comunitari.

Gràcies a la implementació del sistema de reg es pretén millorar l'eficiència de reg i ajudar amb l'estalvi d'aigua dintre el món agrari, un sector molt criticat pels grans volums d'aigua que utilitzen.

2. Antecedents

Aquest projecte es redacta per l'encàrrec de Miquel Ferrer i Martí, propietari de l'empresa Agrícola Pla de les Garrigues, dedicada a l'agricultura de cultius extensius de cereals d'hivern i blat de moro.

L'explotació compta amb un total de 90 ha de terres pròpies repartides pels termes municipals de Cervià de Ter, Sant Jordi Desvalls, Colomers, Jafre i Flaçà. Els principals cereals d'hivern són el blat, l'ordi i la colza, excepcions d'algun any que ha incorporat civada a la rotació, amb un total de 70 ha, la resta són dedicades al cultiu de blat de moro amb rendiments rondant els 15.000 kg/ha al 14% d'humitat.

3. Bases del projecte

3.1 Directrius i condicionants del promotor

La finalitat i els objectius del projecte s'han decidit entre el promotor i el projectista, per evitar qualsevol discrepància. Aquest projecte vol treure el màxim rendiment de la terra, de manera que sigui viable econòmicament treballar-la i obtenir un major benefici del producte.

- La transformació de la parcel·la ha de ser viable econòmicament i mediambientalment.
- El sistema de reg ha de garantir les necessitats del cultiu.
- L'aigua de reg ha de provenir del canal de reg, no pot procedir de cap pou d'aigua ni bassa de reg.
- El sistema de reg ha de minimitzar les hores de treball de l'agricultor durant la temporada de reg.
- Els elements del sistema de reg no han de causar un problema per la maquinària a l'hora de dur a terme diferents tasques agrícoles a la finca.

3.2 Condicionants del projecte

3.2.1 Climatologia

S'ha realitzat un estudi de les condicions climàtiques, recollit a l'ANNEX I, de la finca a partir de les dades extretes de la Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques (XEMA) de Catalunya, concretament l'estació situada a La Tallada de l'Empordà a una distància de 7,8 km. El període estudiat fa referència als últims deu anys, del 2011 al 2021.

- Temperatura:

Els mesos més calorosos són juny, juliol i agost, amb temperatures mitjanes al voltant de 20–25 °C, arribant a màximes de 40,6 °C al mes de juliol, mentre que la temperatura mitjana de les màximes ronda els 27-30 °C.

Per altra banda, els mesos més freds són desembre, gener i febrer amb una temperatura mitjana de 2°C, arribant a -7,1°C al mes de febrer.

La temperatura de creixement del blat del moro varia entre els 24 i 30 °C, aturant el seu creixement per sota els 10 °C i per sobre els 32 °C, per sobre dels 42 °C hi pot haver afectes negatius de cara al rendiment del cultiu.

- Precipitació:

La mitjana de la precipitació anual acumulada presenta un valor de 589 mm, sent variables entre els anys. Les pluges es concentren principalment a la primavera i a la tardor, amb gairebé 400 mm acumulats.

A l'apartat 5 de l'ANNEX I es va realitzar un balanç hídric i es va observar que entre els mesos de maig a setembre hi havia un dèficit hídric, període on s'haurà d'efectuar el reg.

- Evapotranspiració:

L'evapotranspiració per referència és un paràmetre utilitzat per determinar les necessitats de reg. Aquest valor és màxim durant els mesos de l'estiu, amb valors superiors a 4 mm dia⁻¹, coincidint amb el període de màxim desenvolupament del cultiu.

- Vent:

El vent predominant és la tramuntana, arribant a velocitats màximes de 8,9 m s⁻¹ en diferents mesos, mentre que els mesos coincidint amb el creixement del cultiu les velocitats mitjanes màximes ronden entre els 2 i 3 m s⁻¹ i, les mitjanes ronden els valors de 1,2 m s⁻¹.

- Classificació bioclimàtica UNESCO-FAO (1963):

La classificació climàtica va ser de clima mesomediterrani atenuat, amb una temperatura de clima temperat amb hivern moderat i, segons l'aridesa com a clima xèric mediterrani amb un índex de 60,8.

- Classificació agroecològica de Papadakis:

La classificació climàtica de la zona és AvM²Me, presenta un hivern tipus civada (Av), un estiu que permet la maduració del blat de moro (M) i un règim d'humitat que no és ni humit ni desèrtic, amb una precipitació estival inferior a l'hivernal (Me).

- Classificació climàtica de Thornthwaite (1948):

La zona estudiada obté la classificació climàtica de: D B'₃ d a'. Correspon a un clima semiàrid amb un excés d'aigua petit o bé nul, mesotèrmic i una baixa concentració d'eficiència tèrmica durant l'estiu.

3.2.2 Sòl

S'ha dut a terme una anàlisi del sòl per poder conèixer les característiques físiques, i a partir d'una mostra composta ontinguda per diferents mostres simples repartides de manera homogènia pel camp, per cadascuna de les profunditats de 0 a 20 cm, 20 a 40 cm i de 40 a 60 cm.

Els resultats de l'anàlisi analitzats, realitzat per un laboratori homologat per l'ENAC, es recullen a l'ANNEX II.

- Textura:

La taula 1 mostra la determinació de les fraccions granulomètriques del sòl de la parcel·la.

Taula 1: Fraccions granulomètriques del sòl.

TEXTURA	PROFUNDITAT (cm)		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
SORRA (%)	32	40	44
LLIMS (%)	42	36	28
ARGILA (%)	26	24	28
CLASSIFICACIÓ TEXTURAL (USDA)	Franca	Franca	Franco - argilosa

Es tracta d'un sòl de textura franca fins a 40 cm i franco-argilosa entre els 40 – 60 cm, apte pel creixement radicular del blat de moro.

La principal característica d'aquest sòl és la capacitat de retenció d'aigua i nutrients, així com el bon airejament, que facilita la penetració de les arrels.

- Carbonats totals:

El nivell de carbonats totals va obtenir un valor mitjà del 16%, interpretat com a sòl calcari, pròxim a poc calcari segons Villar i Villar (2016).

- pH:

Presenta un caràcter bàsic, amb un valor de 8,3, poden ocasionar algun problema d'absorció del fòsfor, bor, manganès i ferro. És per aquest motiu que s'aconsella utilitzar adobs de fàcil absorció dels elements esmentats.

- Matèria orgànica:

El contingut de matèria orgànica que presenta la parcel·la (1,1%), és baix, segons Villar i Arán (2008).

El nivell ideal per la majoria dels cultius se situa sobre 1,5%, és per aquest motiu que s'hauria de millorar el nivell de la matèria orgànica aportant esmenes orgàniques.

- Conductivitat elèctrica:

El valor obtingut en l'anàlisi realitzada (0,12 dS/m), no és limitant segons Villar i Arán (2008), sense suposar cap mena de problema pel cultiu de blat de moro.

- Nitrogen:

El contingut de N obtingut de la mostra analitzada (0,08%), es considerat un valor baix, segons Villar i Villar (2016).

La relació C/N és de 7,7, implicant una alta activitat microbiològica.

- Macronutrients:

L'anàlisi va presentar uns valors mitjans de fòsfor, potassi i magnesi, segons Villar i Villar (2016).

- Calci:

La parcel·la presenta un valor alt de calci, segons Villar i Villar (2016), de 6.473 ppm. Aquest excés pot provocar un bloqueig d'alguns nutrients com per exemple el potassi, magnesi, manganès i ferro, afavorint la precipitació d'aquests elements i immobilitzant-los.

Per disminuir aquests nivells es tindrà en compte l'aigua de rentat durant el reg i s'evitarà l'aportació d'adobs que continguin derivats càlcics.

- Sodi:

L'anàlisi efectuada es va obtenir un valor de 29 ppm, segons Villar i Villar (2016) qualificat de sòl no salí, sense causar cap problema pel cultiu.

- CIC:

Per la determinació de la capacitat d'intercanvi catiònic es va utilitzar l'expressió determinada empíricament per Saña Vilaseca *et al.* (1995), aconseguint un valor de 9,7 cmol(+) K⁺.

Segons el criteri de Balland (1984) i Gadnard *et al.* (1988) els valors de CIC entre 10 i 20 es consideren normals, per tant, el sòl analitzat presenta una CIC molt pròxima a la normal.

- Topografia del terreny

El pendent de la parcel·la varia entre l'1 i el 2%, veure el Plànol 3 (Topogràfic). És un pendent adequat per a qualsevol mena de cultiu sense presentar problemes extrems d'escorrentiu.

3.2.3 Aigua de reg

S'ha dut a terme una anàlisi de l'aigua de reg per poder conèixer els paràmetres fisicoquímics i biològics partir d'una mostra d'aigua de reg del canal principal de reg a la zona més pròxima de la parcel·la.

Els resultats de l'anàlisi analitzats, realitzat per un laboratori homologat per l'ENAC, es recullen a la taula 2.

Taula 2: Resultats de l'anàlisi de l'aigua de reg.

PARÀMETRE	VALOR
Conductivitat elèctrica a 25°C (dS/m)	0,609
pH	8,2
Sulfats (SO ₄) (mEq/l)	1,64
Nitrats (NO ₃) (mEq/l)	0,0976
Clorurs (Cl) (mEq/l)	1,12
Florurs (F) (mEq/l)	0,0079
Carbonats (CaCO ₃) (mEq/l)	< 0,06
Bicarbonats (HCO ₃) (mEq/l)	3,32
Duresa	22,0 *French
Bor dissolt (B) (mg/l)	< 0,25
Calci dissolt (Ca) (mEq/l)	3,47
Coure dissolt (Cu) (mg/l)	< 0,05
Fòsfor dissolt (P) (mg/l)	0,076
Ferro dissolt (Fe) (mg/l)	< 0,1
Magnesi dissolt (Mg) (mEq/l)	0,918
Manganès dissolt (Mn) (mg/l)	< 0,01
Potassi dissolt (K) (mEq/l)	0,106
Sodi dissolt (Na) (mEq/l)	1,17
Zinc dissolt (Zn) (mg/l)	< 0,05

- Duresa de l'aigua:

S'ha determinat la duresa de l'aigua a partir dels °HF, classificada com a mitja segons l'U.S. Salinity Laboratory Staff (Peterson i Thorne, 1954). Una aigua mitja pot presentar problemes d'incrustacions de CaCO₃ a les canonades del reg.

- Índex d'Scott:

El valor obtingut de l'índex d'Scott és de 50,81 mg/l classificada com a aigua bona segons Canovas (1986). Utilitzar una aigua bona en reg implica que no és necessari prendre precaucions per possibles acumulacions de sals al sòl.

- SAR (Relació d'absorció de sodi):

El valor de SAR suposa un risc baix de sodificació (S_1) segons la classificació d'U.S. Salinity Laboratory Staff (1954)

- Risc de salinització:

El risc de salinització és baix (0,609 dS/m a 25°C), sense causar problemes, segons la classificació de la FAO.

3.2.4 Condicionants legals

- Normativa mediambiental:

Cal tenir en compte que la parcel·la es troba en una zona vulnerable a la contaminació per nitrats establerta pel Decret 153/2019, 3 de juliol, de gestió de la fertilització del sòl i de les dejeccions ramaderes i d'aprovació del programa d'actuació a les zones vulnerables en relació amb la contaminació per nitrats que procedeixen de fonts agràries.

- Períodes en què no es poden aplicar fertilitzants en zona vulnerable (Annex IV)
- Dosis màximes de nitrogen per hectàrea que es poden aplicar en zones vulnerables (Annex V)

3.2.5 Condicionants del promotor

Els condicionants del promotor són:

- a) Instal·lar un sistema de reg eficient a nivell agronòmic i mediambiental.
- b) Capacitat d'aportar els fertilitzants a partir del reg.
- c) No dependre de la precipitació durant els primers estadis del cultiu.
- d) Reduir al màxim la mà d'obra per efectuar el reg.
- e) La instal·lació dels elements del sistema de reg ha de suposar el mínim obstacle pel moviment de la maquinària dins la parcel·la.

3.2.6 Subministrament elèctric

No hi ha subministrament elèctric a peu de parcel·la, de forma que es proposa la instal·lació d'un grup electrogen de Dièsel.

3.3 Situació actual

3.3.1 Localització

El projecte es desenvolupa a una parcel·la situada al terme municipal de Sant Jordi Desvalls, a la comarca del Gironès. Actualment, aquesta parcel·la està destinada al monocultiu de blat de moro.

3.3.2 Descripció de l'activitat

La parcel·la, de 0,73 ha, és propietat de l'empresa Agrícola Pla de les Garrigues, on té la intenció d'instal·lar un nou sistema de reg, degoteig enterrat, per millorar l'eficiència i la uniformitat de reg i estalviar mà d'obra durant l'època de reg.

L'activitat principal de l'empresa són els cultius extensius de cereal i blat de moro a les parcel·les on disposa de reg, amb una superfície total de 90 ha.

3.3.3 Mitjans disponibles i personal

La mateixa empresa disposa de la maquinària suficient per dur a terme les principals tasques de cultiu del blat de moro (treball del sòl, sembra, tractaments fitosanitaris). La recollida del blat de moro és la única activitat que es subcontracta a una empresa de serveis.

El personal de treball de l'empresa està format per dos operaris a temps complet.

4. Alternatives del projecte

4.1 Alternatives dels mètodes de reg

L'ANNEX IV mostra detalladament els diferents mètodes de reg que s'han tingut en compte pel projecte.

4.1.1 Identificació de les alternatives

S'han considerat quatre possibles alternatives de reg, tres en superfície i un de subterrani. S'ha tingut en compte aspectes tècnics, mediambientals, econòmics i condicionant del promotor.

- Reg per superfície
- Reg per aspersió
- Reg per degoteig superficial
- Reg per degoteig subterrani

4.1.2 Elecció del mètode de reg

- Reg per superfície:

S'ha descartat aquest mètode perquè requereix una gran quantitat d'hores de mà d'obra i els problemes d'asfíxia radicular que pot ocasionar.

- Reg per aspersió:

S'ha descartat aquest sistema perquè la presència d'elements a la superfície de la parcel·la pot ser un impediment físic a l'hora d'executar algunes tasques en el cultiu i per la possibilitat de robatori dels elements de reg.

- Reg per degoteig superficial:

Aquest sistema no s'ha considerat viable a causa de la necessitat de mà d'obra per la col·locació i retirada de les mànegues de reg.

- Reg per degoteig subterrani:

Aquest sistema de reg ha sigut l'escollit, perquè aplica directament l'aigua al sistema radicular del cultiu, no presenta cap inconvenient pel pas de la maquinària a la parcel·la, permet realitzar diferents tractaments durant el reg i permet una reducció de les hores de mà d'obra.

4.2 Alternatives de fertilització

4.2.1 Identificació de les alternatives

S'han considerat quatre possibles alternatives de fertilització:

- Distribució d'adob mineral
- Esmenes orgàniques
- Fertilització foliar
- Fertirrigació

4.2.1 Elecció del mètode de fertilització

- Distribució d'adob mineral

S'ha rebutjat aquest mètode a causa de la poca aportació de matèria orgànica i, la necessitat de pluja per assolir la penetració en el sòl per part del fertilitzant.

- Esmenes orgàniques

S'ha escollit aquesta alternativa per fer l'aportació de l'adob de fons. Aquest mètode d'adobat, a part d'aportar nutrients també ajudarà a augmentar el % de matèria orgànica del sòl, una tasca que s'ha de dur a terme (ANNEX II).

- Fertilització foliar

No s'ha considerat viable aquesta alternativa, per la impossibilitat de poder aplicar fertilitzant durant tots els períodes vegetatius del cultiu a causa de la seva altura

- Fertirrigació

S'ha decidit escollir aquesta alternativa perquè permet la dosificació de l'adob durant tot el període vegetatiu del blat de moro i, per la ràpida absorció dels nutrients.

5. Enginyeria de les obres

5.1 Sistema de reg

5.1.1 Disseny agronòmic

Per dur a terme el disseny agronòmic és necessari conèixer els requisits de reg totals de la parcel·la en el moment de les màximes necessitats del cultiu, que coincideix durant el mes de juliol, amb una ET_o de $5,63 \text{ mm dia}^{-1}$, amb una probabilitat de no excedència del 90% calculada a partir de la distribució de Weibull (Annex V).

L'Annex V mostra els càlculs i procediments realitzats per obtenir els resultats de la Taula 3.

Taula 3: Resultats del disseny agronòmic de reg.

Paràmetre	Valor
Necessitats de reg totals	$7,54 \text{ mm dia}^{-1}$
Separació entre laterals	0,70 m
Separació entre degoters	0,30 m
Profunditat dels laterals	0,30 m
Cabal dels emissors	1,5 l/h
Temps de reg	2,11 h
Interval entre regs	1 dia

5.1.2 Disseny hidràulic

El disseny hidràulic del sistema de reg es realitza d'acord amb als resultats obtinguts en el disseny agronòmic.

L'Annex VI mostra els càlculs i procediments realitzat per obtenir els dimensionaments de les canonades i el grup de bombament.

L'aigua de reg s'extreu del canal principal de reg de Sant Julià de Ramis fins a Jafre. L'aigua es conduirà amb una canonada principal fins al capçal de reg gràcies a l'acció d'un grup de bombament de 4 kW. Al capçal de reg hi haurà un filtre de discs, amb un total de 3 discs de 2'' amb un grau de filtració de 100-500 µm, i també hi haurà un sistema d'injecció de fertilitzants líquids. Quan l'aigua surti del capçal de reg es distribuirà als sectors 1 i 2 de reg a partir de les canonades secundàries enterrades a 30 cm, s'hi unirà les terciàries, també enterrades a 30 cm, que permetran distribuir l'aigua als laterals de reg enterrats a 30 cm. Tots els ramals de reg de cada sector s'uniran a un col·lector, un per a cada sector, enterrats a 30 cm que facilitarà les tasques de purga i control de pressions del sistema. Als plànols 4 i 5 es detalla la instal·lació de reg.

La Taula 4 mostra les característiques de les canonades seleccionades.

Taula 4: Especificacions tècniques i longitud necessària de les canonades.

Canonada	Longitud (m)	Material	Diàmetre exterior (mm)	Diàmetre interior (mm)	Pressió nominal (atm)
Principal	5	PE-50A	140	114,6	10
Secundària	80	PE-32	90	73,6	6
Terciària	155	PE-32	90	79,2	4
Ramals	9.400	PE-32	20	16	4
Col·lector	96	PE-32	63	55,4	4

5.2 Instal·lació elèctrica

La instal·lació elèctrica haurà de garantir el subministrament d'energia del grup de bombament i les diferents electrovàlvules del sistema de reg.

S'ha optat per la instal·lació d'un grup electrogen a causa de la falta de subministrament elèctric a peu de parcel·la.

L'energia es distribuirà a través de la línia principal des del grup electrogen fins a la caixa de distribució elèctrica, localitzada al costat del capçal de reg, se'n deriven dues línies.

La línia 1, monofàsica, alimenta el programador de reg i les electrovàlvules de reg, que permetran accionar les electrovàlvules de les canonades secundàries i el sistema de fertirrigació.

La línia 2, en aquest cas trifàsica, permetrà el subministrament d'energia al grup de bombament.

La instal·lació funcionarà a una freqüència de 50 Hz i a una tensió nominal de 230/400 V. S'utilitzaran cables amb multiconductors de coure, aïllats amb XPLE dins de tubs de protecció.

La línia principal i la línia 2 estaran enterrades, mentre que la línia 1 serà aèria.

La Taula 5 mostra les principals característiques de les línies elèctriques.

Línia	Instal·lació	Longitud (m)	Conductors	Aïllament	Diàmetre exterior dels tubs (mm)
L1	Aèria	7	2 x 1,5 mm ² + 2,5 mm ²	XLPE	12
Principal	Enterrada a 80 cm	5	4 x 6 mm ² + 6 mm ²	XLPE	125
L2	Enterrada a 80 cm	15	4 x 6 mm ² + 6 mm ²	XLPE	125

6. Procés productiu

El programa productiu de la parcel·la pretén tenir una producció mitjana de 15.000 kg/ha de gra de blat de moro al 14% d'humitat. Per poder aconseguir aquesta producció és necessari satisfer els requisits hídrics i nutricionals, així com afavorir-ne el creixement mitjançant una bona preparació del sòl i el control de plagues, malalties i plantes espontànies que puguin interferir-hi.

El període de cultiu s'iniciarà a principis de maig i finalitzarà entre finals de setembre i principis d'octubre depenen de les condicions meteorològiques de cada any.

6.1 Preparació del terreny

La preparació del terreny consisteix a treballar el sòl amb la finalitat de facilitar la naixença del cultiu, incorporar les restes del cultiu anterior i els fems aplicats al sòl.

Els treballs de la preparació del terreny en cap cas superarà els 25 cm de profunditat, ja que a més profunditat es podrien malmetre els laterals de reg, a 30 cm de profunditat. És per aquest motiu, que aquesta tasca es durà a terme a partir d'una grada de discs i un cultivador de pues, amb una profunditat de treball no superior als 20 cm.

Es realitzarà una primera passada al mes de març amb la grada de discs per eliminar possibles herbes adventícies i incorporar al sòl els fems que s'aplicaran per l'adobat de fons.

La segona passada s'efectuarà dies previs a la sembra, per formar un llit de sembra en absència de terroses i permetre donar les millors condicions de naixença.

La tercera i última passada es durà a terme una vegada el cultiu s'hagi recol·lectat, per ajudar a descomposar les restes del cultiu i evitar la proliferació de fongs que puguin afectar la campanya següent.

Cada una de les tasques té un cost de 70 €/ha.

6.2 Sembrada

La sembrada del cultiu s'efectuarà en les condicions adequades per garantir una bona naixença. Per aconseguir-ho és important disposar d'un llit de sembrada prèviament treballat, lliure de terres i herbes adventícies.

La sembrada es farà a principis de maig, depenent les condicions climàtiques, amb una separació entre fileres de 70 cm i 17 cm entre plantes, sembrant un total de 56.300 llavors.

La varietat escollida és la PR33Y74 de cicle 600, perquè presenta bons rendiments productius, un pes específic del gra alt i una baixa humitat del gra al moment de la recol·lecció, a més a més no mostra sensibilitat a podridures a la tija, resistent a la virosi MDMV (mosaïcs), tolerància enfront de la contaminació de fumonisines i protecció contra els barrinadors del blat de moro (*Sesamia nonagrioides* i *Ostrinia nubilalis*).

El cost de sembrada és de 35€/ha, més el preu de la llavor de 0,0035 €/u.

6.3 Fertilització

La fertilització del cultiu és clau per obtenir la producció esperada. Les necessitats del cultiu s'aportaran de forma fraccionada al llarg del cicle segons les seves extraccions i en la forma més assimilable possible. L'Annex VIII es pot observar el fraccionament de la fertilització.

Gràcies a l'anàlisi del sòl, vist a l'ANNEX II es va comprovar que no hi ha cap element limitant de cara a l'aportació d'algun nutrient.

El mes de març es durà a terme una aplicació de 15 tones/ha de fems d'una granja de boví, aportant 75 kg/ha de N, 37.5 kg/ha de P₂O₅ i 105 kg/ha de K₂O.

Gràcies al sistema de fertirrigació s'acabaran d'aportar les necessitats de N i P₂O₅ a partir de l'aplicació d'una barreja de 70 kg/ha fòsfat monoamònic (12 - 61 - 0) a una concentració d'aigua 1/5 i 480 kg/ha de nitrat amònic (34,5%N) a una concentració de 1/2 d'aigua.

Tenint en compte una superfície de cultiu de 0,67 ha, s'aportaran una total de 167 kg de N, 54 kg de P₂O₅ i 70 kg de K₂O, gràcies a l'aportació de 10 tones de fems, 47 kg de fosfat monoamòmic i 322 kg de nitrat amònic.

6.4 Control de les herbes adventícies

Les principals herbes adventícies que suposen un problema per l'agricultor són:

- Canyota (*Sorghum halepense*)
- Blet blanc (*Chenopodium album*)
- Soja borda (*Abutilon theophrasti*)
- Xereixos (*Setaria spp*)

Abans de l'estadi de 4 fulles del cultiu s'efectuarà una aplicació d'herbicida, el Tanit 560 SE (S-Metolacoloro (500 g/l) i Mesotriona (60 g/l) i el protector Benoxacor (20 g/l)), específic pel blat de moro i eficient pel control de les gamínies i les dicotiledònies esmentades.

S'aplicarà una dosi de 2,5 l/ha, un volum de caldo de 400 l/ha i una única aplicació quan el cultiu no hagi assolit l'estadi de 4 fulles, utilitzant un total d'1,7 l de producte.

El cost d'aplicació del producte és de 25 €/ha, més el preu del producte de 33 €/l.

6.5 Control de les plagues i malalties

La principal plaga a la zona protectora en anys anteriors ha estat el barrinador (*Sesamia nonagrioides*) i la malaltia del *Fusarium graminearum*.

La varietat escollida presenta tolerància enfront del barrinador esmentat i al *Fusarium graminearum*.

6.6 Recol·lecció

La recol·lecció es durà a terme a partir d'una empresa de serveis entre finals del mes de setembre i principis d'octubre, amb una producció esperada de 15.000 kg/ha.

Només s'aprofitarà el gra de blat de moro, les restes del cultiu es trituraran i s'enterraran al sòl.

La recol·lecció té un cost de 200 €/ha.

6.7 Calendari de reg

El sistema de reg estarà operatiu des dels primers estadis fins al final de l'etapa del cultiu. L'inici del calendari de reg vindrà marcada per la precipitació efectiva, en cas de dèficit s'iniciarà la campanya al maig, en cas contrari es començarà a principis de juny.

Tot i això, durant els primers estadis l'aigua aplicada serà inferior, ja que les seves necessitats hídriques són menors, i anirà en augment a mesura que avanci el cultiu. És important garantir una aportació d'aigua durant tot el cicle, sobretot en el moment del creixement de la planta i la floració, per garantir una bona producció.

La finalització del reg serà entre finals d'agost i principis del mes de setembre en funció de l'evolució del cultiu durant la campanya.

No s'espera començar el reg fins al mes de juny, perquè partint d'experiències prèvies en anys anteriors, la precipitació del maig és suficient per cobrir les necessitats hídriques en els primers estadis del cultiu, en cas contrari s'aportaran 29,87 mm en un temps de 2,4h per garantir un ascens de l'aigua a la zona radicular.

El mes de setembre tampoc s'espera utilitzar el sistema de reg, ja que partint d'anys anteriors el gra assoleix el 75 – 80% de la part pastosa i gràcies a l'aigua que romant al sòl el cultiu és capaç d'acabar el trasllat d'assimilats en el gra.

La programació de reg es preveu de 1h i 4 min diaris al mes de juny, 1h i 38 min diaris al mes de juliol i 1h i 37 min diaris al mes d'agost.

El temps estimat durant la campanya de reg és de 132h i 34', aplicant total de 6.440 m³ a la parcel·la.

El grup electrogen té un consum aproximat de 2,10 l/h, consumint un total de 279 l de gasoil.

El calendari de reg orientatiu i es detalla a l'Annex VIII, de manera que en funció de les condicions climatològiques i del contingut de l'aigua en el sòl pot variar la durada del reg.

7. Programació de l'execució

La taula 6 mostra les activitats necessàries que es duran a terme per poder planificar un ordre i desenvolupar l'execució del projecte en el menor temps possible. S'ha utilitzat el mètode PERT per fer la planificació.

Taula 5: Activitat per la posada en marxa del projecte.

DESIGNACIÓ	ACTIVITAT
A	Instal·lació del grup de bombament
B	Instal·lació del capçal de reg
C	Instal·lació de les canonades de distribució
D	Instal·lació elèctrica
E	Instal·lació dels laterals de reg i col·lectors
F	Proves de funcionament i repàs de la instal·lació

A la figura 1 s'indica el diagrama PERT de l'execució del projecte, el color blau representa el camí crític. El temps mínim del projecte és de 14 dies.

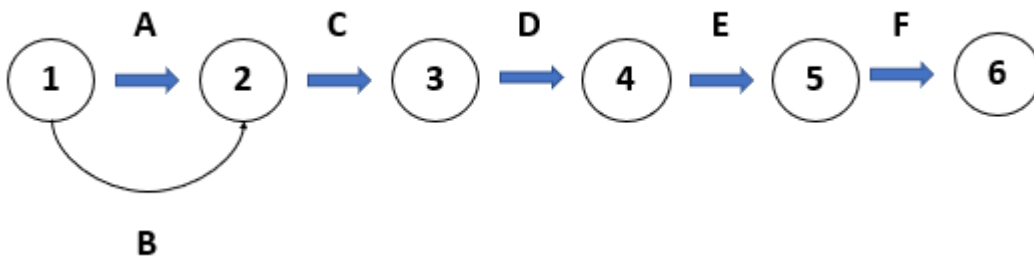


Figura 1: Diagrama PERT d'execució del projecte.

8. Pressupost

El pressupost general detallat del projecte es troba al document Pressupost. A continuació es mostra el resum.

CAPÍTOL	RESUM	IMPORT
1	SISTEMA DE REG	10.979,48
2	INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	7.382,30
	TOTAL D'EXECUCIÓ MATERIAL	18.361,79
	Despeses generals (13%)	2.387,03
	Benefici industrial (6%)	1.101,71
	TOTAL D'EXECUCIÓ PER CONTRACTA	21.850,53
	IVA (21%)	4.588,61
	PRESSUPOST GENERAL TOTAL	26.439,14

Ascendeix el present pressupost general total a VINT-I-SIS MIL QUATRE-CENTS TRENTA-NOU EUROS I CATORZE CÈNTIMS (26.439,14 €).

9. Avaluació econòmica

9.1 Estudi de costos, ingressos i beneficis

Per avaluar la rendibilitat de la inversió s'ha fet un estudi de costos, ingressos i beneficis, que es desenvolupa detalladament a l'Annex X.

Els ingressos de l'activitat procedeixen de la venda del gra de blat moro, 320 €/tona, i la percepció de les subvencions PAC, 280 €/ha.

Els costos de l'activitat fa referència als costos de capital circulant (despeses atribuïbles a la producció del cultiu) i els costos de capital fix (amortització de la instal·lació de reg, la maquinària necessària per al cultiu).

La Taula 6 mostra els resultats econòmics.

Taula 6: Resultats de l'estudi de costos, ingressos i beneficis.

INGRESSOS (€/any)	COSTOS (€/any)	BENEFICIS (€/any)
3.403,60	3.007,58	396,02

El preu mínim de venda del gra de blat de moro per obtenir beneficis hauria de ser de 276 €/tona.

9.2 Anàlisi de la inversió

La rendibilitat de la inversió s'avalua per a una vida útil del projecte de 20 anys amb una taxa d'interès del 3% i considerant que el promotor poden fer el pagament íntegre de la inversió amb capital propi (21.850,53 € sense IVA).

Prèviament, s'ha determinat, per a cada any de vida útil del projecte, els cobraments ordinaris, cobraments extraordinaris, pagaments ordinaris i els pagaments extraordinaris, quantificats a l'Annex X.

- Cobraments ordinaris: corresponen els diners percebuts pel promotor per la venda del gra de blat de moro i el cobrament anual de les subvencions de les PAC.

- Cobraments extraordinaris: contemplen el valor residual de la instal·lació i de la maquinària utilitzada al final de la vida útil del projecte.
- Pagaments ordinaris: corresponen els costos de capital circulant a la producció del cultiu.
- Pagaments extraordinaris: contemplen els costos d'adquisició de la maquinària que cal anar renovant durant la vida útil del projecte.

A partir dels conceptes esmentats es calculen els fluxos de caixa (FC) i s'actualitzen a l'any 0.

Els indicadors econòmics que s'han avaluat per la rendibilitat de la inversió són el Valor Anual Net (VAN), la Taxa Interna de Rendiment (TIR), el van relativitzat a la inversió (VAN/K) i el *payback*. Tots els càlculs dels indicadors es descriuen a l'Annex X.

L'anàlisi de la inversió va sortir positiva, amb un valor del VAN de 6.391,59 €, una TIR del 5,92% i una recuperació de la inversió al 16è any.

En base als resultats de l'estudi econòmic es pot afirmar que el projecte de la instal·lació de reg per degoteig enterrat és viable econòmicament, sense tenir en compte possibles variacions de preu de venda del gra i dels costos de producció.

10. Referències

Aigües del prat (2019). Qualitat de l'aigua. Recuperat de: <https://www.aiguesdelprat.cat/calidad-de-el-agua> Febrer 2022.

Clasificación Climática de PAPADAKIS (s.d). Tipos de invierno y sus límites de temperatura. Recuperat de: <https://sig.mapama.gob.es/Docs/PDFServiciosProd2/ClasificacionPapadakis.pdf> Febrer 2022.

Clasificación de UNESCO-FAO (s.d). Recuperat de: http://ocw.upm.es/pluginfile.php/675/mod_label/intro/unescoFAOclasificacionclimatica.pdf Febrer 2022.

Criterios de interpretación de la calidad agronómica de las aguas de riego (2002). Indices de calidad. Recuperat de: <https://www.gipuzkoa.eus/documents/2227195/2228975/recomencriteriosdeinterpretacionag-uas.pdf/c52b6626-2092-ca14-e596-f189dd8eef9b> Febrer 2022.

Dr. Samuel Ortega-Farias, CITRA (s.d). Modelo de Penman – Monteith FAO56. Recuperat de: <http://www.citrautalca.cl/intranet/archivos/1164912273.pdf> febrer 2022.

Estimacions de heladas.PAPADAKIS (s.d). Recuperat de: http://ocw.upm.es/pluginfile.php/675/mod_label/intro/ESTIMACIONES-DE-HELADAS.pdf Febrer 2022.

Extensius (2016). Quan podem deixar de regar el blat de moro? Recuperat de: <https://extensius.cat/2016/08/05/quan-podem-deixar-de-regar-el-blat-de-moro/> Agost 2022

Extensius (2018). Tolerància a la contaminació per fumonisines de les varietats de blat de moro per a gra. Recuperat de: https://extensius.cat/wp-content/uploads/2018/02/24_febrer_fumoni_v3.pdf Agost 2022.

J. Almorox (s.d). Clasificación de THORNTHWAITE. Recuperat de:

http://ocw.upm.es/pluginfile.php/675/mod_label/intro/Thornthwaiteclasificacionclimatica.pdf

Febrer 2022.

Laboratorio Agrícola Venado Tuerto (2011). Índice de calidad del agua de riego. Recuperat de:

<http://www.laboratoriovenado.com.ar/index.php/aguas/indice-calidad-agua-riego> Febrer 2022.

Manejo de Riego por goteto (s.d). Capitulo XIII. Diseño de sistemas de riego por goteo. Recupert

de: https://www.academia.edu/13926082/CAPITULO_XIII Juliol 2022.

Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC (2022). Recuperat de:

file:///C:/Users/HP/Downloads/BOE326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC.pdf Agost 2022.

Ruralcat (2005). Dossier tècnic N°06 Bones pràctiques agràries (I). Recuperat de:

http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de10_publicacions_dar/de10_a02_01_monografies_altres/documents/fitxers_estatics/636133_dossier06.pdf Febrer 2022.

Ruralcat (2006). Dossier tècnic N°14 Bones pràctiques agràries (II) Recuperat de:

<https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/4619765/DT14.+Bones+pr%C3%A0ctiques+agr%C3%A0ries+%28II%29/0ac63cf0-3f8d-4375-8079-536262019c40> Abril 2022.

Ruralcat (2013). Dossier tècnic N°65 Fertirrigació. Recuperat de:

<https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/4636355/DT65.+Fertirrigaci%C3%B3/941cc1da-071c-46c2-b4f5-3b112263f96f> Abril 2022.

Ruralcat (2010). Dossier tècnic N°41 El conreu de panís: Varietats, plagues i malalties. Recuperat de:

<https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/4633858/DT41.+El+conreu+de+pan%C3%ADs.+Variatats%2C+plagues+i+malalties/d314e9e8-d31e-4045-91fa-01118fb46685> Agost 2022.

Ruralcat (2020). Dossier tècnic N°74 Característiques i components bàsics d'una instal·lació de reg localitzat enterrat. Recuperat de:

https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/7676342/Fitxa+t%C3%A8cnica+Reg+degoteig+enterrat_73.pdf/10d62235-4821-4aef-9c9b-d2b4e3909b65 Agost 2022.

Ruralcat (s.d). Dossier tècnic N°01 El cultiu de panís, nous avenços (*Zea mays*). Recuperat de:

<https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/4618006/DT01.+El+cultiu+del+pan%C3%ADs%2C+nous+aven%C3%A7os/8485db77-0979-48e8-81d8-29436c5dc0e8> Agost 2022.

Villar i Arán (2008). Guia d'interpretació d'anàlisi de sòls i plantes. Recuperat de:

http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de10_publicacions_dar/de10_a02_04_guies/enllacos-documentos/fitxers-binariis/2008_Guia-interpretacio-analisi-sols-plantes.pdf

Febrer 2022

Villar i Villar (2016). Guia de la fertilitat dels sòls i la nutrició vegetal en producció integrada.

Recuperat de:

http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de10_publicacions_dar/de10_a02_04_guies/enllacos-documentos/fitxers-binariis/2016_Guia-fertilitat-sols-nutricio-vegetal-produccio-integrada.pdf

Febrer 2022.

Girona, 28 d'agost de 2022

Genís Company Masó



Estudiant del Grau en Enginyeria Agroalimentària