

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Agroalimentària

Títol: Projecte de maneig agronòmic i sanitari d'una explotació agrícola ubicada al municipi de Cornellà del Terri

Document: Annexos

Alumne: Enric Pous Rossinyol

Tutor: Vilardell Coderch, Pere

Departament: Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària

Àrea: Agricultura

Convocatòria (mes/any): Juny 2023

ÍNDIX

1. Dimensionament del parc de maquinària	4
1.1 Càlculs de la capacitat de treball efectiva (CTE)	4
1.2 Superfície màxima treballada de la maquinària (hec/any).....	4
1.3 Temps necessari per fer les feines (hores/any)	7
1.4 Cost de subcontractar les feines (€/hec)	8
1.5 Cost total de subcontractar les feines (€/any).....	8
1.6 Cost d'adquirir la maquinària.....	9
2. Maneig sanitari de la rotació	20
2.1 Càlcul de dosis de fitosanitaris.....	20
2.2 Cost dels fitosanitaris	26
3. Pla de fertilització	28
3.1 Aportació de nitrogen de l'aigua de reg	28
3.2 Mineralització dels fems i el purí	28
3.3 Taula del balanç de fertilització de les parcel·les de la rotació	31
3.4 Càlcul de dosis de N-32.....	36
3.5 Cost del fertilitzant	38
3.6 Balanç de matèria orgànica del sòl.....	40
4. Pla de reg	41
4.1 Càlcul Eto amb el mètode Weibul	41
4.2 Disseny agronòmic del reg	46
4.3 Disseny hidràulic del sistema de reg	49
4.4 Consum d'aigua i consum elèctric	57
5. Estudi econòmic	59
5.1. Ingressos de la producció	59
5.2. Ingressos de la PAC	61
5.3. Costos d'explotació i amortitzacions	63
5.4. Anàlisi d'inversions	65

1. Dimensionament del parc de maquinària

1.1. Càlculs de la capacitat de treball efectiva (CTE)

Per calcular la CTE (capacitat de treball efectiva) de tota la maquinària s'ha utilitzat la fórmula següent:

$$CTE \left(\frac{ha}{hora} \right) = \left(\frac{a(m) * v \left(\frac{km}{h} \right)}{10} \right) * Ef(\text{eficiència a camp})$$

A on:

- a (en m) és l'amplada de treball de la màquina
- v(km/h) és la velocitat de treball a camp de la màquina
- Ef és l'eficiència de treball a camp

Aquests valors s'han tret de la taula 5 de característiques tècniques de la maquinària de la rotació.

1.2. Superfície màxima treballada de la maquinària (ha/any):

-Grada de discos: S'utilitza en la preparació del sòl de tots els cultius de la rotació (blat, ordi, colza, gira-sol, blat de moro, sorgo i civada-veça). L'any de la rotació que es fa servir més la màquina és el cinquè any. Així que la superfície total treballada amb la grada de discos l'any de més feina és:

Superfície total treballada (ha/any) = 6,77 (blat) + 10,51 (colza) + 6,68 (ordi) + 6,28*2 (cvvç i girasol) + 7,62 (cvvç i sorgo) = 44,77 hec.

-Cultivador: S'utilitza per la preparació del sòl del blat de moro, la colza i el gira-sol. L'any de la rotació que es fa servir més és el segon any. Així que la superfície total treballada amb el cultivador l'any de més feina és:

Superfície total treballada (ha/any) = 6,77 (colza) + 10,51 (gira-sol) + 7,62 (blat de moro) = 25 ha.

-Remolc escampador de fems de purí: S'utilitza per la fertilització de fons dels cultius de blat, ordi i colza. L'any de la rotació que es fa servir més és el primer any. Així que la superfície total treballada per el remolc escampador de fems l'any de més feina és:

Superfície total treballada (ha/any) = 6,77 (blat) + 10,51 (colza) + 6,68 (ordi) = 24 ha.

-Cisterna de purí: S'utilitza per la fertilització de fons i de cobertura dels cultius de gira-sol, sorgo, blat de moro i civada-veça. L'any de la rotació que es fa servir més és el cinquè any. Així que la superfície total treballada per la cisterna de purí l'any de més feina és:

Superfície total treballada (ha/any) = 6,28 *2 (cvvç + gira-sol) + 7,62*2 (cvvç + sorgo) = 27,71 ha.

-Equip polvoritzador per tractaments fitosanitaris i fertilitzant mineral líquid: S'utilitza per la fertilització de cobertura i els tractaments herbicida, insecticida i fungicida del blat, la colza, l'ordi, el gira-sol i el blat de moro. L'any que es fa servir més és el primer any de la rotació. Així que la superfície total treballada per el polvoritzador l'any de més feina és:

Superfície total treballada (ha/any) = 6,77*3 (blat) + 4*10,51 (colza) + 3*6,68 (ordi) + 3*6,28 (gira-sol) + 2*7,62 (blat de moro) = 116,48 ha.

En el cas del blat de moro només s'utilitza l'equip polvoritzador per fer els tractaments herbicides, ja que les aplicacions de fertilitzant mineral líquid de cobertura es fan mitjançant fertirrigació.

-Sembradora convencional: S'utilitza per sembrar blat, colza, ordi, civada-veça i sorgo. L'any que es fa servir més és el cinquè any de la rotació. Així que la superfície total treballada per la sembradora l'any de més feina és:

Superfície total treballada (ha/any) = 6,77 (blat) + 10,51 (colza) + 6,68 (ordi) + 6,28 (civvç) + 7,62 * 2 (civvç + sorgo) = 45,5 ha.

-Sembradora mono gra: S'utilitza per sembrar blat de moro i gira-sol. L'any que es fa servir més és el segon any de la rotació. Així que la superfície total treballada per la sembradora mono gra l'any de més feina és:

Superfície total treballada (ha/any) = 7,62 (blat de moro) + 10,51 (gira-sol) = 18,13 ha.

-Embaladora de palla i farratge: S'utilitza per fer bales de palla en els cultius de blat i ordi i per fer bales de farratge fenificat en el cas de la civada-veça. L'any que es fa servir més és el segon any de la rotació. Així que la superfície total treballada per l'embaladora l'any de més feina és:

Superfície total treballada (ha/any) = 10,51 (civvç) + 6,68 (blat) + 6,28 (ordi) = 33,98 ha.

-Picadora : S'utilitza només en el cultiu del sorgo. L'any que es fa servir més és el cinquè de la rotació. Així que la superfície total treballada per la picadora l'any de més feina és:

Superfície total treballada (ha/any) = 7,62 ha.

-Recol·lectora: S'utilitza en els cultius següents: blat, ordi, gira-sol, colza i blat de moro. L'any que es fa servir més és el primer any de la rotació. Així que la superfície total treballada per la recol·lectora l'any de més feina és:

Superfície total treballada (ha/any) = 6,77 (blat) + 10,51 (colza) + 6,68 (ordi) + 6,28 (gira-sol) + 7,62 (blat de moro) = 37,86 ha.

-Remolc per gra: En el cas del remolc per gra per conèixer el cost de subcontractar la feina de transport o el cost d'amortitzar-lo en cas d'adquisició, no s'utilitza la superfície total treballada sinó les tones totals transportades. S'utilitza per transportar el gra dels següents cultius: blat, ordi,

gira-sol, colza i blat de moro. L'any que es fa servir més és el primer any de la rotació. Així que les tones totals transportades per el remolc de gra l'any de més feina són:

Tones totals transportades = $6,77 * 5$ (blat) + $10,51 * 3$ (colza) + $6,68 * 4,5$ (ordi) + $6,28 * 1,5$ (gira-sol de seca) + $7,62 * 15$ (blat de moro) = 219,16 tones de gra/any.

-Segadora de discos: S'utilitza únicament en el cultiu de la civada-veça. L'any que es fa servir més és el cinquè any de la rotació. Així que la superfície total treballada per la segadora de discos l'any de més feina és:

Superfície treballada (ha/any) = $6,28 * 2 + 7,62 * 2 = 27,8$ ha.

En el cultiu de l'associació de civada-veça es fan dos dalls per any, per això és multipliquen per dos les superfícies de les dues parcel·les.

-Rampí: S'utilitza únicament en el cultiu de civada-veça. L'any que es fa servir més és el cinquè any de la rotació. Així que la superfície total treballada per el rampí l'any de més feina és:

-Superfície treballada (ha/any) = $6,28 * 2 + 7,62 * 2 = 27,8$ ha.

1.3. Temps necessari per fer les feines (hores/any)

Per calcular el temps necessari per fer cadascuna de les feines de la rotació s'ha utilitzat la fórmula següent:

$$\begin{aligned} \text{Temps necessari per fer la feina} \left(\frac{\text{hores}}{\text{any}} \right) \\ = \left(\frac{\text{Superfície treballada}}{\text{Capacitat de treball efectiva}} \right) \left(\frac{\frac{\text{ha}}{\text{any}}}{\frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) = \frac{\text{hores}}{\text{any}} \end{aligned}$$

1.4. Cost de subcontractar feines (€/ha)

Per calcular el cost de subcontractar les feines en euros per hectàrea s'ha utilitzat la fórmula següent:

$$\begin{aligned} & \text{Cost subcontractar feina} \left(\frac{\text{€}}{\text{ha}} \right) \\ &= \left(\frac{\text{Cost subcontractar feina} \left(\frac{\text{€}}{\text{hora}} \right)}{\text{CTE} \left(\frac{\text{ha}}{\text{hora}} \right)} \right) = \text{€/ha} \end{aligned}$$

El valor del cost de subcontractar les feines en euros/hora s'ha agafat de la taula 6 de la memòria (característiques tècniques de la maquinària de la rotació), i el cost en euros/ha esta calculat a la taula 8 de la memòria.

1.5. Cost total de subcontractar les feines (€/any)

Per calcular el cost total de cadascuna de les feines en el cas de que se subcontractessin s'ha utilitzat la fórmula següent:

$$\begin{aligned} & \text{Cost total de subcontractar la feina} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) \\ &= \text{Cost de subcontractar feina} \left(\frac{\text{€}}{\text{hora}} \right) \\ & \quad * \text{Temps necessari per fer les feines} \left(\frac{\text{hores}}{\text{any}} \right) = \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) \end{aligned}$$

En el cas del remolc el cost a l'any de subcontractar la feina de transport del gra s'ha calculat utilitzant la següent fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Cost subcontractar remolc} &= \text{tones} \frac{\text{transportades}}{\text{any}} * 11 \frac{\text{euros}}{\text{tona}} \\ &= 219,16 \text{ tones} * 11 \frac{\text{€}}{\text{tona}} = 2410,76 \text{ €/any} \end{aligned}$$

1.6. Cost d'adquirir la maquinària

Per poder calcular el cost que suposaria comprar totes les màquines de la rotació, primer s'ha calculat el cost fix (€/any) i després s'ha calculat el cost variable del tractor, la recol·lectora i la picadora (€/hora). Un cop es tenen aquests valors es multiplica per les hores que ha funcionat cada màquina per conèixer el cost total de cadascuna de les màquines.

-Per calcular l'**amortització** de la inversió s'utilitza per totes les màquines de l'explotació la següent fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Amortització} \\ = \left(\frac{\text{Preu de compra (sense I.V.A)} - \text{Valor residual (5\%)}}{\text{Vida útil (anys)}} \right) \end{aligned}$$

A on:

-El valor residual és el valor que s'estima que tindrà aquella màquina al final de la seva vida útil. En aquest projecte s'ha escollit que serà del 5% per totes les màquines.

-El valor de vida útil son els anys que la màquina estarà a l'empresa funcionant a màxim rendiment. S'ha considerat un valor de 20 anys seguint la recomanació de les fitxes tècniques del ministeri.

Tots els valors s'han agafat de les taules descriptives de la maquinària agrícola del Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació.

-Per calcular els **Interessos** s'ha suposat que per adquirir la maquinària farà falta demanar un crèdit a una entitat bancària i que aquest serà a tipus fix i del 3% (valor mitjà del 2023). Font: Banc d'Espanya.

-Per al càlcul del cost d'**Impostos i Assegurances** s'ha agafat el valor de 0,625% del preu sense I.V.A de la màquina que recomana el ministeri.

-El cost d'**allotjament** és també un percentatge del cost sense I.V.A de la màquina, segons criteri del ministeri. Aquest valor és del 0,75%. En aquest projecte aquest cost seria l'equivalent al cost d'amortització de construir un magatzem per la maquinària de l'exploració en cas d'adquirir-la.

- **Tractor**

-Potència: 120 CV (88,26 kW)

-Preu (sense I.V.A): 80.000 €

-Consum combustible: 13,5 L/hora * 1,5 €/L = 20,25 €/hora

-Reparacions i manteniment: 3,65 €/hora

-Mà d'obra: 20 €/hora

Costos fixos tractor (€/any)

$$\begin{aligned} \text{Cost fix del tractor} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) &= \text{Amortització} \left(\frac{80.000 - 4000}{20} \right) \\ &+ \text{Interessos} (0,03 * 80.000) \\ &+ \text{Impostos i Assegurances} \left(\frac{500 \text{ €}}{\text{any}} \right) \\ &+ \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 80.000 \right) = 7.300 \frac{\text{€}}{\text{any}} \end{aligned}$$

Costos variables tractor (€/hora)

Cost variable del tractor (€/hora) = 20,25 (combustible) + 20 (mà d'obra) + 3,65 (manteniment) = 44 €/hora.

- **Grada de discos**

$$\begin{aligned} \text{Cost} &= \text{Amortització} \left(\frac{8000 - 400}{20} \right) + \text{Interessos} (0,03 * 8000) \\ &+ \text{Assegurances i Impostos} \left(\frac{50\text{€}}{\text{any}} \right) \\ &+ \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 8000 \right) = 730 \text{ €/any} \end{aligned}$$

- **Cultivador**

$$\begin{aligned} \text{Cost} &= \text{Amortització} \left(\frac{6000 - 300}{20} \right) + \text{Interessos} (0,03 * 6000) \\ &+ \text{Assegurances i Impostos} \left(\frac{40\text{€}}{\text{any}} \right) \\ &+ \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 6000 \right) = 550 \frac{\text{€}}{\text{any}} \end{aligned}$$

- **Remolc escampador de fems**

$$\begin{aligned} \text{Cost} &= \text{Amortització} \left(\frac{30000 - 1500}{20} \right) + \text{Interessos} (0,03 * 30000) \\ &+ \text{Assegurances i Impostos} \left(\frac{190\text{€}}{\text{any}} \right) \\ &+ \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 30000 \right) = 2.740 \frac{\text{€}}{\text{any}} \end{aligned}$$

- **Cisterna de purí**

$$\begin{aligned} \text{Cost} &= \text{Amortització} \left(\frac{25000 - 1250}{20} \right) + \text{Interessos} (0,03 * 25000) \\ &+ \text{Assegurances i Impostos} \left(\frac{160\text{€}}{\text{any}} \right) \\ &+ \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 25000 \right) = 2.285 \text{ €/any} \end{aligned}$$

- **Equip polvoritzador**

$$\begin{aligned} \text{Cost} &= \text{Amortització} \left(\frac{15000 - 750}{20} \right) \\ &+ \text{Interessos} (0,03 * 15000) \\ &+ \text{Assegurances i Impostos} \left(\frac{100\text{€}}{\text{any}} \right) \\ &+ \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 15000 \right) = 1.375 \text{ €/any} \end{aligned}$$

- **Sembradora convencional i sembradora mono gra**

$$\begin{aligned} \text{Cost} &= \text{Amortització} \left(\frac{20000 - 1000}{20} \right) + \text{Interessos} (0,03 * 20000) \\ &+ \text{Assegurances i Impostos} \left(\frac{125\text{€}}{\text{any}} \right) \\ &+ \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 20000 \right) = 1.375 \text{ €/any} \end{aligned}$$

- **Embaladora**

$$\begin{aligned} \text{Cost} &= \text{Amortització} \left(\frac{25000 - 1250}{20} \right) \\ &+ \text{Interessos} (0,03 * 25000) \\ &+ \text{Assegurances i Impostos} \left(\frac{160\text{€}}{\text{any}} \right) \\ &+ \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 25000 \right) = 2.285 \text{ €/any} \end{aligned}$$

- **Recol·lectora**

-**Cost fix (€/any)**

$$\begin{aligned} \text{Cost} &= \text{Amortització} \left(\frac{300000 - 15000}{20} \right) \\ &+ \text{Interessos} (0,03 * 300000) \\ &+ \text{Assegurances i Impostos} \left(\frac{1875\text{€}}{\text{any}} \right) \\ &+ \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 300000 \right) = 27.375 \text{ €/any} \end{aligned}$$

-**Cost variable (€/hora)**

-Combustible: 34L/hora * 1,5 €/hora = 51 €/hora

-Manteniment i reparacions: 10 €/hora

-Mà d'obra: 20 €/hora

Cost variable = 51 + 10 + 20 = 81 €/hora

- **Picadora**

-**Cost fix (€/any)**

$$\begin{aligned} \text{Cost} &= \text{Amortització} \left(\frac{350000 - 17500}{20} \right) \\ &+ \text{Interessos} (0,03 * 350000) \\ &+ \text{Assegurances i Impostos} \left(\frac{2200\text{€}}{\text{any}} \right) \\ &+ \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 350000 \right) = 56450 \text{ €/any} \end{aligned}$$

-Cost variable (€/hora)

-Combustible: 42 L/hora * 1,5 €/hora = 63 €/hora

-Manteniment i reparacions: 30 €/hora

-Mà d'obra: 20 €/hora

Cost variable = 63 + 30 + 20 = 113 €/hora

- Remolc per gra

$$\begin{aligned} \text{Cost} = & \text{Amortització} \left(\frac{20000 - 1000}{20} \right) \\ & + \text{Interessos} (0,03 * 20000) \\ & + \text{Assegurances i Impostos} \left(\frac{125\text{€}}{\text{any}} \right) \\ & + \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 20000 \right) = 1.825 \text{ €/any} \end{aligned}$$

- Segadora de discos

$$\begin{aligned} \text{Cost} = & \text{Amortització} \left(\frac{10000 - 500}{20} \right) \\ & + \text{Interessos} (0,03 * 10000) \\ & + \text{Assegurances i Impostos} \left(\frac{65\text{€}}{\text{any}} \right) \\ & + \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 10000 \right) = 915 \text{ €/any} \end{aligned}$$

- Rampí

$$\begin{aligned} \text{Cost} = & \text{Amortització} \left(\frac{6000 - 300}{20} \right) + \text{Interessos} (0,03 * 6000) \\ & + \text{Assegurances i Impostos} \left(\frac{40\text{€}}{\text{any}} \right) \\ & + \text{Allotjament} \left(\frac{0,75}{100} * 6000 \right) = 550 \text{ €/any} \end{aligned}$$

Cost total de les màquines l'any de més hores de feina

- **Grada de discos:** $730 \text{ €/any} + 44 \text{ €/hora} * 19 \text{ hores/any} = 1.566 \text{ €/any}$
- **Cultivador:** $550 \text{ €/any} + 44 \text{ €/hora} * 20,58 \text{ hores/any} = 1.455,52 \text{ €/any}$
- **Remolc de fems:** $2740 \text{ €/any} + 44 \text{ €/hora} * 6,35 \text{ hores/any} = 3.019,4 \text{ €/any}$
- **Cisterna de purí:** $2285 \text{ €/any} + 44 \text{ €/hora} * 6,62 \text{ hores/any}$
 $= 2.576,28 \text{ €/any}$
- **Equip polvoritzador:** $1375 \text{ €/any} + 44 \text{ €/hora} * 9,71 \text{ hores/any}$
 $= 1.802,24 \text{ €/any}$
- **Sembradora convencional:** $1375 \text{ €/any} + 44 \text{ €/hora} * 27,08 \text{ hores/any}$
 $= 2.566,52 \text{ €/any}$
- **Sembradora mono gra:** $1375 \text{ €/any} + 44 \text{ €/hora} * 10,79 \text{ hores/any}$
 $= 1.849,76 \text{ €/any}$
- **Embaladora:** $2285 \text{ €/any} + 44 \text{ €/hora} * 37,78 \text{ hores/any} = 3.947,32 \text{ €/any}$
- **Recol·lectora:** $27375 \text{ €/any} + 81 \text{ €/hora} * 25,24 \text{ hores/any}$
 $= 29.419,44 \text{ €/any}$
- **Picadora:** $31950 \text{ €/any} + 113 \text{ €/hora} * 5,08 \text{ hores/any} = 32.524,04 \text{ €/any}$
- **Remolc per gra:** $1825 \text{ €/any} + 44 \text{ €/hora} * 25,24 \text{ hores/any}$
 $= 2.935,56 \text{ €/any}$
- **Segadora de discos:** $915 \text{ €/any} + 44 \text{ €/hora} * 14,48 \text{ hores/any}$
 $= 1.552,12 \text{ €/any}$
- **Rampí:** $550 \text{ €/any} + 44 \text{ €/hora} * 8,69 \text{ hores/any} = 932,36 \text{ €/any}$

Cost total maquinària (subcontractant totes les feines), per màquines:

Grada de discos

$$1r any: 6,77 + 10,51 + 6,68 + 6,28 + 7,62 = \left(\frac{37,86 \text{ ha}}{2,03 \left(\frac{\text{ha}}{\text{hora}} \right)} \right) * \left(\frac{60}{\text{hora}} \right) \\ = 1.117,2€.$$

$$2n any: 6,77 + 10,51 + 6,68 + 6,28 + 7,62 = 48,37 \text{ ha}, 1.429,8 €.$$

$$3r any: 6,77 * 2 + 10,51 + 6,68 + 6,28 + 7,62 = 44,63 \text{ ha}, 1.319 €.$$

$$4rt any: 6,77 + 10,51 + 6,68 * 2 + 6,28 + 7,62 = 44,54 \text{ ha}, 1.316,5 €.$$

$$5è any: 6,77 + 10,51 + 6,68 + 6,28 * 2 + 7,62 * 2 \\ = 51,76 \text{ ha}, 1.529,85 €.$$

Cultivador

$$1r any: 10,51 + 6,28 + 7,62 = \left(\frac{24,41 \text{ ha}}{1,22 \left(\frac{\text{ha}}{\text{hora}} \right)} \right) * \left(\frac{60 €}{\text{hora}} \right) = 1.200,5 €.$$

$$2n any: 6,77 + 10,51 + 7,62 = 24,9 \text{ ha}, 1.224,6 €.$$

$$3r any: 6,77 + 6,68 + 7,62 = 21,07 \text{ ha}, 1.036,23 €.$$

$$4rt any: 6,68 + 6,28 + 7,62 = 20,58 \text{ ha}, 1.012,13 €.$$

$$5è any: 10,51 + 6,28 = 16,79 \text{ ha}, 825,74 €.$$

Remolc escampador de fems

$$1r any: 6,77 + 10,51 + 6,68 = \left(\frac{23,96 \text{ ha}}{3,78 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \left(\frac{60€}{\text{hora}} \right) = 380,3 €.$$

$$2n any: 6,77 + 6,68 + 6,28 = 19,73 \text{ ha}, 313,17 €.$$

$$3r any: 10,51 + 6,68 + 6,28 = 23,47 \text{ ha}, 372,5 €.$$

$$4rt any: 6,77 + 10,51 + 6,28 = 23,56 \text{ ha}, 374 €.$$

$$5è any: 6,77 + 10,51 + 6,68 = 23,96 \text{ ha}, 380,3 €.$$

Cisterna de purí

$$1r \text{ any: } 6,28 + 7,62 = \left(\frac{13,9 \text{ ha}}{4,2 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \left(\frac{60 \text{ €}}{\text{hora}} \right) = 198,6 \text{ €.}$$

$$2n \text{ any: } 10,51 * 2 + 7,62 = 28,64 \text{ ha, } 409,14 \text{ €.}$$

$$3r \text{ any: } 6,77 * 2 + 7,62 = 21,16 \text{ ha, } 302,3 \text{ €.}$$

$$4rt \text{ any: } 6,68 * 2 + 7,62 = 20,98 \text{ ha, } 300 \text{ €.}$$

$$5è \text{ any: } 6,28 * 2 + 7,62 * 2 = 27,8 \text{ ha, } 397 \text{ €.}$$

Polvoritzador

$$1r \text{ any: } 3 * 6,77 + 4 * 10,51 + 3 * 6,68 + 3 * 6,28 + 2 * 7,62 \\ = \left(\frac{116,47 \text{ ha}}{12 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \left(\frac{100 \text{ €}}{\text{hora}} \right) = 970,58 \text{ €}$$

$$2n \text{ any: } 4 * 6,77 + 3 * 6,28 + 3 * 6,68 + 3 * 10,51 + 2 * 7,62 \\ = 112,73 \text{ ha, } 939,4 \text{ €.}$$

$$3r \text{ any: } 3 * 6,77 + 3 * 10,51 + 4 * 6,68 + 3 * 6,28 + 2 * 7,62 \\ = 112,64 \text{ ha, } 938,7 \text{ €.}$$

$$4rt \text{ any: } 3 * 6,77 + 3 * 10,51 + 3 * 6,68 + 4 * 6,28 + 2 * 7,62 \\ = 112,24 \text{ ha, } 935,3 \text{ €.}$$

$$5è \text{ any: } 3 * 6,77 + 4 * 10,51 + 3 * 6,68 + 2 * 6,28 = 94,95 \text{ ha, } \\ 791,25 \text{ €.}$$

Sembradores (convencional i a línies)

$$1er \text{ any: } 6,77 + 10,51 + 6,68 + 6,28 + 7,62 = \left(\frac{37,86 \text{ ha}}{1,68 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \left(\frac{60 \text{ €}}{\text{hora}} \right) \\ = 1.352,14 \text{ €.}$$

$$2n \text{ any: } 6,77 + 10,51 * 2 + 6,68 + 6,28 + 7,62 = 48,37 \text{ ha, } 1.727,5 \text{ €.}$$

$$3r \text{ any: } 6,77 * 2 + 10,51 + 6,68 + 6,28 + 7,62 = 44,63 \text{ ha, } 1.593,9 \text{ €.}$$

4rt any: $6,77 + 10,51 + 6,68 * 2 + 6,28 + 7,62 = 44,54 \text{ ha}, 1.590,7 \text{ €}.$

5è any: $6,77 + 10,51 + 6,68 + 6,28 * 2 + 7,62 * 2$
 $= 51,76 \text{ ha}, 1.848,6 \text{ €}$

Embaladora

1er any: $6,77 + 6,68 = \left(\frac{13,24 \text{ ha}}{0,9 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \left(\frac{60 \text{ €}}{\text{hora}} \right) = 896,7 \text{ €}$

2n any: $10,51 * 2 + 6,68 + 6,28 = 33,98 \text{ ha}, 2.265,4 \text{ €}.$

3r any: $6,77 * 2 + 10,51 + 6,28 = 30,33 \text{ ha}, 2.022 \text{ €}.$

4rt any: $6,77 + 10,51 + 6,68 * 2 = 30,64 \text{ ha}, 2.042,6 \text{ €}.$

5è any: $6,77 + 6,68 + 6,28 * 2 + 7,62 * 2 = 41,25 \text{ ha}, 2.750 \text{ €}.$

Ensiladora/Picadora

1er any, 2n any, 3r any i 4rt any = 0 €

5è any: $\left(\frac{7,62 \text{ ha}}{1,5 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \left(\frac{180 \text{ €}}{\text{hora}} \right) = 914,4 \text{ €}$

Recol·lectora

1er any: $6,77 + 10,51 + 6,68 + 6,28 + 7,62 = \left(\frac{37,86 \text{ ha}}{1,5 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \left(\frac{150 \text{ €}}{\text{hora}} \right)$
 $= 3.786 \text{ €}$

2n any, 3r any, 4rt any = 3.786 €

5è any: $6,77 + 10,51 + 6,68 + 6,28 = 30,24 \text{ ha}, 3.024 \text{ €}.$

Remolc per gra

$$\begin{aligned} 1er \text{ any: } & 6,77 * 5 + 10,51 * 3 + 6,68 * 4,5 + 6,28 * 1,5 + 7,62 * 15 \\ & = 219,16 \text{ tones} * \frac{11\text{€}}{\text{tona}} = 2.410,76 \text{ €}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2n \text{ any: } & 6,77 * 3 + 10,51 * 1,5 + 6,68 * 5 + 6,28 * 4,5 + 7,62 * 15 \\ & = 212,035 \text{ t} * 11 \frac{\text{€}}{\text{tona}} = 2.332,38 \text{ €}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3r \text{ any: } & 6,77 * 1,5 + 10,51 * 4,5 + 6,68 * 3 + 6,28 * 5 + 7,62 * 15 \\ & = 223,19 \text{ t} * \frac{11\text{€}}{\text{tona}} = 2.455,1 \text{ €}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4rt \text{ any: } & 6,77 * 4,5 + 10,51 * 5 + 6,68 * 1,5 + 6,28 * 3 + 7,62 * 3 \\ & = 134,735 \text{ t} * \frac{11\text{€}}{\text{tona}} = 1.482,08 \text{ €}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5è \text{ any: } & 6,77 * 5 + 10,51 * 3 + 6,68 * 4,5 + 6,28 * 1,5 \\ & = 104,86 \text{ tones} * 11 \frac{\text{€}}{\text{tona}} = 1.153,46 \text{ €}. \end{aligned}$$

Segadora de discos

$$1er \text{ any: } 0 \text{ €}$$

$$2n \text{ any: } 10,51 * 2 = \left(\frac{21,02 \text{ ha}}{1,92 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \left(\frac{50 \text{ €}}{\text{hora}} \right) = 548,17 \text{ €}.$$

$$3r \text{ any: } 6,77 * 2 = 13,54 \text{ ha}, 352,6 \text{ €}.$$

$$4rt \text{ any: } 6,68 * 2 = 13,36 \text{ ha}, 347,92 \text{ €}.$$

$$5è \text{ any: } 6,28 * 2 + 7,62 * 2 = 27,8 \text{ ha}, 723,95 \text{ €}.$$

Rampí

$$1er \text{ any: } 0 \text{ €}.$$

$$2n \text{ any: } 10,51 * 2 = \left(\frac{21,02 \text{ ha}}{3,2 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \left(\frac{40 \text{ €}}{\text{hora}} \right) = 262,75 \text{ €}.$$

$$3r \text{ any: } 6,77 * 2 = 13,54 \text{ ha}, 169,25 \text{ €}.$$

$$4rt \text{ any: } 6,68 * 2 = 13,36 \text{ ha}, 167 \text{ €}.$$

$$5è \text{ any: } 6,28 * 2 + 7,62 * 2 = 27,8 \text{ ha}, 347,5 \text{ €}.$$

2. Maneig sanitari de la rotació

2.1. Càlculs de dosis de fitosanitaris

HERBICIDES

-Mustang (dicotiledònies del blat de moro)

$$\text{Volum de brou} = \left(\frac{600 \text{ l brou}}{\text{hec}} \right) * 7,62 \text{ ha} = 4576 \text{ l de brou}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum de producte comercial} &= \left(\frac{0,75 \text{ l producte}}{\text{ha}} \right) * 7,62 \text{ ha} \\ &= 5,715 \text{ litres de producte comercial} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quantitat de dipòsits} &= \left(\frac{4577 \text{ litres de brou}}{1000 \text{ l dipòsit}} \right) \\ &= 4 \text{ dipòsits de } 1000 \text{ l i un dipòsit de } 577 \text{ l.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum de producte per dipòsit} &= \left(\frac{5,715 \text{ litres producte}}{4572 \text{ l brou}} \right) * 1000 \text{ l} \\ &= 1,25 \text{ litres de producte per cadascun dels 4 dipòsits de } 1000 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum de producte per dipòsit} &= \left(\frac{5,715 \text{ litres producte}}{4572 \text{ l brou}} \right) * 572 \text{ l} \\ &= 0,715 \text{ l de producte comercial al dipòsit de } 572 \text{ l} \end{aligned}$$

-ATHLET (margall i cugula de l'ordi i del blat)

$$\text{Volum de brou} = 400 \text{ l} \frac{\text{brou}}{\text{ha}} * 17,28 \text{ ha} = 6912 \text{ l brou}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum de producte comercial} &= \left(\frac{3,6 \text{ l de producte}}{\text{ha}} \right) * 17,28 \text{ ha} \\ &= 62,21 \text{ l producte comercial} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quantitat de dipòsits} &= \left(\frac{6912 \text{ l brou}}{1000 \text{ l de dipòsit}} \right) \\ &= 6 \text{ dipòsits de } 1000 \text{ l i un dipòsit de } 912 \text{ l.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum del producte per dipòsit} &= \left(\frac{62,21 \text{ l producte}}{6912 \text{ l brou}} \right) * 1000 \text{ l} \\ &= 9 \text{ l de producte comercial per cadascun dels 6 dipòsits de } 1000 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum del producte per dipòsit} &= \left(\frac{62,21 \text{ l producte}}{6912 \text{ l brou}} \right) * 912 \text{ l} \\ &= 8,2 \text{ l de producte pel dipòsit de } 912 \text{ l.} \end{aligned}$$

-ATHLET (gallaret i ravenissa de la colza)

$$\text{Volum de brou} = 400 \frac{\text{l brou}}{\text{ha}} * 10,51 \text{ ha} = 4204 \text{ l brou}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum de producte comercial} &= \left(\frac{3,6 \text{ l de producte}}{\text{ha}} \right) * 10,51 \text{ ha} \\ &= 37,84 \text{ l producte comercial} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quantitat de dipòsits} &= \left(\frac{4204 \text{ l brou}}{1000 \text{ l de dipòsit}} \right) \\ &= 4 \text{ dipòsits de } 1000 \text{ l i un dipòsit de } 204 \text{ l.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum del producte per dipòsit} &= \left(\frac{37,84 \text{ l producte}}{4204 \text{ l brou}} \right) * 1000 \text{ l} \\ &= 9 \text{ l de producte comercial per cadascun dels 4 dipòsits de } 1000 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum del producte per dipòsit} &= \left(\frac{37,84 \text{ l producte}}{4204 \text{ l brou}} \right) * 204 \text{ l} \\ &= 1,84 \text{ l de producte pel dipòsit de } 204 \text{ l.} \end{aligned}$$

INSECTICIDES

-KARATE ZEON (saltiró de la colza)

$$\text{Volum de brou} = 400 \frac{\text{l brou}}{\text{ha}} * 10,51 \text{ ha} = 4204 \text{ l brou}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum de producte comercial} &= \left(\frac{0,8 \text{ l de producte}}{\text{ha}} \right) * 10,51 \text{ ha} \\ &= 8,41 \text{ l producte comercial} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quantitat de dipòsits} &= \left(\frac{4204 \text{ l brou}}{1000 \text{ l de dipòsit}} \right) \\ &= 4 \text{ dipòsits de } 1000 \text{ l i un dipòsit de } 204 \text{ l.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum del producte per dipòsit} &= \left(\frac{8,41 \text{ l producte}}{4204 \text{ l brou}} \right) * 1000 \text{ l} \\ &= 2 \text{ l de producte comercial per cadascun dels 4 dipòsits de } 1000 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum del producte per dipòsit} &= \left(\frac{8,41 \text{ l producte}}{4204 \text{ l brou}} \right) * 204 \text{ l} \\ &= 0,41 \text{ l de producte comercial per al dipòsit de } 204 \text{ l} \end{aligned}$$

-AMPLIGO 150 ZC (meliguete de la colza)

$$\text{Volum de brou} = 400 \frac{\text{l brou}}{\text{ha}} * 10,51 \text{ ha} = 4204 \text{ l brou}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum de producte comercial} &= \left(\frac{0,4 \text{ l de producte}}{\text{ha}} \right) * 10,51 \text{ ha} \\ &= 4,2 \text{ l producte comercial} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quantitat de dipòsits} &= \left(\frac{4204 \text{ l brou}}{1000 \text{ l de dipòsit}} \right) \\ &= 4 \text{ dipòsits de } 1000 \text{ l i un dipòsit de } 204 \text{ l.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum del producte per dipòsit} &= \left(\frac{4,2 \text{ l producte}}{4204 \text{ l brou}} \right) * 1000 \text{ l} \\ &= 1 \text{ l de producte comercial per cadascun dels 4 dipòsits de } 1000 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum del producte per dipòsit} &= \left(\frac{4,2 \text{ l producte}}{4204 \text{ l brou}} \right) * 204 \text{ l} \\ &= 0,24 \text{ l de producte comercial per el dipòsit de } 204 \text{ l} \end{aligned}$$

FUNGICIDES

-AVIATOR XPRO (Septoriosis del blat)

$$\text{Volum de brou} = 400 \frac{\text{l brou}}{\text{hec}} * 10,51 \text{ ha} = 4204 \text{ l brou}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum de producte comercial} &= \left(\frac{1,25 \text{ l de producte}}{\text{ha}} \right) * 10,51 \text{ ha} \\ &= 13,13 \text{ l producte comercial} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quantitat de dipòsits} &= \left(\frac{4204 \text{ l brou}}{1000 \text{ l de dipòsit}} \right) \\ &= 4 \text{ dipòsits de } 1000 \text{ l i un dipòsit de } 204 \text{ l.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum del producte per dipòsit} &= \left(\frac{13,13 \text{ l producte}}{4204 \text{ l brou}} \right) * 1000 \text{ l} \\ &= 3,12 \text{ l de producte comercial per cadascun dels 4 dipòsits de } 1000 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum del producte per dipòsit} &= \left(\frac{13,13 \text{ l producte}}{4204 \text{ l brou}} \right) * 204 \text{ l} \\ &= 0,64 \text{ l de producte comercial per el dipòsit de } 204 \text{ l} \end{aligned}$$

-AVIATOR XPRO (Rincosporiosis de l'ordi)

$$\text{Volum de brou} = 400 \frac{\text{l brou}}{\text{ha}} * 10,51 \text{ ha} = 4204 \text{ l brou}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum de producte comercial} &= \left(\frac{1 \text{ l de producte}}{\text{ha}} \right) * 10,51 \text{ ha} \\ &= 10,51 \text{ l producte comercial} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quantitat de dipòsits} &= \left(\frac{4204 \text{ l brou}}{1000 \text{ l de dipòsit}} \right) \\ &= 4 \text{ dipòsits de } 1000 \text{ l i un dipòsit de } 204 \text{ l.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum del producte per dipòsit} &= \left(\frac{10,51 \text{ l producte}}{4204 \text{ l brou}} \right) * 1000 \text{ l} \\ &= 2,5 \text{ l de producte comercial per cadascun dels 4 dipòsits de } 1000 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volum del producte per dipòsit} &= \left(\frac{10,51 \text{ l producte}}{4204 \text{ l brou}} \right) * 204 \text{ l} \\ &= 0,51 \text{ l de producte comercial pel dipòsit de } 204 \text{ l} \end{aligned}$$

*Tots els productes fitosanitaris utilitzats en aquest projecte consten en el registre de productes fitosanitaris autoritzats a l'Estat Espanyol.

*La capacitat del dipòsit (1000l) esta descrit a l'apartat de les característiques tècniques de la maquinària de la rotació.

*Els valors de volum de brou s'han agafat de la fitxa tècnica del registre de productes fitosanitaris autoritzats pel govern

*Per fer els càlculs de dosis s'agafa l'any de la rotació que es conrea més superfície d'aquell cultiu.

2.2. Cost dels fitosanitaris

PRIMER ANY

$$\begin{aligned} \text{Cost fitosanitaris} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) &= \frac{18\text{€}}{\text{ha}} * 6,77 \text{ ha} + \frac{72,5\text{€}}{\text{hec}} * 6,77 \text{ ha}(\text{UHC1, blat}) + 9 \\ &* 10,51 + 54 * 10,51 + 18 * 10,51 (\text{UHC2, colza}) + 18 \\ &* 6,68 + 58 * 6,68 (\text{UHC3, ordi}) + 14,25 * 6,28 \\ &* 2 (\text{UHC4, girasol}) + 14,25 * 7,62 \\ &* 2 (\text{UHC5, blat de moro}) = 2.368 \text{ €} \end{aligned}$$

SEGON ANY

$$\begin{aligned} \text{Cost fitosanitaris} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) &= 9 * 6,77 + 54 * 6,77 + 18 * 6,77 (\text{UHC1, colza}) + 14,25 \\ &* 10,51 * 2 (\text{UHC2, gira - sol}) + 18 * 6,68 + 72,5 \\ &* 6,68 (\text{UHC3, blat}) + 18 * 6,28 + 58 * 6,28 (\text{UHC4, ordi}) \\ &+ 14,25 * 7,62 * 2 = 2.147\text{€} \end{aligned}$$

TERCER ANY

$$\begin{aligned} \text{Cost fitosanitaris} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) &= 14,25 * 6,77 * 2 (\text{UHC1, gira - sol}) + 18 * 10,51 + 58 \\ &* 10,51 (\text{UHC2, ordi}) + 9 * 6,68 + 54 * 6,68 + 18 \\ &* 6,68 (\text{UHC3, colza}) + 18 * 6,28 + 72,5 \\ &* 6,28 (\text{UHC4, blat}) + 14,25 * 7,62 \\ &* 2 (\text{UHC5, blat de moro}) = 2.318 \text{ €} \end{aligned}$$

QUART ANY

Cost fitosanitari $\left(\frac{\text{€}}{\text{any}}\right)$

$$\begin{aligned} &= 18 * 6,77 + 58 * 6,77 \text{ (UHC1, ordi)} + 18 * 10,51 + 72,5 \\ &* 10,51 \text{ (UHC2, blat)} + 14,25 * 6,68 * 2 \text{ (UHC3, gira - sol)} \\ &+ 18 * 6,28 + 9 * 6,28 + 54 * 6,28 \text{ (UHC4, colza)} + 14,25 \\ &* 7,62 * 2 \text{ (UHC5, gira - sol)} = 2.382\text{€} \end{aligned}$$

CINQUÈ ANY

Cost fitosanitari $\left(\frac{\text{€}}{\text{any}}\right)$

$$\begin{aligned} &= 18 * 6,77 + 72,5 * 6,77 \text{ (UHC1, blat)} + 18 * 10,51 + 9 \\ &* 10,51 + 54 * 10,51 \text{ (UHC2, colza)} + 18 * 6,68 + 58 \\ &* 6,68 \text{ (UHC3, ordi)} + 14,25 * 6,28 * 2 \text{ (UHC4, gira - sol)} \\ &= 2.150 \text{ €} \end{aligned}$$

3. Pla de fertilització

2.3. Aportació de nitrogen de l'aigua de reg

$$\begin{aligned} & \text{–Aportació de N per l'aigua de reg } \left(\text{kg } \frac{\text{N}}{\text{ha}} \right) \\ & = \left(\frac{128 \text{ mg NO}_3^-}{\text{L aigua}} \right) * \left(\frac{1 \text{ g NO}_3^-}{1000 \text{ mg NO}_3^-} \right) * \left(\frac{1 \text{ mol NO}_3^-}{62 \text{ g NO}_3^-} \right) \\ & * \left(\frac{1 \text{ mol N}}{1 \text{ mol NO}_3^-} \right) * \left(\frac{14 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} \right) * \left(\frac{1000 \text{ l aigua}}{1 \text{ m}^3 \text{ aigua}} \right) * \left(\frac{5000 \text{ m}^3}{\text{ha}} \right) \\ & * \left(\frac{1 \text{ kg N}}{1000 \text{ g N}} \right) = 144,5 \text{ kg N/ha} \end{aligned}$$

S'ha considerat una dotació de reg en el cas del blat de moro (el cultiu de la rotació amb més requeriments hídrics) de 5000 m³ seguint recomanacions del DARP.

2.4. Mineralització dels fems i el purí

FEMS

$$\text{Nitrogen } \left(\frac{\text{kg N}}{\text{ha}} \right) = \left(\frac{0,4}{100} \right) * 30000 \text{ kg fems} = 120 \text{ kg N}$$

$$\text{Fòsfor } \left(\frac{\text{kg P}_2\text{O}_5}{\text{ha}} \right) = \left(\frac{0,25}{100} \right) * 30000 \text{ kg fems} = 75 \text{ kg P}_2\text{O}_5$$

$$\text{Potassi } \left(\frac{\text{kg K}_2\text{O}}{\text{ha}} \right) = \left(\frac{0,55}{100} \right) * 30000 \text{ kg fems} = 165 \text{ kg K}_2\text{O}$$

NITROGEN

$$\text{Primer any } \left(50\% * 120 = 60 \text{ kg } \frac{N}{ha} \right),$$

$$\text{Segon any } \left(35\% * 120 = 42 \text{ kg } \frac{N}{ha} \right),$$

$$\text{Tercer any } \left(15\% * 120 = 18 \text{ kg } \frac{N}{ha} \right)$$

FÒSFOR

$$\text{Primer any } \left(50\% * 75 = 38 \frac{\text{kg } P_2O_5}{ha} \right)$$

$$\text{Segon any } \left(35\% * 75 = 26 \frac{\text{kg } P_2O_5}{ha} \right)$$

$$\text{Tercer any } \left(15\% * 75 = 11 \frac{\text{kg } P_2O_5}{ha} \right)$$

POTASSI

$$\text{Primer any } \left(50\% * 165 = 83 \text{ kg } \frac{K_2O}{ha} \right)$$

$$\text{Segon any } \left(35\% * 165 = 57 \frac{\text{kg } K_2O}{ha} \right)$$

$$\text{Tercer any } \left(15\% * 165 = 25 \text{ kg } \frac{K_2O}{ha} \right)$$

PURÍ

$$\text{Nitrogen} \left(\frac{\text{kg N}}{\text{ha}} \right) = \left(\frac{0,4}{100} \right) * 20000 \text{ kg purí} = 80 \text{ kg N}$$

$$\text{Fòsfor} \left(\frac{\text{kg P}_2\text{O}_5}{\text{ha}} \right) = \left(\frac{0,5}{100} \right) * 20000 \text{ kg purí} = 100 \text{ kg P}_2\text{O}_5$$

$$\text{Potassi} \left(\frac{\text{kg K}_2\text{O}}{\text{ha}} \right) = \left(\frac{0,3}{100} \right) * 20000 \text{ kg purí} = 60 \text{ kg K}_2\text{O}$$

NITROGEN

$$\text{Primer any} \left(75\% * 80 = 60 \text{ kg} \frac{\text{N}}{\text{ha}} \right)$$

$$\text{Segon any} \left(20\% * 80 = 16 \text{ kg} \frac{\text{N}}{\text{ha}} \right),$$

$$\text{Tercer any} \left(5\% * 80 = 4 \text{ kg} \frac{\text{N}}{\text{ha}} \right)$$

FÒSFOR

$$\text{Primer any} \left(75\% * 100 = 75 \frac{\text{kg P}_2\text{O}_5}{\text{ha}} \right)$$

$$\text{Segon any} \left(20\% * 100 = 20 \frac{\text{kg P}_2\text{O}_5}{\text{ha}} \right)$$

$$\text{Tercer any} \left(5\% * 100 = 5 \frac{\text{kg P}_2\text{O}_5}{\text{ha}} \right)$$

POTASSI

$$\text{Primer any } (75\% * 60 = 45 \text{ kg } \frac{K_2O}{ha})$$

$$\text{Segon any } (20\% * 60 = 12 \frac{kg K_2O}{ha})$$

$$\text{Tercer any } (5\% * 60 = 3 \text{ kg } \frac{K_2O}{ha})$$

2.5. Taula de balanç de fertilització de les parcel·les de la rotació

Taula 1: Balanç de fertilització dels cinc anys de la rotació de la UHC1

UHC1 (6,77 ha)															
Any	Cultius	Producció (t/ha)	Extraccions unitàries (kg/tn)			Extraccions teòriques (kg/ha)			Aportació de fems o purí (kg/ha)			Aportació per l'aigua de reg (kg/ha)	Necessitats d'adob mineral (kg/ha)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Blat	5	29	14	24	145	70	120	60	38	83	0	85	32	37
2	Colza	3	36	15	9	108	45	27	60 + 42 = 102	38 + 26 = 63	83 + 57 = 140	0	6	0	0
3.1	Cvç	10	10	5	13	100 17	50	130	18+42 = 60	11 + 26 = 37	57 + 25 = 82	0	0	13	48
3.2	Girasol	1,5	30	12	8	45 31,5	18	12	18 + 60 = 78	11 + 75 = 86	25 + 45 = 70	0	0	0	0
4	Ordi	4,5	24	13	24	108	60	108	60 + 16 = 76	38 + 20 = 58	83 + 12 = 95	0	32	2	13
5	Blat	5	29	14	24	145	70	120	60 + 42 + 4 = 106	38 + 26 + 5 = 69	83 + 57 + 3 = 143	0	39	1	0

Font: Elaboració Pròpia

*S'ha considerat que la barreja civada-veça només extreu 1/6 del nitrogen que sortiria a les taules. (criteri del DARP)

*El cultiu que segueix a la barreja civada-veça extraurà un 30% menys de nitrogen de les extraccions teòriques. (criteri del DARP)

*Els valors en vermell corresponen a les quantitats de purí mineralitzats cada any.

Taula 2: Balanç de fertilització dels cinc anys de la rotació de la UHC2

		UHC2 (10,51 ha)													
Any	Cultius	Producció (t/ha)	Extraccions unitàries (kg/tn)			Extraccions teòriques (kg/ha)			Aportació de fems o purí (kg/ha)			Aportació per l'aigua de reg (kg/ha)	Necessitats d'adob mineral (kg/ha)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Colza	3	36	15	9	108	45	27	60	38	83	0	48	7	0
2.1	Cvç	10	10	5	13	100 17	50	130	60 + 42 = 102	75 + 26 = 101	45 + 57 = 102	0	0	0	28
2.2	Girasol	1,5	30	12	8	45 31,5	18	12	60 + 18 + 16 = 94	75 + 11 + 20 = 146	45 + 12 + 25 = 82	0	0	0	0
3	Ordi	4,5	24	13	24	108	60	108	60 + 16 + 4 = 80	38 + 20 + 5 = 63	83 + 12 + 3 = 98	0	28	0	10
4	Blat	5	29	14	24	145	70	120	60 + 42 + 4 = 104	38 + 26 + 5 = 69	83 + 57 + 3 = 143	0	41	1	0
5	Colza	3	36	15	9	108	45	27	60 + 42 + 18 = 120	38 + 26 + 11 = 75	83 + 57 + 25 = 165	0	0	0	0

Font: Elaboració Pròpia

Taula 3: Balanç de fertilització dels cinc anys de la rotació de la UHC3

		UHC3 (6,68 ha)													
Any	Cultius	Producció (t/ha)	Extraccions unitàries (kg/tn)			Extraccions teòriques (kg/ha)			Aportació de fems o purí (kg/ha)			Aportació per l'aigua de reg (kg/ha)	Necessitats d'adob mineral (kg/ha)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Ordi	4,5	24	13	24	108	60	108	60	38	83	0	48	22	25
2	Blat	5	29	14	24	145	70	120	60 + 42 = 102	38 + 26 = 64	83 + 57 = 140	0	43	6	0
3	Colza	3	36	15	9	108	45	27	60 + 42 + 18 = 120	38 + 26 + 11 = 75	83 + 57 + 25 = 165	0	0	0	0
4.1	Cvç	10	10	5	13	100 17	50	130	60 + 42 + 18 = 120	75 + 26 + 11 = 112	45 + 57 + 25 = 127	0	0	0	3
4.2	Girasol	1,5	30	12	8	45 31,5	18	12	60 + 16 + 18 = 94	75 + 20 + 11 = 106	45 + 12 + 25 = 82	0	0	0	0
5	Ordi	4,5	24	13	24	108	60	108	60 + 16 + 4 = 80	38 + 20 + 5 = 63	83 + 12 + 3 = 98	0	28	0	10

Font: Elaboració Pròpia

Taula 4: Balanç de fertilització dels cinc anys de la rotació de la UHC4

UHC4 (6,28 ha)															
Any	Cultius	Producció (t/ha)	Extraccions unitàries (kg/tn)			Extraccions teòriques (kg/ha)			Aportació de fems o purí (kg/ha)			Aportació per l'aigua de reg (kg/ha)	Necessitats d'adob mineral (kg/ha)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Girasol	1,5	30	12	8	45	18	12	60	75	45	0	0	0	0
2	Ordi	4,5	24	13	24	108	60	108	60 + 16 = 76	38 + 20 = 58	83 + 12 = 95	0	32	2	13
3	Blat	5	29	14	24	145	70	120	60 + 42 + 4 = 106	38 + 26 + 5 = 69	83 + 57 + 3 = 143	0	39	1	0
4	Colza	3	36	15	9	108	45	27	60 + 42 + 18 = 120	38 + 26 + 11 = 75	83 + 57 + 25 = 165	0	0	0	0
5.1	Cvç	10	10	5	13	100 17	50	130	60 + 42 + 18 = 120	75 + 26 + 11 = 112	45 + 57 + 25 = 127	0	0	0	3
5.2	Girasol	1,5	30	12	8	45 31,5	18	12	60 + 16 + 18 = 94	75 + 20 + 11 = 106	45 + 12 + 25 = 82	0	0	0	0

Font: Elaboració Pròpia

Taula 5: Balanç de fertilització dels cinc anys de la rotació de la UHC5

UHC5 (7,62 ha)															
Any	Cultius	Producció (t/ha)	Extraccions unitàries (kg/tn)			Extraccions teòriques (kg/ha)			Aportació de fems o purí (kg/ha)			Aportació per l'aigua de reg (kg/ha)	Necessitats d'adob mineral (kg/ha)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Blat de moro	15	16	7	5	240	105	75	60	75	45	144,5	35,5	30	30
2	Blat de moro	15	16	7	5	240	105	75	60 + 16 = 76	75 + 20 = 95	45 + 12 = 57	144,5	19,5	10	18
3	Blat de moro	15	16	7	5	240	105	75	60 + 16 + 4 = 80	75 + 20 + 5 = 100	45 + 12 + 3 = 60	144,5	15,5	5	15
4	Girasol	3	30	12	8	90	36	24	60 + 16 + 4 = 80	75 + 20 + 5 = 100	45 + 12 + 3 = 60	144,5	0	0	0
5.1	Cvç	10	10	5	13	100 17	50	130	60 + 16 + 4 = 80	75 + 20 + 5 = 100	45 + 12 + 3 = 60	0	0	0	70
5.2	Sorgo	35 t m.f (10 t ms/ha)	13	6	15	130 91	60	150	60 + 16 + 4 = 80	75 + 20 + 5 = 100	45 + 12 + 3 = 60	144,5	11	0	90

Font: Elaboració Pròpia

2.6. Càlcul de dosis de N-32

UHC1

$$\begin{aligned} \text{–Primer any (blat)} &= \left(\frac{85 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 6,77 \text{ ha} \\ &= 575,5 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 1800 \text{ kg N32} \\ \text{–Quart any (ordi)} &= \left(\frac{32 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 6,77 \text{ ha} = 216,64 * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) \\ &= 677 \text{ kg N32} \\ \text{–Cinquè any (blat)} &= \left(\frac{39 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 6,77 \text{ ha} \\ &= 364 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 825 \text{ kg N32} \end{aligned}$$

UHC2

$$\begin{aligned} \text{–Primer any (colza)} &= \left(\frac{48 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 10,51 \text{ ha} \\ &= 505 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 1577 \text{ kg N32} \\ \text{–Tercer any (ordi)} &= \left(\frac{28 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 10,51 \text{ ha} \\ &= 294 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 929 \text{ kg N32} \\ \text{–Quart any (blat)} &= \left(\frac{41 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 10,51 \text{ ha} \\ &= 431 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 1348 \text{ kg N32} \end{aligned}$$

UHC3

$$\begin{aligned} \text{–Primer any (ordi)} &= \left(\frac{48 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 6,68 \text{ ha} \\ &= 320 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 1000 \text{ kg N32} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{–Segon any (blat)} &= \left(\frac{43 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 6,68 \text{ ha} \\ &= 290 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 906 \text{ kg N32} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{–Cinquè any (ordi)} &= \left(\frac{28 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 6,68 \text{ ha} \\ &= 187 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 584 \text{ kg N32} \end{aligned}$$

UHC4

$$\begin{aligned} \text{–Segon any (ordi)} &= \left(\frac{32 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 6,28 \text{ ha} \\ &= 200 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 625 \text{ kg N32} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{–Tercer any (blat)} &= \left(\frac{39 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 6,28 \text{ ha} \\ &= 245 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 766 \text{ kg N32} \end{aligned}$$

UHC5

$$\begin{aligned} \text{–Primer any (blat de moro)} &= \left(\frac{35,5 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 7,62 \text{ ha} \\ &= 270,5 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 844 \text{ kg N32} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{--Segon any (blat de moro)} &= \left(\frac{19,5 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 7,62 \text{ ha} \\
 &= 150 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 470 \text{ kg N32}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{--Tercer any (blat de moro)} &= \left(\frac{15,5 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 7,62 \text{ ha} \\
 &= 120 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 375 \text{ kg N32}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{--Cinquè any (sorgo)} &= \left(\frac{11 \text{ kg N}}{\text{ha}} \right) * 7,62 \text{ ha} \\
 &= 84 \text{ kg N} * \left(\frac{100 \text{ kg N32}}{32 \text{ kg N}} \right) = 262 \text{ kg N32}
 \end{aligned}$$

2.7. Cost del fertilitzant

-PRIMER ANY DE LA ROTACIÓ

$$\begin{aligned}
 \text{Cost del fertilitzant} &\left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) \\
 &= 1800 \text{ kg (UHC1, blat)} + 1577 \text{ kg (UHC2, colza)} \\
 &\quad + 1000 \text{ kg (UHC3, ordi)} + 844 \text{ kg (UHC5, blat de moro)} \\
 &= 5221 \text{ kg N32} * \left(\frac{580 \text{ €}}{1000 \text{ kg N32}} \right) = 3.028\text{€}
 \end{aligned}$$

-SEGON ANY DE LA ROTACIÓ

$$\begin{aligned}
 \text{Cost del fertilitzant} &\left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) \\
 &= 906 \text{ kg (UHC3, blat)} + 625 \text{ kg (UHC4, ordi)} \\
 &\quad + 470 \text{ kg (UHC5, blat de moro)} \\
 &= 2001 \text{ kg N32} * \left(\frac{580\text{€}}{1000 \text{ kg N32}} \right) = 1.161\text{€}
 \end{aligned}$$

-TERCER ANY DE LA ROTACIÓ

$$\begin{aligned} \text{Cost del fertilitzant} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) &= 920 \text{ kg (UHC2, ordi)} + 766 \text{ kg (UHC4, blat)} \\ &+ 375 \text{ kg (UHC5, blat de moro)} \\ &= 2061 \text{ kg N32} * \left(\frac{580\text{€}}{1000\text{kg N32}} \right) = 1.195\text{€} \end{aligned}$$

-QUART ANY DE LA ROTACIÓ

$$\begin{aligned} \text{Cost del fertilitzant} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) &= 677 \text{ kg (UHC1, ordi)} + 1347 \text{ kg (UHC2, blat)} \\ &= 2024 \text{ kg N32} * \left(\frac{580\text{€}}{1000 \text{ kg N32}} \right) = 1.174 \text{ €} \end{aligned}$$

-CINQUÈ ANY DE LA ROTACIÓ

$$\begin{aligned} \text{Cost del fertilitzant} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) &= 825 \text{ kg (UHC1, blat)} + 584 \text{ kg (UHC3, ordi)} \\ &+ 262 \text{ kg (UHC5, sorgo)} = 1671 \text{ kg N32} * \left(\frac{580\text{€}}{1000\text{kg N32}} \right) \\ &= 970\text{€} \end{aligned}$$

2.8. Balanç de matèria orgànica del sòl

–Existències M. O

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{2,97 \text{ kg M. O}}{100 \text{ kg sòl}} \right) * \left(\frac{1279 \text{ kg sòl}}{1 \text{ m}^3 \text{ sòl}} \right) * \left(\frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} \right) * 0,3 \\ &= \frac{114000 \text{ kg M. O}}{\text{ha}} \end{aligned}$$

$$\text{–Pèrdues de M. O} = \left(\frac{114 \text{ t M. O}}{\text{ha}} \right) * 0,025 * 5 \text{ anys} = 14,25 \text{ t } \frac{\text{M. O}}{\text{ha}}$$

–Guanyos de M. O

$$\begin{aligned} &= (0,12 * 1) + (0,2 * 1,1) + (0,2 * 1,1) + (0,25 * 1,1) \\ &+ (0,7 * 1,1) + (0,3 * 1,1) = 2 \text{ t/ha} \end{aligned}$$

–Aportació de M. O amb el fems

$$\begin{aligned} &= 30 \text{ tones fems} * \left(\frac{40 \text{ t m. s}}{100 \text{ t fems}} \right) * \left(\frac{30 \text{ t M. O}}{100 \text{ t m. s}} \right) \\ &= \frac{3,6 \text{ t MO}}{\text{ha i any}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{–Aportació de M. O amb el purí} &= 20 \text{ tones de purí} * \left(\frac{7,28 \text{ t M. O}}{100 \text{ t purí}} \right) \\ &= \frac{1,5 \text{ t M. O}}{\text{ha i any}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{–Balanç de M. O} &= \text{Guanyos} - \text{Pèrdues} = (3 * 3,6 + 3 * 1,5) - 14,25 \\ &= 1,05 \text{ t M. O/ha} \end{aligned}$$

4. Pla de reg

4.1. Càlcul de l'ETO amb el mètode Weibul

L'equació de Weibul utilitzada per calcular el valor de ETO amb probabilitat de no excedència del 80% és la següent:

$$P(X \geq x) = 1 - e^{\left(\frac{-x}{\alpha}\right)^\beta}$$

Per calcular la probabilitat de no excedència de l'ETO en el 80% dels dies de la mitjana d'aquell mes de la sèrie de de 12 anys (2011-2022) s'utilitza la probabilitat complementària que és : $1 - 0,8 = 0,2$. Aquesta indica la certesa de que en un 20% dels dies l'ETO calculada serà superada. El valor del 80% de seguretat és un criteri agronòmic que recomana la FAO.

$$0,2 = 1 - e^{\left(\frac{-x}{\alpha}\right)^\beta}$$

$$e^{\left(\frac{-x}{\alpha}\right)^\beta} = 1 - 0,2$$

$$\ln \left(e^{\left(\frac{-x}{\alpha}\right)^\beta} \right) = \ln (0,8)$$

$$\left(\frac{x}{\alpha}\right)^\beta = -\ln(0,8)$$

$$\ln \left(\frac{x}{\alpha}\right)^\beta = \ln(-\ln(0,8))$$

$$\beta + \ln(x) - \beta * \ln(\alpha) = \ln(-\ln(0,8))$$

$$z = \ln(x) = \left(\frac{\ln(-\ln(0,8)) + \beta + \ln(\alpha)}{\beta} \right)$$

$$x = e^z$$

-La ETO mitjana és el valor mitjà del mes x i s'ha calculat fent primer la mitjana dels valors diaris d'aquell mes x de cadascun dels anys de dades que es disposa (2011-2022) i després calculant una mitjana d'aquests valors.

-La N indica la posició de cadascun dels X value, l'1 és el més gran i el 12 el més petit.

-A la columna X value s'ordenen de més gran (el de dalt de tot) a més petit (el de baix de tot) tots els valors de ETO mitjana dels 12 anys estudiats.

-La F empírica en Weibul es calcula com : $F = N/(1+12)$

-La X' en el mètode de Weibul es calcula com $X' = \ln(X\text{value})$

-La Y' en el mètode de Weibul es calcula com $Y' = \ln(-\ln(1-F \text{ empírica}))$

Les gràfiques que hi ha a les taules 6, 7 i 8 s'han construït a partir dels valors de X' (a les abscisses) i Y' (a les ordenades) i s'ha buscat una recta que s'adapti bé a la gràfica. Els valors α i β s'han trobat a partir de la recta del gràfic.

Per exemple, en l'equació d'una recta $y=-10,9x+16,05$ s'obté la β i α de la següent manera:

$$\beta = -10,9$$

$$\alpha = e^{\left(\frac{16,05}{10,9}\right)} = 4,3$$

-La f calculada per cadascun dels valors de x s'obté de la fórmula:

$$P(X \geq x) = 1 - e^{\left(\frac{-x}{\alpha}\right)^\beta}$$

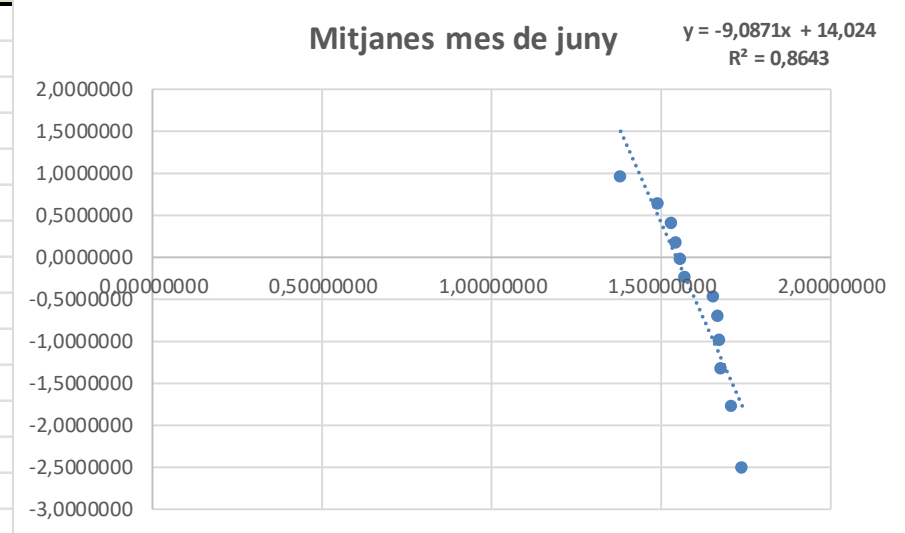
-La diferència absoluta és el valor absolut de la restar la F calculada i la F empírica.

-El test de Kolmogorov comprova que el valor més gran de la diferència absoluta sigui menor a el valor de Kolmogorov per un nivell de significació de 0,05. Si es compleix aquest requisit es considera que es pot procedir a calcular el valor de ETO amb un 80% de no excedència d'aquell mes.

-El coeficient de correlació és una funció de l'Excel que si el valor és superior al 95% indica que hi ha bona correlació entre valors. s

Taula 6: Mètode de Weibul pel càlcul de l'ETO del mes de juny

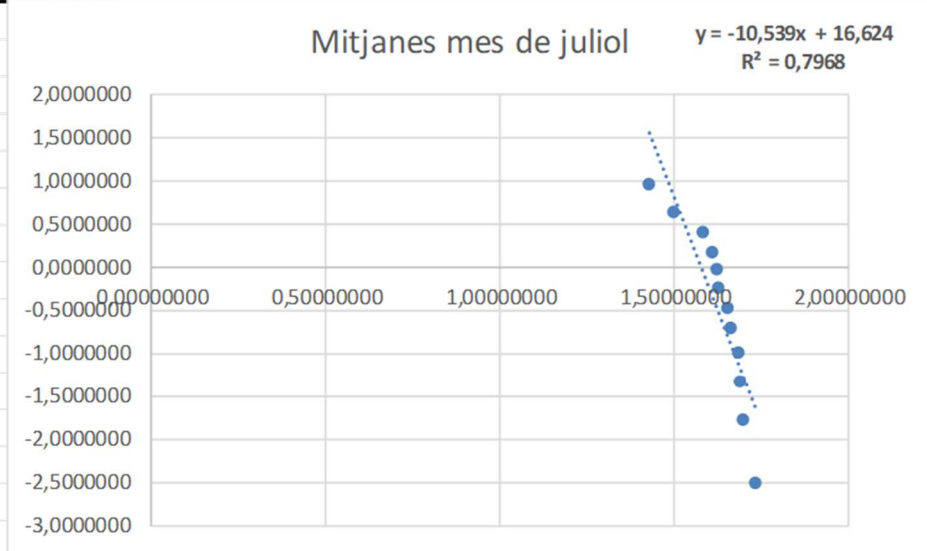
JUNY	ETO mitjana	N	X value	F empirica	X'	Y'	F calculada	Diff abs
2011	4,44	1	5,69	0,0769231	1,73871025	-2,5251949	0,1557672	0,0788441
2012	5,23	2	5,52	0,1538462	1,70910224	-1,7894377	0,1987657	0,0449196
2013	5,69	3	5,34	0,2307692	1,67478860	-1,3380214	0,2611685	0,0303992
2014	4,74	4	5,32	0,3076923	1,67115997	-1,0004205	0,2686275	0,0390648
2015	5,32	5	5,30	0,3846154	1,66764393	-0,7225599	0,2760182	0,1085972
2016	4,63	6	5,23	0,4615385	1,65422006	-0,4795867	0,3057286	0,1558099
2017	5,34	7	4,81	0,5384615	1,57111280	-0,2572306	0,5399902	0,0015287
2018	4,68	8	4,74	0,6153846	1,55512251	-0,0455085	0,5925950	0,0227896
2019	5,30	9	4,68	0,6923077	1,54336933	0,1643740	0,6318110	0,0604967
2020	3,97	10	4,63	0,7692308	1,53162050	0,3827675	0,6710122	0,0982186
2021	4,81	11	4,44	0,8461538	1,48990334	0,6269017	0,8029288	0,0432250
2022	5,52	12	3,97	0,9230769	1,37801014	0,9419387	0,9887764	0,0656995



0,39122 > 0,1558099	ESTA BÉ
Test de Kolmogorov amb nivell de significació del 0,05 i N-1 = 11 (0,39122)	
0,96455348 coeficient de correlació	ESTA BÉ
Al mes de juny, per una probabilitat de no excedència del 80% s'obté un valor de Eto =5,52 mm/dia	

Taula 7: Mètode de Weibul pel càlcul de l'ETO del mes de juliol

JULIOL	ETO mitjana	N	X value	F empírica	X'	Y'	F calculada	Diff absoluta
2011	4,18	1	5,67	0,0769231	1,73450617	-2,5251949	0,17377511	0,0968520
2012	5,28	2	5,47	0,1538462	1,69910168	-1,7894377	0,24211327	0,0882671
2013	5,47	3	5,41	0,2307692	1,68824909	-1,3380214	0,26714915	0,0363799
2014	4,48	4	5,40	0,3076923	1,68705585	-1,0004205	0,27002605	0,0376663
2015	5,40	5	5,28	0,3846154	1,66410937	-0,7225599	0,33025297	0,0543624
2016	5,41	6	5,22	0,4615385	1,65342393	-0,4795867	0,36150217	0,1000363
2017	5,01	7	5,09	0,5384615	1,62746794	-0,2572306	0,44555556	0,0929060
2018	5,22	8	5,06	0,6153846	1,62149398	-0,0455085	0,46640351	0,1489811
2019	5,09	9	5,01	0,6923077	1,61188653	0,1643740	0,50094808	0,1913596
2020	4,88	10	4,88	0,7692308	1,58468239	0,3827675	0,60379408	0,1654367
2021	5,06	11	4,48	0,8461538	1,50012695	0,6269017	0,89534052	0,0491867
2022	5,67	12	4,18	0,9230769	1,42969368	0,9419387	0,99127439	0,0681975



0,39122 > 0,1913596 ESTA BÉ

Test de Kolmogorov amb nivell de significació del 0,05 i N-1 = 11 (0,39122)

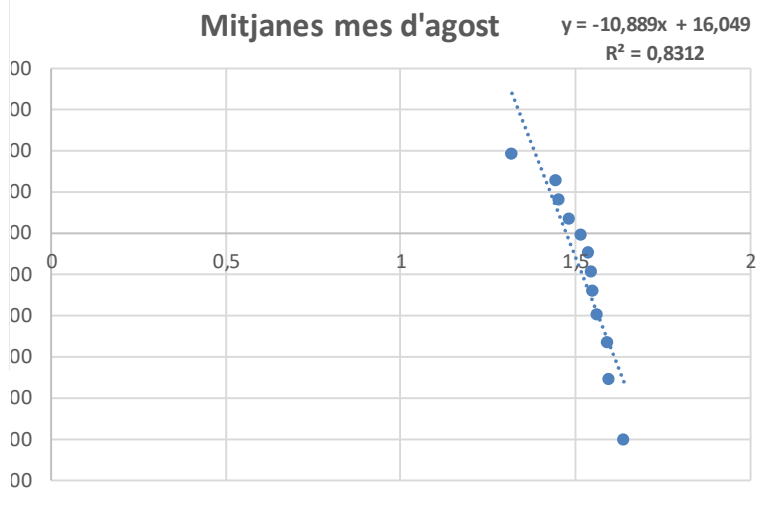
0,927822969 ESTA BÉ

Bon coef de correlació

Al mes de juliol el valor de Eto amb probabilitat de no excedència del 80% és de 5,5828 mm/dia

Taula 8: Mètode de Weibul pel càlcul de l'ETO del mes d'agost

AGOST	ETO mitjana	N	X value	F empirica	X'	Y'	F calculada	Diff absoluta
2011	4,77	1	5,16	0,0769231	1,64006098	-2,5251949	0,15101277	0,07408969
2012	5,16	2	4,93	0,1538462	1,59546984	-1,7894377	0,2335935	0,07974735
2013	4,71	3	4,92	0,2307692	1,59343965	-1,3380214	0,23813766	0,00736843
2014	3,74	4	4,77	0,3076923	1,56254917	-1,0004205	0,31664781	0,00895551
2015	4,40	5	4,71	0,3846154	1,54975639	-0,7225599	0,35445131	0,03016408
2016	4,92	6	4,69	0,4615385	1,54577643	-0,4795867	0,36684414	0,09469433
2017	4,69	7	4,66	0,5384615	1,5391585	-0,2572306	0,38810206	0,15035947
2018	4,24	8	4,56	0,6153846	1,51732262	-0,0455085	0,46368532	0,15169929
2019	4,93	9	4,40	0,6923077	1,48204433	0,1643740	0,59941841	0,09288928
2020	4,56	10	4,27	0,7692308	1,45153828	0,3827675	0,72064944	0,04858133
2021	4,27	11	4,24	0,8461538	1,44517173	0,6269017	0,74508731	0,10106653
2022	4,66	12	3,74	0,9230769	1,31908561	0,9419387	0,9954602	0,07238328



0,39122 > 0,15169929 ESTA BÉ
 Test de Kolmogorov amb nivell de significació del 0,05 i N-1 = 11 (0,39122)

0,95345342 ESTA BÉ
 Bon coef de correlació

Al mes de juliol el valor de Eto amb probabilitat de no excedència del 80% és de 5,0108 mm/dia

Com es pot observar a les taules 6,7 i 8 de l'annex, el valor de ETO més gran amb una probabilitat de no excedència del 80% dels dies, és el del mes de juny, amb una ETO = 5,58 mm/dia. Per calcular la ETc (evapotranspiració del cultiu) s'utilitza l'equació següent:

$$ETc = ETO * 1,2 (Kc) = 5,58 * 1,2 = 6,7 \text{ mm/dia}$$

A on:

ETO: Evapotranspiració de referència (mm/dia)

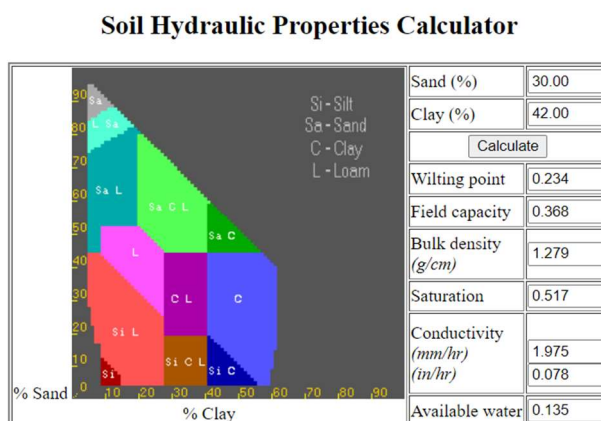
Kc (max) : Coeficient del cultiu més gran (en el blat de moro és 1,2)

4.2. Disseny agronòmic del reg

A partir de l'anàlisi de sòl (veure taula 1 de la memòria) es coneix la composició física del sòl i amb aquestes dades es pot conèixer la densitat aparent, la classe textural, el contingut volumètric i el contingut gravimètric d'aquell sòl. En aquest cas hi ha un 30% de sorra, un 28% de llim i un 42% d'argila. Es considera un sol de textura argilosa. Amb un contingut volumètric d'aigua a CC del 36,8% i a punt de marciment (23,4%) i una densitat aparent de 1279 kg/m³.

Per calcular tot això s'utilitza el programa d'ús lliure Soil Hydraulic Properties Calculator .

Figura 1: Captura de pantalla del programa Soil Hydraulic Properties



Font: dynsystem.com

S'imposa una profunditat d'arrelament de 40 cm (valor habitual en projectes de reg de blat de moro). El valor de l'eficiència de reg també s'imposa amb un 80% (un valor més alt significaria un encariment massa gran del projecte i un valor més baix implicaria tenir un sistema poc eficient).

$$Dosi\ de\ reg\ max = \left(\frac{36,8 - 23,4}{100} \right) * 0,4 * 1279 = 68,55\ mm$$

$$Dosi\ de\ reg\ neta = \frac{2}{3} * Dmax = \frac{2}{3} * 68,55 = 45,7\ mm$$

$$Dosi\ de\ reg\ bruta = \left(\frac{45,7}{0,8(eficiència)} \right) = 57,125\ mm$$

$$Frequència\ de\ reg = \left(\frac{45,7}{6,7} \right) = 6,82$$

= 7 dies (s'ha de regar cada 7 dies)

$$Temps\ de\ reg = \left(\frac{Dbruta}{Vi\ (velocitat\ d'infiltració)} \right) = \left(\frac{57,126}{7} \right)$$

= 8 hores (els regs han de durar 8 hores)

$$Precipitació\ màxima = \left(\frac{Dosi\ de\ reg\ bruta}{Temps\ de\ reg} \right) = \left(\frac{57,125}{8} \right) = 7\ mm/h$$

Taula 9: Velocitat d'infiltració segons el tipus de sòl, FAO 2020.

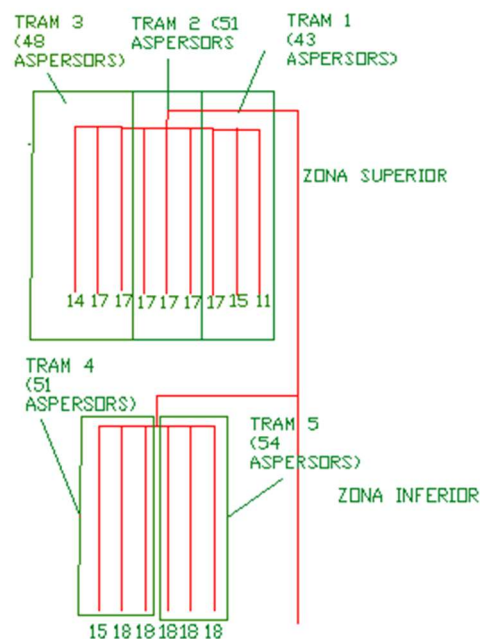
Soil type	Basic infiltration rate (mm/hour)
sand	less than 30
sandy loam	20 - 30
loam	10 - 20
clay loam	5 - 10
clay	1 - 5

Font: FAO, 2021.

Com que és un sòl argilós el valor de la velocitat d'infiltració hauria d'estar entre 1-5 mm/hora però s'ha escollit el valor de 7 mm/hora perquè tot i ser un sòl argilós esta molt aprop de ser considerat un sòl franc-argilós (clay loam) a on el rang de valors esta entre 5 i 10 mm/hora.

Es dividiran les 7,62 ha de l'UHC1 en 5 sectors de reg. Durant cinc dies es regarà cada dia un dels cinc sectors i el dia sis i set d'aquella setmana no es regarà i es tornarà a començar la roda la setmana següent. Els regs es faran de les 2 a.m fins a les 10 a.m del dematí per evitar l'evapotranspiració i les pèrdues per la deriva del vent.

Figura 2: Esquema de l'organització del reg per sectors



Font: Elaboració Pròpia

4.3. Disseny hidràulic del sistema de reg

Per escollir l'aspersor es calcula primer el cabal d'un aspersor a partir de la velocitat d'infiltració i el marc de col·locació dels aspersors. En aquest cas s'instal·laran els aspersors a 12 m de distància entre aspersors d'un mateix ramal i a 18 m entre aspersors de ramals contigus.

$$q (\text{aspersor}) = \left(\frac{7\text{mm}}{h}\right) * \left(\frac{1\text{m}}{1000\text{mm}}\right) * (12 * 18) = 1,512 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

$$Q = N * q(\text{aspersor}) = 54 * 1,512 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} = 81,65 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

Taula 10: Característiques tècniques dels aspersors comercials

Aber- tura de la tobera mm	Pre- sión en el asper- sor kg/ cm ²	Al- cance m	Con- sumo de agua m ³ /h	Distancia conveniente entre los aspersores		Superficie regada m ²		Pluviometria mm/h	
				disp. □	disp. △	disp. □	disp. △	disp. □	disp. △
4,5	1,5	12,5	0,94	12:18	18:18	216	324	4,35	2,90
	2,0	13,5	1,07	12:18	18:18	216	324	4,95	3,30
	2,5	14,0	1,20	12:18	18:18	216	324	5,55	3,70
	3,0	14,25	1,32	18:18	18:24	324	432	4,07	3,05
	3,5	14,75	1,42	18:18	18:24	324	432	4,38	3,28
	4,0	15,25	1,52	18:18	18:24	324	432	4,69	3,51
4,8	1,5	13,0	1,07	12:18	18:18	216	324	4,95	3,30
	2,0	13,5	1,24	12:18	18:18	216	324	5,74	3,82
	2,5	14,5	1,38	18:18	18:24	324	432	4,25	3,19
	3,0	14,75	1,51	18:18	18:24	324	432	4,68	3,49
	3,5	15,0	1,63	18:18	18:24	324	432	5,03	3,77
	4,0	15,5	1,75	18:18	18:24	324	432	5,40	4,05
5,0	1,5	13,0	1,16	12:18	18:18	216	324	5,37	3,58
	2,0	13,5	1,33	12:18	18:18	216	324	6,15	4,10
	2,5	14,5	1,48	18:18	18:24	324	432	4,56	3,42
	3,0	14,75	1,63	18:18	18:24	324	432	5,03	3,77
	3,5	16,0	1,76	18:18	24:24	324	576	5,43	3,05
	4,0	16,25	1,88	18:24	24:24	432	576	4,35	3,26
5,5	1,5	13,5	1,40	12:18	18:18	216	324	6,48	4,32
	2,0	14,0	1,62	12:18	18:18	216	324	7,50	5,00
	2,5	15,25	1,82	18:18	18:24	324	432	5,61	4,21
	3,0	16,0	1,99	18:18	24:24	324	576	6,14	3,45
	3,5	16,5	2,14	18:24	24:24	432	576	4,97	3,71
	4,0	17,0	2,29	18:24	24:24	432	576	5,30	3,97

Font: Apunts de regs

S'ha escollit aquest aspersor perquè és el que aporta el cabal que es busca en aquest projecte. Té una pressió de treball de 3 atm, un cabal nominal de 1,51m³/hora i un radi mullat de 14,75 m.

El valor de Sa = 0,8*R i Sr = 1,2*R. Per comprovar que s'ha plantejat un marc d'aspersió correcte (12*18) es calculen els valors màxims de distància entre aspersors d'un mateix ramal i entre aspersors de ramals contigus.

$$\begin{aligned} & \text{--Separació màxima entre aspersors del mateix ramal} \\ & = 0,8 * 14,75 \text{ (radi mullat)} = 11,8 < 12 \text{ m (compleix)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{--Separació màxima entre aspersors de ramals contigus} \\ & = 1,2 * 14,75 = 18 \text{ m} = 18 \text{ m (compleix)} \end{aligned}$$

$$3 \text{ atm} * \left(\frac{10,33 \text{ m.c.a}}{1 \text{ atm}} \right) = 31 \text{ m}$$

-Càlcul de la **pèrdua de càrrega màxima admissible** segons criteri FAO, des de l'hidrant de la zona superior fins a l'últim aspersor del ramal de reg:

$$\Delta h \leq 0,2 * \frac{Pn}{\rho} + \Delta z = 0,2 * 31 + 8 = 14,2 \text{ m}$$

-La **pèrdua de càrrega unitària** del tram de canonada principal i del ramal que condueix l'aigua des de l'hidrant fins a l'últim aspersor del ramal és:

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \left(\frac{14,2}{81 * 1,2 + 193 * 0,355(F \text{ cristiansen})} \right) = 0,0857 \text{ m/m}$$

Taula 11: F de cristhiansen

N	$I_0 = S_e/2$				
	m=1.75	m=1.80	m=1.85	m=1.90	m=2.00
1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	0.532	0.525	0.518	0.512	0.500
3	0.455	0.448	0.441	0.434	0.422
4	0.426	0.419	0.412	0.405	0.393
5	0.410	0.403	0.397	0.390	0.378
6	0.401	0.394	0.387	0.381	0.369
7	0.395	0.388	0.381	0.375	0.363
8	0.390	0.383	0.377	0.370	0.358
9	0.387	0.380	0.374	0.367	0.355
10	0.384	0.378	0.371	0.365	0.353
11	0.382	0.375	0.369	0.363	0.351
12	0.380	0.374	0.367	0.361	0.349
13	0.379	0.372	0.366	0.360	0.348
14	0.378	0.371	0.365	0.358	0.347
15	0.377	0.370	0.364	0.357	0.346
16	0.376	0.369	0.363	0.357	0.345
17	0.375	0.368	0.362	0.356	0.344
18	0.374	0.368	0.361	0.355	0.343
19	0.374	0.367	0.361	0.355	0.343
20	0.373	0.367	0.360	0.354	0.342
22	0.372	0.366	0.359	0.353	0.341
24	0.372	0.365	0.359	0.352	0.341
26	0.371	0.364	0.358	0.351	0.340
28	0.370	0.364	0.357	0.351	0.340
30	0.370	0.363	0.357	0.350	0.339
35	0.369	0.362	0.356	0.350	0.338
40	0.368	0.362	0.355	0.349	0.338
50	0.367	0.361	0.354	0.348	0.337
100	0.365	0.359	0.353	0.347	0.335
200	0.365	0.358	0.352	0.346	0.334

El valor de la F de cristhiansen s'ha extret de la taula 11 a partir de F(1,9 i 18 aspersors).

Font: Apunts de hidràulica

-El diàmetre teòric de la canonada principal de PVC (81 m) es calcula amb l'equació de HAZEM-WILLIAMS. La canonada principal és la que connecta l'hidrant de la zona superior amb l'inici del ramal de reg més allunyat de l'hidrant. L'equació de HAZEM-WILLIAMS (1905) és la següent:

$$\Delta h = 10,62 * C^{-1,85} * \left(\frac{L}{D^{4,87}} \right) * Q^{1,85}$$

A on:

- Δh : Pèrdua de càrrega total de la canonada principal

-C: En una canonada de PVC és de 150

-L: longitud de la canonada principal (81*1,2m)

-Q: Cabal de la canonada principal (m³/s)

$$D = \sqrt[{-4,87}]{\left(\frac{0,0857}{10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 0,0227^{1,85}}\right)} = 0,0952 \text{ m} = 95 \text{ mm}$$

-El cabal dels ramals és la suma del cabal de tots els aspersors d'un ramal (màxim 18): $18 \cdot 1,512 = 27,216 \text{ m}^3/\text{hora} = 0,00756 \text{ m}^3/\text{s}$

-El cabal de la canonada principal és el mateix que el de la canonada d'impulsió perquè el sistema no funciona tot de cop sinó per zones. Així que: Cabal canonada principal = Cabal canonada d'impulsió = $54 \cdot 1,512 = 81,63 \text{ m}^3/\text{hora} = 0,0227 \text{ m}^3/\text{s}$.

Un cop es té aquest valor de diàmetre interior teòric es busca un diàmetre comercial igual o superior a la taula 12.

Taula 12: Diàmetres comercials de canonades de PVC

DIÀMETROS NORMALIZADOS (NOMINAL E INTERIOR) PARA TUBERIAS DE PVC				
DN (mm)	DI (mm)			
	4 atm	6 atm	10 atm	16 atm
16	-	-	-	13,6
20	-	17,5	-	17
25	22,6	22,6	22	21,2
32	29,6	29,2	28,4	27,2
40	37,2	36,4	36	34
50	47,2	46,4	45,2	42,6
63	59,4	59,2	57	53,6
75	71,4	70,6	67,8	63,8
90	86,4	84,6	81,4	76,6
110	105,6	103,6	99,4	93,6
125	120	117,6	113	106,4
140	134,4	131,8	126,6	119,2
160	153,6	150,6	144,6	136,2
180	172,8	169,4	162,8	153,2
200	192	188,2	180,8	170,4
225	216	211,8	203,4	191,4
250	240,2	235,4	226,2	213
280	269	263,6	253,2	238,4
315	302,6	296,6	285	268,2
355	341	334,2	321,2	302,4
400	384,2	376,6	361,8	340,6
450	432,4	423,8	407	383,2
500	480,4	470,8	452,2	425,8

Font: agrologica.es

S'ha escollit el diàmetre nominal (interior) de 110 mm perquè és el que hi ha just per sobre de 90, ja que no n'hi ha cap de 95 mm. La pressió nominal que resisteix aquesta canonada és de 4 atm. Així que:

Canonada principal: **DN 110 PN 4 PVC**

Per calcular la pèrdua de càrrega de la canonada principal s'utilitza un altre cop la equació de HAZEM WILLIAMS:

$$\Delta h = 10,62 * 150^{-1,85} * \left(\frac{81 * 1,2}{0,11^{4,87}} \right) * 0,0227^{1,85} = 4,12 \text{ m}$$

Es comprova que el valor de velocitat a la canonada estigui entre 1 m/s i 3 m/s perquè si estigués per sota de 1 hi hauria sedimentació de partícules que podrien acabar obturant les canonades, i si estigués per sobre de 3 el pas de l'aigua faria soroll i podria acabar danyant la instal·lació.

$$Q \left(\text{cabal}, \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = S \left(\text{secció} \text{ (m}^2 \text{)} \right) * V \left(\text{velocitat}, \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

així que aïllant v s'obté $v = 2,39 \text{ m/s}$ (valor correcte)

La pèrdua de càrrega dels ramals pot ser de: $14,2 - 4,12 = 10,08 \text{ m}$

Per calcular el diàmetre teòric dels ramals de reg s'utilitza l'equació de SCOBAY (1931) . Aquesta té en compte la pèrdua de càrrega de cadascun dels punts d'unió dels aspersors.

$$\Delta h = 4,08 * 10^{-3} * K * \left(\frac{L}{D^{4,9}} \right) * Q^{1,9}$$

A on:

K: És la constant de SCOBAY i per una canonada d'alumini és de 0,4

L: És la longitud del ramal en m

D: El diàmetre de la canonada (en m)

Q: El cabal que passa per cada ramal (0,00756 m³/s)

Aïllant el diàmetre de l'equació s'obté que:

$$D = \sqrt[4,9]{\left(\frac{10,08}{4,08 * 10^{-3} * 0,4 * 193 * 0,355 * 0,00756^{1,9}}\right)} = 0,060 \text{ m}$$

$$= 60 \text{ mm}$$

S'ha escollit a partir de la taula 12 el diàmetre comercial de 3'' (76,2 mm de diàmetre interior) .

DN 76,2 ALUMINI

Taula 13: Diàmetres comercials de canonades d'alumini

Ø ext (")	Ø int (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m.l.)
1 ^{1/3}	31.78	1.00	0.350
2	48.26	1.27	0.535
2 ^{3/4}	67.31	1.27	0.743
3	73.66	1.27	0.710
3 ^{1/2}	86.36	1.27	0.949
4	99.06	1.27	1.087
5	124.36	1.32	1.412
6	144.36	1.47	1.889

Font: Apunts d'hidràulica del reg

La pèrdua de càrrega real al ramal d'alumini serà de:

$$\Delta h = \left(\frac{4,08 * 10^{-3} * 0,4 * 193 * 0,355 * 0,00756^{1,9}}{0,07366^{4,9}}\right) = 3,7 \text{ m}$$

Es comprova que el valor de velocitat a la canonada estigui entre 1 m/s i 3 m/s perquè si estigués per sota de 1 hi hauria sedimentació de partícules que podrien acabar obturant les canonades, i si estigués per sobre de 3 el pas de l'aigua faria soroll i podria acabar danyant la instal·lació.

$$Q \left(\text{cabal}, \frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right) = S \left(\text{secció (m}^2\right) * v$$

$$V \left(\text{velocitat}, \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \text{ així que aïllant } v \text{ s'obté } v = 1,66 \text{ m/s (valor correcte)}$$

Així que, la pèrdua de càrrega des de l'hidrant del sector superior fins a l'últim aspersor del ramal més llunyà a l'hidrant serà de:

$$\Delta h_{total} = 4,12 + 3,7 = 7,82 \text{ m}$$

Per dimensionar la canonada d'impulsió de PVC s'utilitza l'equació $Q = S \cdot V$, imposant un valor de velocitat (en aquest cas de 2 m/s) s'obté que:

$$D = \sqrt{\left(\frac{Q * 4}{\pi * v}\right)} = \sqrt{\left(\frac{0,0227 * 4}{\pi * 2}\right)} = 0,120 \text{ m} = 120 \text{ mm}$$

A partir de la taula 12 s'ha determinat un diàmetre nominal de 140 mm i un a pressió nominal de 6 atmosferes.

DN 140 PN 6 PVC

Es calcula la pèrdua de càrrega a la canonada principal amb l'equació de HAZEM WILLIAMS:

$$\Delta h = 10,62 * 150^{-1,85} * \left(\frac{442 * 1,2}{0,1318^{4,87}}\right) * 0,0227^{1,85} = 9,32 \text{ m}$$

La velocitat a la canonada d'impulsió és de 1,47 m/s (valor correcte)

Així que la pèrdua de càrrega des de la bomba d'impulsió fins a l'últim aspersor serà de:

$$\Delta h_{(total)} = 9,32 + 4,12 + 3,7 = 17,74 \text{ m}$$

Per determinar la pressió a la sortida de la bomba per poder garantir la pressió nominal a l'aspersor més favorable s'utilitza la següent expressió:

$$P_{bomba} = \left(\frac{P_n}{\rho}\right) + \Delta h(a - d) + \Delta(a - c) - \Delta(c - d)$$

Així que:

$$P_{bomba} = 31 + 17,74 + 18 - 8 = 58,74 \text{ m} * \left(\frac{1 \text{ atm}}{10,33 \text{ m}}\right) = 5,7 \text{ atm}$$

Per calcular la potència del grup de bombament s'utilitza l'expressió:

$$P_{\text{bomba}} (CV) = \left(\frac{\varphi(1000) * Q \left(0,0227 \frac{m^3}{s} \right) * H_t(m)(70)}{75 * \eta_{\text{bomba}} (0,75) * \eta_{\text{motor}}(0,7)} \right)$$

$$= 40,4 CV * \left(\frac{1kW}{1,3596 CV} \right) = 30 kW$$

$$H_t = H_a(\text{altura geomètrica aspiració})$$

$$+ H_i (\text{altura manomètrica d'impulsió})$$

$$+ H_p (\text{altura de pèrdua de càrrega})$$

$$H_a = 5m$$

$$H_i = \Delta z + \left(\frac{Pn}{\rho} \right) = 10 + 8 - 8 + 2,5 + 31 = 43,5 m$$

$$H_p = 1,2 * \Delta h(\text{total}) = 1,2 * 17,74 = 21,3 m$$

$$H_t = 5 + 43,5 + 21,3 = 70 m$$

La diferència de pressió entre l'aspersor més favorable i el més desfavorable serà de:

$$\Delta p = 8 - 3,7 = 4,3 m$$

$$\Delta p = \left(\frac{4,3}{31} \right) = 13,87\%,$$

$$\text{així que: } 31 - 0,1387 * 31 = 26,7 m * \left(\frac{1 atm}{10,33 m} \right)$$

$$= 2,6 atm (\text{pressió a l'aspersor més desfavorable})$$

La diferència de cabal entre l'aspersor més favorable (el del final del ramal més llunyà a l'hidrant) i l'aspersor més desfavorable (el del principi del ramal més llunyà) sempre és la meitat que la diferència entre pressions, així que:

$$\begin{aligned}\Delta q &= \left(\frac{13,87}{2}\right) \\ &= 6,935\%, \text{ així que: } 1,512 \text{ (cabal més favorable)} \\ &\quad - 0,06935 * 1,512 \\ &= 1,4 \frac{m^3}{\text{hora}} \text{ (cabal a l'aspersor més desfavorable)}\end{aligned}$$

Com que la diferència de pressions és del 13,87% < 20% i la diferència de cabals és del 6,935% < 10% es pot afirmar que aquest dimensionament és correcte perquè compleix els criteris FAO de uniformitat de reg.

4.4. Consum d'aigua i consum energètic

-El consum d'aigua de reg en un any serà de:

$$\begin{aligned}\text{Consum d'aigua} \left(\frac{m^3}{\text{any}}\right) &= 54 \text{ aspersors} * 1,515 \frac{m^3}{\text{hora}} * 8 \text{ hores (temps de reg)} \\ &= 653,2 \frac{m^3}{\text{dia de reg}} * 5 \text{ dies} \\ &= 3266 \frac{m^3}{\text{setmana}} \\ &\quad * 10 \text{ setmanes (regs que es faran durant tot l'estiu)} \\ &= 32.660 \frac{m^3}{\text{any}}\end{aligned}$$

-El consum energètic en un any serà de:

La potència (en kW) de la bomba del pou serà de:

$$7,5 \text{ CV} * \left(\frac{1 \text{ kW}}{1,3596 \text{ CV}} \right) = 5,5 \text{ kW}$$

Així que el consum energètic i el cost econòmic anual de la bomba del pou serà de:

$$\begin{aligned} 5,5 \text{ kW} * 24 \text{ hores} * 7 \frac{\text{dies}}{\text{setmana}} * 3 \text{ setmanes} &= 2772 \text{ kWh} * \frac{0,14 \text{ €}}{\text{kWh}} \\ &= 390 \frac{\text{€}}{\text{any}} \end{aligned}$$

El consum energètic i cost econòmic de la bomba del sistema de reg es calcula com:

$$\begin{aligned} 30 \text{ kW} * \frac{8 \text{ hores}}{\text{dia}} * 5 \frac{\text{dies}}{\text{setmana}} * 10 \text{ setmanes} &= 12000 \text{ kWh} * \frac{0,14 \text{ €}}{\text{kWh}} \\ &= \frac{1680 \text{ €}}{\text{any}} \end{aligned}$$

$$\text{Total cost energia} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) = 390 + 1.680 = 2.070 \frac{\text{€}}{\text{any}}$$

5. Estudi econòmic

5.1. Ingressos de la producció

PRIMER ANY

-Blat: $6,77 \text{ ha} * 5 \text{ tones/ha} * 260 \text{ €/tona} + 3 \text{ tones palla/ha} * 6,77 \text{ ha} * 100 \text{ €/tona} = 10.832 \text{ €}$.

-Colza: $10,51 \text{ ha} * 3 \text{ tones/ha} * 400 \text{ €/tona} = 12.612 \text{ €}$.

-Ordi: $6,68 \text{ ha} * 4,5 \text{ tones/ha} * 250 \text{ €/tona} + 2,5 \text{ tones/palla} * 6,68 \text{ ha} * 100 \text{ €/tona palla} = 9.185 \text{ €}$.

-Girasol(s): $6,28 \text{ ha} * 1,5 \text{ tones/ha} * 400 \text{ €/tona} = 3.768 \text{ €}$.

-Blat de moro (r) : $7,62 \text{ ha} * 15 \text{ tones/ha} * 255 \text{ €/tona} = 29.146,5 \text{ €}$.

Total: $65.543,5 \text{ €/any}$

SEGON ANY

- Colza: $6,77 \text{ ha} * 3 \text{ tones/ha} * 400 \text{ €/tona} = 8124 \text{ €}$.

-Cvçç: $10,51 \text{ ha} * 5,5 \text{ tones/ha} * 200 \text{ €/tona} = 11.561 \text{ €}$.

-Gira-sol: $10,51 \text{ ha} * 1,5 \text{ tones/ha} * 400 \text{ €/tona} = 6306 \text{ €}$.

-Blat: $6,68 \text{ ha} * 5 \text{ tones/ha} * 260 \text{ €/tona} + 3 \text{ tones palla/ha} * 6,68 \text{ ha} * 100 \text{ €/tona} = 10.688 \text{ €}$.

-Ordi: $6,28 \text{ ha} * 4,5 \text{ tones/ha} * 250 \text{ €/tona} + 2,5 \text{ tones/palla} * 6,28 \text{ ha} * 100 \text{ €/tona palla} = 8635 \text{ €}$.

-Blat de moro ® : $7,62 \text{ ha} * 15 \text{ tones/ha} * 255 \text{ €/tona} = 29.146,5 \text{ €}$.

Total: $74.460,5 \text{ €/any}$

TERCER ANY

- Cvvç: $6,77 \text{ ha} * 5,5 \text{ tones/ha} * 200 \text{ €/tona} = 7.477 \text{ €}$.
 - Gira-sol: $6,77 \text{ ha} * 1,5 \text{ tones/ha} * 400 \text{ €/tona} = 4.062 \text{ €}$.
 - Ordi: $10,51 \text{ ha} * 4,5 \text{ tones/ha} * 250 \text{ €/tona} + 2,5 \text{ tones/palla} * 10,51 \text{ ha} * 100 \text{ €/tona palla} = 14.451,25 \text{ €}$.
 - Colza: $6,68 \text{ ha} * 3 \text{ tones/ha} * 400 \text{ €/tona} = 8.016 \text{ €}$.
 - Blat: $6,28 \text{ ha} * 5 \text{ tones/ha} * 260 \text{ €/tona} + 3 \text{ tones palla/ha} * 6,28 \text{ ha} * 100 \text{ €/tona} = 10.048 \text{ €}$.
 - Blat de moro: $7,62 \text{ ha} * 15 \text{ tones/ha} * 255 \text{ €/tona} = 29.146,5 \text{ €}$.
- Total: 73.200,75 €/any.

QUART ANY

- Ordi: $6,77 \text{ ha} * 4,5 \text{ tones/ha} * 250 \text{ €/tona} + 2,5 \text{ tones/palla} * 6,77 \text{ ha} * 100 \text{ €/tona palla} = 9.308,75 \text{ €}$.
 - Blat: $10,51 \text{ ha} * 5 \text{ tones/ha} * 260 \text{ €/tona} + 3 \text{ tones palla/ha} * 10,51 \text{ ha} * 100 \text{ €/tona} = 16.816 \text{ €}$.
 - Cvvç: $6,68 \text{ ha} * 5,5 \text{ tones/ha} * 200 \text{ €/tona} = 7.348 \text{ €}$.
 - Gira-sol: $6,68 \text{ ha} * 1,5 \text{ tones/ha} * 400 \text{ €/tona} = 4.008 \text{ €}$.
 - Colza: $6,28 \text{ ha} * 3 \text{ tones/ha} * 400 \text{ €/tona} = 7.536 \text{ €}$.
 - Gira-sol ® = $7,62 \text{ ha} * 3 \text{ tones/ha} * 400 \text{ €/tona} = 9.144 \text{ €}$.
- Total : 54.160,75 €/any.

CINQUÈ ANY

-Blat: $6,77 \text{ ha} * 5 \text{ tones/ha} * 260 \text{ €/tona} + 3 \text{ tones palla/ha} * 6,77 \text{ ha} * 100 \text{ €/tona} = 10.832 \text{ €}$.

-Colza: $10,51 \text{ ha} * 3 \text{ tones/ha} * 400 \text{ €/tona} = 12.612 \text{ €}$.

-Ordi: $6,68 \text{ ha} * 4,5 \text{ tones/ha} * 250 \text{ €/tona} + 2,5 \text{ tones/palla} * 6,68 \text{ ha} * 100 \text{ €/tona palla} = 9.185 \text{ €}$.

-Cvç: $6,28 \text{ ha} * 5,5 \text{ tones/ha} * 200 \text{ €/tona} = 6.908 \text{ €}$.

-Gira-sol: $6,28 \text{ ha} * 1,5 \text{ tones/ha} * 400 \text{ €/tona} = 3768 \text{ €}$.

-Cvç: $7,62 \text{ ha} * 5,5 \text{ tones/ha} * 200 \text{ €/tona} = 8.382 \text{ €}$.

-Sorgo: $7,62 \text{ ha} * 35 \text{ tones/ha} * 40 \text{ €/tona} = 10.668 \text{ €}$.

Total: 62.355 €/any .

5.2. Ingressos de la PAC

PRIMER ANY

-Ajut a la renda per la sostenibilitat

ABRS secà humit = $199,03 \text{ €/ha} * 30,24 \text{ ha} = 6.018,67 \text{ €}$.

ABRS regadiu = $407,2 \text{ €/ha} * 7,62 \text{ ha} = 3.105,35 \text{ €}$.

-Pagament redistributiu

PR secà humit = $40,03 \text{ €/ha} * 5,85 \text{ ha} + (30,24 - 5,85) * 80,06 = 2.187 \text{ €}$.

PR regadiu = $81,92 \text{ €/ha} * 3,53 + (7,62 - 3,53) * 163,91 = 961 \text{ €}$.

Taula 14: Pagament redistributiu PAC 23-27

	Pagament redistributiu en el tram 1 (€/hec)	Topall tram 1 (hec)	Pagament redistributiu en el tram 2 (€/hec)	Topall tram 2 (hec)
Secà (regió 0401)	40,03	5,85	80,06	42,66
Regadiu (regió 0901)	81,92	3,53	163,91	33,59

Font: Real Decret 1048/2022.

Total: $6.018,67 + 3.105,35 + 2.187 + 961 = 12.272,02$ €/any.

SEGON, TERCER I QUART ANY

-Eco-règim de rotació (P3)

P3 secà humit = $80 \text{ €/ha} * 30,24 \text{ ha} = 2.419 \text{ €}$.

-Ajut associat a la producció sostenible de proteïnes d'origen vegetal (Ajut a la producció de la resta de lleguminoses)

SEGON ANY

Lleguminoses per alimentació animal (Cvvç) = $75 \text{ €/ha} * 10,51 \text{ ha} = 790 \text{ €}$.

Total: 15.481 €/any (sumant eco-règim rotació en superfície de secà + renda bàsica + ajut redistributiu).

TERCER ANY

Lleguminoses per alimentació animal (Cvvç) = $75 \text{ €/ha} * 6,77 \text{ ha} = 508 \text{ €}$.

Total: 15.199 €/any (sumant eco-règim rotació en superfície de secà + renda bàsica + ajut redistributiu).

QUART ANY

Lleguminoses per alimentació animal (Cvvç) = $75 \text{ €/ha} * 6,68 \text{ ha} = 501 \text{ €}$.

Total: 15.192 €/any (sumant eco-règim de rotació en superfície de secà + renda bàsica + ajut redistributiu).

CINQUÈ ANY

Eco-règim de rotació (P3)

P3 secà humit = 80 €/ha * 30,24 ha = 2.419 €.

P3 regadiu = 140 €/ha * 7,62 ha = 1067 €.

Lleguminoses per alimentació animal (Cvvç) (regadiu) = 120 €/ha * 7,62 ha = 914,4 €. Total : 16.672,4 €/any

5.3. Costos d'exploració i amortitzacions

El cost del fertilitzant, els fitosanitaris i la maquinària estan calculats en apartats anteriors d'aquest annex.

Cost de la llavor

$$\begin{aligned} \text{1er any: } & \text{blat} \left(6,77 \text{ ha} * \left(\frac{120 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{colza} \left(10,51 * \left(\frac{64 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) \\ & + \text{ordi} \left(6,68 * \left(\frac{80 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{gira - sol} \left(6,28 * \left(\frac{98 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) \\ & + \text{blat de moro} \left(7,62 * \left(\frac{540 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) = 6.749,68 \text{ €}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{2n any: } & \text{colza} \left(6,77 * \left(\frac{64 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{Cvvç} \left(10,51 * \left(\frac{120 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{gira} \\ & - \text{sol} \left(10,51 * \left(\frac{98 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{blat} \left(6,68 * \left(\frac{120 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) \\ & + \text{ordi} \left(6,28 * \left(\frac{80 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{blat de moro} \left(7,62 * \left(\frac{540 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) \\ & = 8.143,26 \text{ €} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{3r any: } & \text{Cvvç} \left(6,77 * \left(\frac{120 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{gira - sol} \left(6,77 * \left(\frac{98 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) \\ & + \text{ordi} \left(10,51 * \left(\frac{80 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{colza} \left(6,68 * \left(\frac{64 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) \\ & + \text{blat} \left(6,28 * \left(\frac{120 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{blat de moro} \left(7,62 * \left(\frac{540 \text{ €}}{\text{ha}} \right) \right) \\ & = 7.612,58 \text{ €}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
4\text{rt any: } & \text{ordi} \left(6,77 * \left(\frac{80\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{blat} \left(10,51 * \left(\frac{120\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) \\
& + \text{Cvvç} \left(6,68 * \left(\frac{120\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{gira - sol} \left(6,68 * \left(\frac{98\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) \\
& + \text{colza} \left(6,28 * \left(\frac{64\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{gira - sol} \left(7,62 * \left(\frac{98\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) \\
& = 4.407,72\text{€}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
5\text{è any: } & \text{blat} \left(6,77 * \left(\frac{120\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{colza} \left(10,51 * \left(\frac{64\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) + \\
& \text{ordi} \left(6,68 * \left(\frac{80\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{Cvvç} \left(6,28 * \left(\frac{120\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{gira - sol} \left(6,28 * \right. \\
& \left. \left(\frac{98\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{Cvvç} \left(7,62 * \left(\frac{120\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) + \text{Sorgo} \left(7,62 * \left(\frac{80\text{€}}{\text{ha}} \right) \right) = 4.912,48\text{€}.
\end{aligned}$$

Cost del personal

$$\frac{1080}{2} = 540\text{€}$$

$$\text{Sou brut } \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) = 540 \text{ €} * 14 \text{ pagues} = 7.560 \text{ €}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost personal per l'empresa} &= \text{Sou brut} + 35\%(\text{Sou brut}) \\ &= 7.560 \text{ €} + 0,35 * 7.560 = 10.260 \text{ €/any} \end{aligned}$$

Amortització del préstec bancari

$$\text{Interessos } \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) = 0,03 * x \text{ (capital pendent de pagar)}$$

$$\text{Quota } \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right) = \text{Amortització del capital} + \text{Interessos}$$

$$\text{Amortització del capital} = \left(\frac{\text{Capital inicial del préstec}}{\text{anys per tornar} - 10 \text{ (10 anys)}} \right)$$

Capital pendent

$$= \text{Capital pendent (any anterior)} - \text{quota (aquest any)}$$

Amortització de l'immobilitzat

$$\begin{aligned} \text{Amortització sistema de reg} &= \left(\frac{53.340 \text{ €} - 5334 (10\%)}{10 \text{ anys}} \right) \\ &= 4.800,6 \text{ €/any} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Amortització malla impermeabilitzant bassa de reg} \\ &= \left(\frac{21.280 - 0}{10 \text{ anys}} \right) = 2.128 \text{ €/any} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total amortització de l'immobilitzat} &= \frac{4.800,6 \text{ €}}{\text{any}} + 2.128 \frac{\text{€}}{\text{any}} \\ &= 6.928,6 \text{ €} \end{aligned}$$

5.4. Anàlisi d'inversions

Càlcul del VAN

$$\begin{aligned} \text{VAN} &= -50.000 + \left(\frac{14.801,68\text{€}}{(1+0,03)} \right) + \left(\frac{15.085,00\text{€}}{(1+0,03)^2} \right) + \left(\frac{15.230,77\text{€}}{(1+0,03)^3} \right) + \\ &\left(\frac{1.375,29\text{€}}{(1+0,03)^4} \right) + \left(\frac{9.111,63\text{€}}{(1+0,03)^5} \right) + \left(\frac{15.296,36}{(1+0,03)^6} \right) \text{ €} + \left(\frac{15.579,67\text{€}}{(1+0,03)^7} \right) + \left(\frac{15.725,44\text{€}}{(1+0,03)^8} \right) + \\ &\left(\frac{1.869,96\text{€}}{(1+0,03)^9} \right) + \left(\frac{9.606,31\text{€}}{(1+0,03)^{10}} \right) = 48.082,763 \text{ €} \end{aligned}$$

Càlcul dels Ingressos de la UHC5 pel càlcul del VAN

Ingressos producció 1r, 2n, 3r, 6è, 7è, 8è any (B. M)

$$= 7,62 \text{ ha} * \frac{15t}{\text{ha}} * \frac{255\text{€}}{\text{tona}} = 29.146,5\text{€}.$$

Ingressos producció 4rt i 9è any (gira – sol)

$$= 7,62 \text{ ha} * 3 \frac{t}{\text{ha}} * \frac{400\text{€}}{\text{tona}} = 9.144 \text{ €}.$$

Ingressos producció 5è i 10è any (Cvvcç – sorgo)

$$= (1100 + 1400) * 7,62 \text{ ha} = 19.050 \text{ €}.$$

Ingressos de la PAC (1,2,3,4,6,7,8,9 anys)

$$\begin{aligned} &= \text{Ajut renda bàsica} (407,2 * 7,62 = 3.105,35) \\ &+ \text{Ajut redistributiu a la renda} (81,92 * 3,53 \\ &+ (7,62 - 3,53) * 163,91 = 961 \text{ €}) = 4.066,35\text{€}. \end{aligned}$$

Ingressos de la PAC (5è i 10è any)

$$\begin{aligned} &= 4.066,35 + \text{ecorègim rotació} \left(7,62 * \frac{80\text{€}}{\text{ha}} \right) \\ &= 4.675,95\text{€}. \end{aligned}$$

Càlcul dels costos d'exploració UHC5 pel càlcul del VAN

-Fertilitzant N-32

$$1er i 6è any: 844 \text{ kg N32} * \frac{0,58\text{€}}{\text{kg}} = 489,52\text{€}.$$

$$2n i 7è any: 470 \text{ kg N32} * 0,58 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 272,6 \text{ €}.$$

$$3r i 8è any: 375 \text{ kg N32} * 0,58 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 217,5 \text{ €}$$

$$4rt i 9è any: 0 \text{ €}.$$

$$5è i 10è any: 262 \text{ kg N32} * \frac{0,58\text{€}}{\text{kg}} = 151,96 \text{ €}$$

-Fitosanitaris

Cost fitosanitaris(1,2,3,4,6,7,8,9 anys)

$$= 2 \text{ tractaments herbicides (B.M)} = 2 * \frac{14,25 \text{ €}}{\text{hec}} 7,62 \text{ ha}$$
$$= 217,17\text{€}.$$

$$\text{Cost fitosanitaris (5è i 10 any)} = 0\text{€}.$$

-Subcontractar feines

*Cost de subcontractar feines (1,2,3,4,6,7,8,9 anys)(B. M i gira
– sol)*

$$\begin{aligned} &= \left(\text{cisterna purí} \left(\frac{7,62 \text{ ha}}{4,2 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \frac{60\text{€}}{\text{hora}} = 108,6\text{€} \right) \\ &+ \left(\text{cultivador} \left(\frac{7,62 \text{ ha}}{1,22 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \left(\frac{60\text{€}}{\text{hora}} \right) = 375 \text{€} \right) \\ &+ \left(\text{grada de discos} \left(\frac{7,62 \text{ ha}}{2,03 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \frac{60\text{€}}{\text{hora}} = 225\text{€} \right) \\ &+ \left(\text{sembradora} \left(\frac{7,62 \text{ ha}}{1,68 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \frac{60\text{€}}{\text{hora}} = 272,4\text{€} \right) \\ &+ \left(\text{polveritzador herbicida} \left(\frac{7,62 \text{ ha}}{12 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \frac{100\text{€}}{\text{hora}} = 63,5\text{€} \right) \\ &= 1.806.5 \text{€}. \end{aligned}$$

Cost de subcontractar feines (5è i 10è any)(cvvç + sorgo)

$$\begin{aligned}
 &= \left(\text{cisterna purí} \left(\frac{7,62 \text{ ha}}{4,2 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \frac{60\text{€}}{\text{hora}} * 2 = 217,2\text{€} \right) \\
 &+ \left(\text{grada de discos} \left(\frac{7,62 \text{ ha}}{2,03 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \frac{60\text{€}}{\text{hora}} * 2 = 450\text{€} \right) \\
 &+ \left(\text{sembradora} \left(\frac{7,62 \text{ ha}}{1,68 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \frac{60\text{€}}{\text{hora}} * 2 = 544,8\text{€} \right) \\
 &+ \left(\text{segadora} \left(\frac{7,62 \text{ ha}}{1,92 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \frac{50\text{€}}{\text{hora}} * 2 = 396,88 \text{€} \right) \\
 &+ \left(\text{emblaadora} \left(\frac{7,62 \text{ ha}}{0,9 \frac{\text{ha}}{\text{hora}}} \right) * \frac{60\text{€}}{\text{hora}} * 2 = 1016\text{€} \right) = \\
 &= 2.624,88 \text{€}.
 \end{aligned}$$

-Personal

$$\text{Cost personal} = \frac{\left(\frac{10.206\text{€}}{\text{any}} \right)}{37,86\text{hec}} = \frac{270\text{€}}{\text{ha}} * 7,62 \text{ ha} = 2.057,4 \text{€}.$$

-Llavor

$$\text{Llavor B.M} = \frac{540\text{€}}{\text{ha}} * 7,62 \text{ ha} = 4.114,8\text{€/any}$$

$$\text{Llavor gira - sol} = \frac{98\text{€}}{\text{ha}} * 7,62 \text{ ha} = 746,76\text{€/any}$$

$$\text{Llavor (Cvvç + sorgo)} = \frac{120\text{€}}{\text{ha}} * 7,62\text{ha} + \frac{80\text{€}}{\text{ha}} * 7,62 \text{ ha} = \frac{1.524\text{€}}{\text{any}}.$$

-Càlcul del TIR (Taxa Interna de Retorn)

El TIR s'ha calculat amb la fórmula de l'Excel:

=TIR (cost inversió inicial: tots els valors de flux de caixa dels 10 anys)

-Càlcul del PAY BACK (període de retorn)

$$\begin{aligned} \text{PAY BACK} &= 50.000(\text{any } 0) - 14.801,68 (\text{any } 1) - 15.085,00(\text{any } 2) \\ &\quad - 15.230,77 (\text{any } 3) - 1.375,29 (\text{any } 4) \\ &\quad - 9.111,63 (5^{\text{è}} \text{ any}) = 0 \text{ €} \end{aligned}$$

La inversió es recuperarà en 5 anys.

-Càlcul del VAN/inversió inicial

$$\begin{aligned} \frac{\text{VAN}}{\text{inversió inicial (amb capital propi)}} &= \left(\frac{48.082,76\text{€}}{50.000,00 \text{ €}} \right) \\ &= \frac{0,96 \text{ € benefici}}{\text{€ invertit}} \end{aligned}$$