

1. ANNEX CLIMATOLOGIA

ÍNDEX

- 1 Introducció
- 2 Classificació bioclimàtica de l' UNESCO-FAO (1963)
 - 2.1 Temperatura
 - 2.2 Pluviometria
 - 2.3 Aridesa
 - 2.4 Índexs xerotèrmics
 - 2.5 Classificació climàtica
- 3 Classificació agroecològica de Papadakis (1960)
 - 3.1 Règim tèrmic
 - 3.1.1 Rigor de l'hivern
 - 3.1.2 Calor d'estiu
 - 3.2 Classe tèrmica
 - 3.3 Règim d'humitat
 - 3.4 Classificació climàtica
- 4 Balanç hídric
- 5 Estimació de l'evapotranspiració de referència (ET_0) de càlcul
 - 5.1 Mètode gràfic
 - 5.2 Mètode de les variables numèriques contínues
- 6 Vent
- 7 Règim de gelades
- 8 Hores- fred
 - 8.1 Mètode Weinberger (1956)
 - 8.2 Mètode Mota (1957)

1. Introducció.

L'estació meteorològica a partir de la qual s'han obtingut les dades climàtiques és l'Estació Climàtica d'Òdena. Aquesta estació pertany a la Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques (XEMA), integrada a la Xarxa d'Equipaments Meteorològics de la Generalitat de Catalunya (Xemec).

La situació geogràfica d'aquesta estació és la següent:

- Comarca: Anoia
- Alçada: 330 m
- Latitud: 41'585° N
- Longitud: 1,652° E

El rang de dades disponibles corresponen a les obtingudes entre el mes de juny de 1999 i el mes d'octubre de 2007, comprnent així un període de 9 anys.

2. Classificació bioclimàtica de UNESCO-FAO (1963).

Aquesta classificació té per objectiu caracteritzar la relació de les condicions climàtiques amb el desenvolupament de la vida vegetal mitjançant els valors mitjans de les dades climàtiques. Els factors climàtics utilitzats en aquesta classificació són la temperatura mitjana del mes més fred, la precipitació mensual i els índexs xerotèmics tal i com es mostra seguidament.

2.1. Temperatura.

A la taula 1 es mostren les temperatures mitjanes mensuals de la zona.

Taula 1. Temperatures mitjanes mensuals de la zona (°C).

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
Tª mitjana (°C)	5,23	6,69	10,21	12,33	16,78	21,45	23,48	22,87	19,26	14,97	8,49	5,47
Desviació típica	± 1,72	± 1,67	± 1,81	± 1,05	± 1,58	± 0,75	± 0,95	± 1,28	± 0,57	± 0,88	± 2,18	± 2,65

Com es pot observar el mes més fred correspon al mes de gener amb una temperatura mitjana de 5,23°C. Seguint el criteri proposat per l'UNESCO-FAO, s'estableix el *Grup 1* com el grup climàtic característic de la zona i definit com a *Climes temprat, temprat- càlid i càlid* on la temperatura mitjana del mes més fred és superior a 0°C.

S'estableix també una classificació climàtica en funció de les característiques de l'hivern utilitzant la temperatura mitjana de les mínimes del mes més fred.

Amb les dades de la taula 2 es pot definir el tipus d'hivern de la zona.

Taula 2. Temperatures mínimes i mitjana de les mínimes del mes més fred (°C).

Gener	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Mitjana	Desviació típica
Tª mínima (°C)	-2,77	2,07	0,62	3,01	1,85	-2,86	0,34	0,21	0,31	± 0,29

Seguint la classificació de l'UNESCO-FAO, l'hivern de la zona és del tipus *hivern moderat* on,
 $3^{\circ}\text{C} < T^{\text{a}} \text{ mín.} < -1^{\circ}\text{C}$

2.2. Pluviometria.

El cep és una planta resistent a la sequera, de manera que pot vegetar amb menys de 300 mm de pluja anual. De fet, les millors qualitats s'aconsegueixen amb una pluviometria compresa entre 350 i 600 mm anuals.

A la taula 3 es mostra la pluviometria mitjana mensual de la zona.

Taula 3. Precipitacions mitjanes mensuals.

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	TOTAL
Precipitació mitjana (mm)	18,65	31,18	23,68	40,23	22,75	9,87	12,15	52,05	65,18	69,66	30,83	24,05	400,3

Com es pot observar la pluviometria anual estaria dins el rang òptim per vinya, de totes maneres, l'important en aquest cas, és la distribució d'aquesta aigua al llarg de l'any per aconseguir un increment de la qualitat del raïm.

Quant més aigua necessita la vinya és en el període vegetatiu i dins d'aquest, en el període de creixement del gra (juny i juliol) i com es pot observar a la taula 3 és en aquests mesos on precisament hi ha menys pluviometria.

2.3. Aridesa.

El que es vol aconseguir amb aquesta classificació és determinar l'existència i duració dels períodes secs, mitjançant el diagrama ombrotèrmic de Gaussen; que permetrà fer una estimació aproximada del període en que s'han de realitzar els regs (tenint en compte el balanç hídric, efectuat posteriorment).

Amb les dades mostrades anteriorment a les taules 1 i 3 es pot realitzar el diagrama ombrotèrmic que servirà per determinar el període de sequera, mostrat a la figura 1.

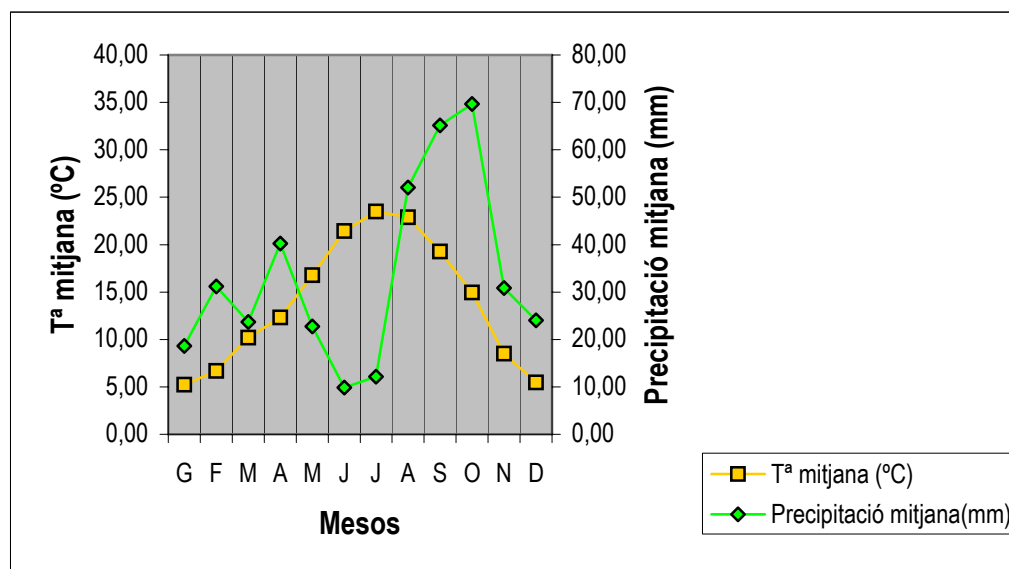


Figura 1. Diagrama ombrotèrmic.

Tal i com indica el diagrama la zona estudiada presenta un únic període de sequera, corresponent als mesos de maig, juny, juliol i agost. D'aquesta manera es conclou que el clima característic de la zona és del tipus monoxèric (un sol període de sequera).

Per tant, el període de reg anirà comprès dins aquest interval, però caldrà realitzar un balanç hídric per poder-lo determinar amb més exactitud.

2.4. Índex xerotèrmics.

Els índexs xerotèrmics són utilitzats per determinar la intensitat de la sequera. Es determinarà l'índex xerotèrmic mensual (X_m) per als mesos compresos en l'interval de sequera, determinats mitjançant el diagrama ombrotèrmic per tal de determinar-ne el nombre de dies que poden considerar-se biològicament secs.

Taula 4. Càlcul de l'índex xerotèrmic mensual i total.

	N	P	f	X_m
MAIG	31	6,63	0,8	19,5
JUNY	30	3,33	0,8	21,34
JULIOL	31	3,22	0,8	22,22
AGOST	31	5,33	0,8	20,54
IPx				83,6

On:

- N: nombre de dies del mes.
- P: nombre de dies de pluja durant el mes
- f: coeficient de sequera (factor depenent de la humitat relativa mitjana); seguint el criteri proposat: $60\% \leq Hr < 80\% \rightarrow f = 0,8$
- X_m : índex xerotèrmic mensual, essent: $X_m = (N - P) * f$
- IPx: índex xerotèrmic total del període sec, essent: $IPx = \sum X_m$

2.5. Classificació climàtica.

Conegudes les següents dades, calculades en els apartats anteriors:

- Tipus climàtic segons la temperatura: Grup 1- Càlid, temperat- càlid i temperat.
- Tipus climàtic segons l'aridesa: Monoxèric.
- Valor de l'índex xerotèrmic total: 83,60.

La classificació climàtica segons la UNESCO-FAO és la de *Clima Mesomediterrani accentuat*.

3. Classificació agroecològica de Papadakis (1960).

Aquesta classificació utilitza fonamentalment índexs obtinguts a partir de valors extrems dels factors climàtics, per tal de compondre la fórmula climàtica de Papadakis, la qual caracteritzarà el clima de la zona en funció del rigor de l'hivern, la calor de l'estiu i el règim estacional d'humitat de la zona. Per tal de caracteritzar el clima, la classificació de Papadakis el que fa és establir una sèrie de plantes indicadores en funció de les seves exigències tèrmiques per arribar a la maduresa fisiològica.

3.1. Règim tèrmic.

3.1.1 Rigor de l'hivern.

En funció de les següents dades,

- Temperatura mitja de les mínimes absolutes del mes més fred: - 5,57°C
- Temperatura mitja de les mínimes del mes més fred: 0,31°C
- Temperatura mitja de les màximes del mes més fred: 11,72°C

Papadakis estableix un tipus climàtic *Avena càlid (Av)*.

3.1.2 Calor d'estiu.

En funció de les següents dades,

- Durada de l'estació lliure de gelades (mínima, disponible o mitja), en mesos: 2 mesos (mínima), 4 mesos (disponible) i 6 mesos (mitja).
- Mitja de la mitja de les màximes dels 4 mesos més càlids: 29,52°C
- Mitja de les màximes del mes més càlid: 31,30°C
- Mitja de les mínimes del mes més càlid: 15,92°C

el tipus climàtic que caracteritza la zona és el de *Blat fresc (t)*.

3.2. Classe tèrmica.

Combinant el tipus climàtic definit per rigor de l'hivern i pel calor d'estiu, es pot determinar la classe tèrmica que caracteritza el tipus climàtic de la zona, essent aquesta la de *Clima Patagoní (Avt = Pa)*.

3.3. Règim d'humitat.

La caracterització hídrica del clima es determina mitjançant el gràfic realitzat per Castillo *et al* (1977), quedant definida la zona corresponent a Òdena com a *Mediterrani sec (Me)*.

3.4. Classificació climàtica.

La classificació climàtica vindrà determinada per la fórmula climàtica de Papadakis, essent aquesta $AvtMe$. Per tant es pot concloure dient que el clima en qüestió presenta un hivern tipus civada, un estiu que permet la maduració del blat i un règim d'humitat que no és ni humit ni desèrtic, amb una precipitació estival inferior a l'hivernal.

4. Balanç hídric.

El balanç hídric consisteix en determinar quins són els mesos durant els quals es produeix un dèficit hídric, per tal de determinar en quines èpoques serà necessari efectuar el reg.

Per arribar a determinar el balanç hídric s'han de tenir en compte tota una sèrie de factors com són: la precipitació mitja mensual (P), l'evapotranspiració de referència mitjana mensual (ET_0), la reserva hídrica del sòl (R), la variació d'aquesta reserva hídrica (VR), l'evapotranspiració real mensual (ET_A), el dèficit hídric mensual (D), l'excés hídric mensual (E) i el drenatge mensual (Dr). El mètode seguit ha estat el desenvolupat per Thornwhite (1948).

Per tal de poder aplicar les fórmules a totes les classes de sòls, s'estableixen una sèrie d'hipòtesis:

- La reserva del sòl varia entre 0 i 100 mm ($0 \leq R \leq 100$).
- L'evapotranspiració real (ET_A) correspon a les precipitacions del mes (P_i) sumades a la reserva del sòl del mes anterior (R_{i-1}), en els mesos en que no s'assoleixin les condicions potencials per falta d'humitat.

$$ET_{Ai} = P_i + (R_{i-1})$$

- En els mesos suficientment humits, l'evapotranspiració real (ET_A) coincideix amb la de referència (ET_0).

$$\text{Si, } P_i + (R_{i-1}) \geq ET_{0i}$$

$$ET_{Ai} = ET_{0i}$$

- Existeix dèficit hídric (D_i) en els mesos en que l'evapotranspiració real és inferior a la potencial.

$$D_i = ET_{0i} - ET_{Ai}$$

- Existeix excés hídric (E_i) en els mesos en que al acumular aigua en les reserves del sòl (R), aquestes superin el valor 100.

$$\text{Si, } [(R_{i-1}) + P_i] - ET_{0i} > 100$$

$$E_i = [(R_{i-1}) + P_i] - (ET_{0i} + 100)$$

- El drenatge d'un mes (Dr) es considera com la meitat de l'excés hídric del mes actual més la meitat del drenatge del mes anterior.

$$Dr = E_i / 2 + (Dr_{i-1} / 2)$$

A continuació es mostren les dades referents a l' ET_0 mensual de la zona.

Taula 5. Evapotranspiració de referència expressada en mm/dia i mm/mes calculada segons l'equació de Penman (1948-1956).

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
ET₀ (mm/dia)	0,87	1,58	2,56	3,65	4,57	5,91	6,43	5,32	3,42	2,07	1,16	0,72
ET₀ (mm/mes)	25,98	44,34	79,31	109,51	141,72	177,35	199,19	164,96	102,73	64,08	34,82	22,36

A continuació es mostra el balanç hídric realitzat.

Taula 6. Balanç hídric anual.

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
ET₀ (mm/mes)	25,98	44,34	79,31	109,51	141,72	177,35	199,19	164,96	102,73	64,08	34,82	22,36
P (mm/mes)	18,65	31,18	23,68	40,23	22,75	9,87	12,15	52,05	65,18	69,66	30,83	24,05
Reserva	92,67	79,51	23,88	0	0	0	0	0	0	5,58	1,59	3,28
Var. Reserva	-7,33	-13,16	-55,63	-23,88	0	0	0	0	0	5,58	-3,99	1,69
Dèficit	0	0	0	45,4	118,97	167,48	187,04	112,91	37,55	0	0	0
Excés hídric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drenatge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ET_A (mm)	21,93	123,85	103,19	64,11	22,75	9,87	12,15	52,05	65,18	69,66	36,41	25,64

Com es pot observar es produeix dèficit hídric en els mesos d'abril, maig, juny, juliol, agost i setembre, serà durant aquests mesos quan es farà efectiu el reg.

5. Estimació de l'evapotranspiració de referència (ET₀) de càlcul.

Per tal de determinar el valor de l'evapotranspiració de referència de càlcul no es realitzarà la mitjana aritmètica dels valors ja que el valor obtingut no seria representatiu, sinó que es desenvoluparà un mètode gràfic probabilístic per tal de determinar quin és el valor màxim d'evapotranspiració que es produeix amb més probabilitat.

Es basa en representar gràficament, en eixos semilogarítmics, l'evapotranspiració mensual al llarg dels diferents anys que s'han considerat, en funció de la freqüència calculada per la fórmula de Wailbull.

$$F = 100 * (m / (N+1))$$

On:

- F: freqüència
- m: nombre d'ordre
- N: nombre total d'anys

El núvol de punts que es representa haurà d'ajustar-se a una recta si les dades segueixen una distribució normal.

Si no és possible ajustar una recta, la distribució no és normal i per tal de normalitzar-la es realitzarà l'arrel quadrada dels valors d'evapotranspiració. Si igualment no és possible ajustar una recta es realitzarà el logaritme dels valors per tal de que s'hi ajusti. Si un cop realitzat el logaritme encara no és possible traçar una recta, el mètode gràfic no és considerat com a vàlid i per tant s'hauran de considerar els valors com a variables numèriques contínues.

Per aplicar el mètode es tindrà en compte el mes de màximes necessitats hídriques que coincidirà, lògicament, amb el mes de màxim dèficit d'aigua. Es determinarà per tant, l'evapotranspiració de càlcul per al mes de juliol.

5.1. Mètode gràfic.

Per poder determinar si es tracta d'una distribució normal de dades, la representació gràfica s'hauria d'ajustar a una recta. A la taula 7 es mostren les dades necessàries per poder realitzar el gràfic i a la figura 2 la representació gràfica corresponent.

Taula 7. Càlcul de la freqüència de Wailbull per al mes de juliol.

Any	ET ₀ (mm)	Ordre decreixent	Núm. Ordre	Freqüència
1999	187,05	211,46	1	11,11
2000	188,01	211	2	22,22
2002	205,61	209,79	3	33,33
2003	211	205,61	4	44,44
2004	181,93	198,03	5	55,55
2005	211,46	188,01	6	66,66
2006	209,79	187,05	7	77,77
2007	198,03	181,93	8	88,88

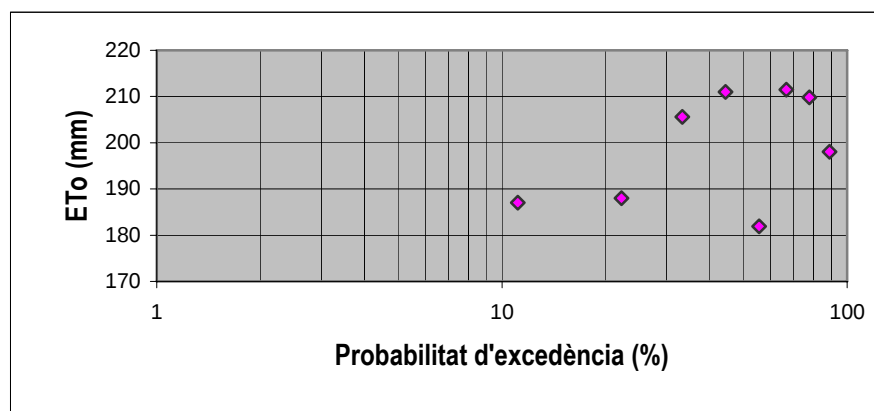


Figura 2. Determinació de la recta de probabilitat.

El gràfic de la figura 2 mostra el percentatge de temps durant el qual l'evapotranspiració és major que la quantitat indicada. Com es pot observar, les dades climàtiques no segueixen cap tipus de linealitat; com a conseqüència, caldrà realitzar l'arrel quadrada dels valors d'evapotranspiració. A la taula 8 queden representades les dades un cop realitzada l'arrel quadrada dels valors d'evapotranspiració.

Taula 8. Normalització de la distribució de dades.

Any	$\sqrt{ET_0}$ (mm)	Ordre decreixent	Núm. Ordre	Freqüència
1999	13,68	14,54	1	11,11
2000	13,71	14,53	2	22,22
2002	14,34	14,48	3	33,33
2003	14,53	14,34	4	44,44
2004	13,49	14,07	5	55,55
2005	14,54	13,71	6	66,66
2006	14,48	13,68	7	77,77
2007	14,07	13,49	8	88,88

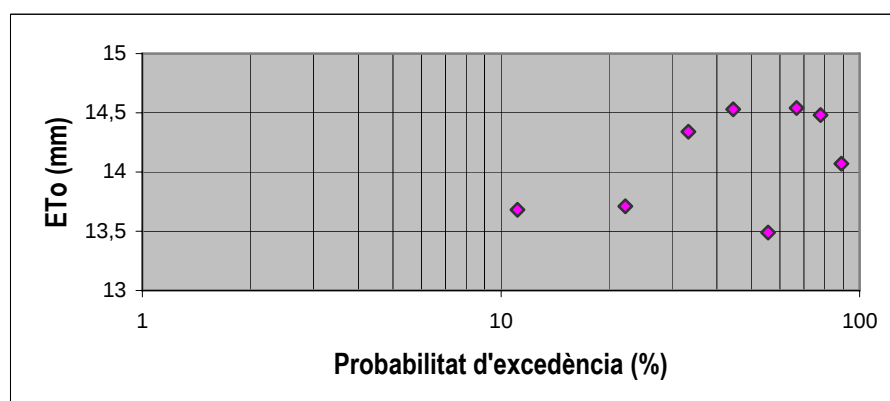


Figura 3. Determinació de la recta de probabilitat.

El gràfic de la figura 3 mostra el percentatge de temps durant el qual l'evapotranspiració és major que la quantitat indicada. Com es pot observar, el fet de realitzar l'arrel quadrada dels valors d'evapotranspiració no permet aconseguir major linealitat, per tant, es representaran els logaritmes dels valors.

A la taula 9 queden representades les dades un cop realitzat el logaritme dels valors d'evapotranspiració.

Taula 9. Normalització de la distribució de dades.

Any	Log (ET ₀)	Ordre decreixent	Núm. Ordre	Log (Freq.)
1999	2,272	2,325	1	1,05
2000	2,274	2,324	2	1,35
2002	2,313	2,322	3	1,52
2003	2,324	2,313	4	1,65
2004	2,26	2,297	5	1,74
2005	2,325	2,274	6	1,82
2006	2,322	2,272	7	1,89
2007	2,297	2,26	8	1,95

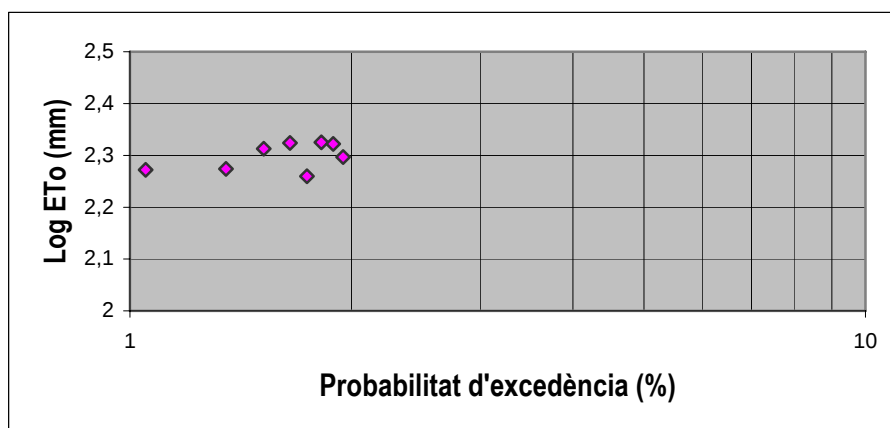


Figura 4. Determinació de la recta de probabilitat.

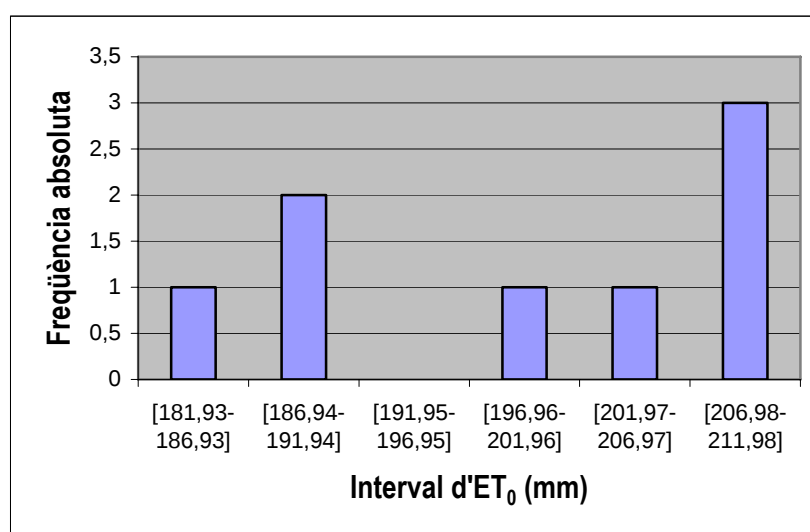
El gràfic de la figura 4 mostra el percentatge de temps durant el qual l'evapotranspiració és major que la quantitat indicada. Degut a la manca de linealitat, seguidament es tractaran les dades com a variables numèriques contínues.

5.2. Mètode de les variables numèriques contínues.

Com que el nombre de dades disponibles és inferior a cinquanta, aquestes s'agruparan en 5 classes, adoptant una amplitud d'interval de 4,92 mm. A la taula 10 es poden observar els diferents intervals considerats, així com les freqüències de cada un d'ells; a la figura 5 se'n pot veure la representació gràfica.

Taula 10. Determinació de la freqüència absoluta.

Classe	Interval	Freq. abs
1	[181,93-186,93]	1
2	[186,94-191,94]	2
3	[191,95-196,95]	0
4	[196,96-201,96]	1
5	[201,97-206,97]	1
6	[206,98-211,98]	3

Figura 5. Determinació del valor d'ET₀ màxim més probable que es produeix.

Per tant s'adoptarà com a valor d'evapotranspiració màxima que es produeix amb més probabilitat al mes de juliol:

$$ET_0 = 211,98 \text{ mm/mes} = \mathbf{6,84 \text{ mm/dia}}$$

6. Vent.

El vent és un factor important en els conreus, ja sigui pels possibles danys que pot ocasionar o pel fet de determinar l'elecció del sistema de reg a implantar.

A continuació, a la taula 11, es mostren les dades climàtiques referents al vent per tal d'establir-ne el grau a l'escala de Beaufort (1805).

Taula 11. Velocitat mitjana mensual del vent d'un any mig (m/s).

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	Mitjana	Desviació típica
Velocitat vent (m/s)	2,03	2,32	2,46	2,47	2,38	2,46	2,71	2,39	2,02	1,84	1,87	1,94	2,24	± 0,28
Direcció vent (graus)	193,8	201,7	179,9	175,2	168,4	172	162,6	170,2	168,4	179,1	211,4	202,3		

La velocitat mitjana del vent és de 2,24 m/s; segons l'escala Beaufort, s'estableix el grau 2 per caracteritzar-lo, essent aquest un vent moderat.

7. Règim de gelades.

Per determinar el règim de gelades s'utilitzarà el mètode de Papadakis el qual estableix un període mínim lliure de gelades, un període disponible lliure de gelades, un període mig lliure de gelades i un període total lliure de gelades en funció de les temperatures mínimes absolutes mensuals. Serà important determinar el règim de gelades per tal de veure com aquest pot influir sobre les plantes en els diferents estats fenològics del període vegetatiu susceptibles de patir alteracions.

A partir dels valors de la taula 12 es calcularan els diferents períodes.

Taula 12. Temperatures mínimes absolutes mensuals (°C).

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
Temperatura mínima absoluta (°C)	-5,57	-3,61	-2,36	-0,93	3,5	6,66	11,49	11,13	6,51	3,2	-2,15	-4,06

● *Període mínim lliure de gelades.*

S'entén com a període mínim lliure de gelades, l'interval de mesos on la temperatura mínima absoluta és igual o superior a 7°C.

- 1 de juny: T^a mín. abs.= 6,66°C.
- 1 de juliol: T^a mín. abs.= 11,49°C.
- 2 de juny: T^a mín. abs.= 7°C.
- 1 d'agost: T^a mín. abs.= 11,13°C.
- 1 de setembre: T^a mín. abs.= 6,51°C.
- 28 d'agost: T^a mín. abs.= 7°C.

Per tant, el període mínim lliure de gelades queda comprès entre el 2 de juny i el 28 d'agost (2,5 mesos).

● *Període disponible lliure de gelades.*

S'entén com a període disponible lliure de gelades, l'interval de mesos on la temperatura mínima absoluta és superior a 2°C i inferior a 7°C.

- 1 d'abril: T^a mín. abs.= - 0,93°C.
- 1 de maig: T^a mín. abs.= 3,5°C.
- 20 d'abril: T^a mín. abs.= 2°C.
- 1 d'agost: T^a mín. abs.= 11,13°C.
- 1 de setembre: T^a mín. abs.= 6,51°C.
- 28 d'agost: T^a mín. abs.= 7°C.

Per tant, el període disponible lliure de gelades queda comprès entre el 20 d'abril i el 28 d'agost (4 mesos).

● *Període mig lliure de gelades.*

S'entén com a període mig lliure de gelades, l'interval de mesos on la temperatura mínima absoluta és superior a 2°C.

- 1 d'abril: T^a mín. abs.= - 0,93°C.
- 1 de maig: T^a mín. abs.= 3,5°C.
- 20 d'abril: T^a mín. abs.= 2°C.

- 1 d'octubre: T^a mín. abs. = $3,2^{\circ}\text{C}$.
- 1 de novembre: T^a mín. abs. = $-2,15^{\circ}\text{C}$.
- 7 d'octubre: T^a mín. abs. = 2°C .

Per tant, el període mig lliure de gelades queda comprès entre el 20 d'abril i el 7 d'octubre (5,5 mesos).

● *Període total lliure de gelades.*

S'entén com a període total lliure de gelades, l'interval de mesos on la temperatura mínima absoluta és superior a 0°C .

- 1 d'abril: T^a mín. abs. = $-0,93^{\circ}\text{C}$.
- 1 de maig: T^a mín. abs. = $3,5^{\circ}\text{C}$.
- 6 d'abril: T^a mín. abs. = 0°C .
- 1 d'octubre: T^a mín. abs. = $3,2^{\circ}\text{C}$.
- 1 de novembre: T^a mín. abs. = $-2,15^{\circ}\text{C}$.
- 18 d'octubre: T^a mín. abs. = 0°C .

Per tant, el període total lliure de gelades queda comprès entre el 6 d'abril i el 18 d'octubre (6 mesos).

8. Hores- fred.

Per tal de determinar quin és el nombre d'hores- fred a la zona estudiada, es consideraran diferents expressions desenvolupades per diferents autors.

8.1. Mètode Weinberger (1956).

Segons l'autor el nombre d'hores- fred pot determinar-se en funció de la mitjana aritmètica de les temperatures mitjanes de desembre i gener (T), tal com indica la taula 13.

Taula 13. Hores- fred segons Weinberger.

T	13,2	12,3	11,4	10,6	9,8	9	8,3	7,6	6,9	6,3	5,7	5,4	5,1	4,8
Hores- fred (<7°C)	450	550	650	750	850	950	1050	1150	1250	1350	1450	1500	1550	1600

Observant les temperatures mitjanes mensuals expressades a la taula 1, es troba que $T = 5,35^{\circ}\text{C}$; així doncs, el nombre d'hores- fred segons Weinberger és de 1.508,3.

8.2. Mètode Mota (1957).

Segons aquest autor, el nombre d'hores- fred mensual es pot deduir a través de l'expressió:

$$Y = 485,1 - (28,5 * X)$$

On,

X: temperatura mitjana mensual ($^{\circ}\text{C}$).

A la taula 14 es mostren les hores- fred que es produeixen cada mes, juntament amb el total anual.

Taula 14. Hores- fred segons Mota.

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	Total
T^a mitjana (°C)	5,23	6,69	10,21	12,33	16,78	21,45	23,48	22,87	19,26	14,97	8,49	5,47	
Hores- fred	336,1	294,4	194,1	133,7	6,87	-126,2	-184,1	-166,7	-63,8	58,45	243,1	329,2	1.055,2

S'obté, per tant, un rang de 1.508 a 1.055 hores- fred anuals.

3. ANNEX AIGUA DE REG

ÍNDIX

1. Introducció
 2. Resultats obtinguts
 3. Paràmetres de qualitat de l'aigua de reg
- Duresa total
Coeficient alcalí (K_1)
Normes Riverside
Relació d'absorció de sodi (SAR)
Salinitat

1. Introducció.

Es necessari realitzar un anàlisi químic de l'aigua amb la que es pretén regar el cultiu perquè només així es podrà valorar si l'aigua de la que es disposa és o no és apta pel reg.

La mostra en qüestió ha estat extreta del pantà de Can Macià, pertanyent al terme municipal d'Òdena, el dia 18 d'octubre del 2007.

Els diferents paràmetres físic- químics mesurats de la mostra d'aigua han estat realitzats pel Laboratori d'Anàlisi Dr.Echevarne S.A., certificats per Quality Management i són els presentats a continuació:

- Conductivitat a 25°C
- pH
- Sulfats
- Nitrats
- Clorurs
- Sodi
- Calci
- Magnesi

2. Resultats obtinguts.

Els resultats obtinguts de l'anàlisi s'indiquen a la taula 1.

Taula 1. Resultats de l'anàlisi.

Paràmetre	Valor	Unitats
Conductivitat a 25°C	586	μS/cm
pH	8,67	/
Sulfats	152	mg SO ₄ ²⁻ /L
Nitrats	< 1	mg NO ₃ ⁻ /L
Clorurs	37	mg Cl ⁻ /L
Sodi	24	mg Na ⁺ /L
Calci	44	mg Ca ²⁺ /L
Magnesi	33	mg Mg ²⁺ /L

3. Paràmetres de qualitat de l'aigua de reg.

3.1. Duresa total.

La duresa és un indicatiu del risc d'incrustacions, degudes als carbonats presents en l'aigua, que es poden produir a les canonades de reg i als goters, provocant obturacions.

Es mesuren en graus francesos i fa referència a la quantitat de carbonat de calç (CaCO₃) dissolt en l'aigua de reg.

L'expressió que en determina el càlcul és la següent:

$$DT = \left(\frac{mgCa^{2+}}{L} * 2.50 + \frac{mgMg^{2+}}{L} * 4.12 \right) / 10 \text{ (mgCaCO}_3 / L)$$

El resultat obtingut és de 24'6 mg CaCO₃/L. Això ens indica que es tracta d'una aigua semi-dura on el risc d'incrustacions en la instal·lació de reg no és problemàtic segons l'U.S. Salinity Laboratory Staff (Thorne i Peterson, 1954).

3.2. Coeficient alcalí (K₁).

El coeficient alcalí, també anomenat índex d'Scott, permet fer una aproximació del contingut de sals que presenta l'aigua de reg, així com la quantitat de sals que quedarien en el sòl en el cas de que aquesta aigua s'evaporés.

Es calcula a partir del valor que s'obté de la relació "Na⁺ - 0,65 * Cl⁻" (les concentracions expressades en mg/L); en aquest cas concret, i utilitzant els valors expressats en la taula 1, la relació és la següent:

$$Na^+ - 0,65 * Cl^- \leq 0$$

Per tant caldrà utilitzar la fórmula:

$$K_1 = \frac{2040}{Cl^- \text{ (mg / L)}}$$

El resultat obtingut és de 55,13, classificant-se l'aigua de reg segons l'U.S. Salinity Laboratory Staff (Thorne i Peterson, 1954) com a aigua bona, no essent necessari prendre precaucions per la possible acumulació de sals al sòl.

3.3. Normes Riverside.

A partir de les dades de conductivitat elèctrica i de sodicitat (SAR) s'estableix la classificació de l'aigua segons les normes Riverside pel que fa a la seva qualitat pel reg.

3.3.1. Relació d'absorció de sodi (SAR).

El reg amb aigües altament sòdiques podria ocasionar que els ions Na⁺ desplacessin els ions Ca²⁺ i Mg²⁺ del complex adsorbent cap a la solució del sòl, produint així una desestructuració d'aquest i com a conseqüència una pèrdua important de la permeabilitat del sòl.

Per determinar-ne el càlcul s'utilitza la següent expressió:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \text{ (meq / L)}$$

Abans del càlcul cal modificar les unitats perquè els cations s'expressen en meq/L.

- $$\frac{24\text{mg Na}^+}{1\text{L}} \cdot \frac{1\text{g Na}^+}{1000\text{mg Na}^+} \cdot \frac{1\text{mol Na}^+}{23\text{g Na}^+} \cdot \frac{1\text{eq Na}^+}{1\text{mol Na}^+} \cdot \frac{1000\text{meq Na}^+}{1\text{eq Na}^+} = 1,04 \text{ meq Na}^+ / \text{L}$$
- $$\frac{44\text{mg Ca}^{2+}}{1\text{L}} \cdot \frac{1\text{g Ca}^{2+}}{1000\text{mg Ca}^{2+}} \cdot \frac{1\text{mol Ca}^{2+}}{40\text{g Ca}^{2+}} \cdot \frac{2\text{eq Ca}^{2+}}{1\text{mol Ca}^{2+}} \cdot \frac{1000\text{meq Ca}^{2+}}{1\text{eq Ca}^{2+}} = 2,2 \text{ meq Ca}^{2+} / \text{L}$$
- $$\frac{33\text{mg Mg}^{2+}}{1\text{L}} \cdot \frac{1\text{g Mg}^{2+}}{1000\text{mg Mg}^{2+}} \cdot \frac{1\text{mol Mg}^{2+}}{24\text{g Mg}^{2+}} \cdot \frac{2\text{eq Mg}^{2+}}{1\text{mol Mg}^{2+}} \cdot \frac{1000\text{meq Mg}^{2+}}{1\text{eq Mg}^{2+}} = 2,75 \text{ meq Mg}^{2+} / \text{L}$$

Utilitzant els valors especificats en el punt anterior, s'obté una SAR de 0,66 meq/L de manera que segons les normes de diagnòstic utilitzades per la FAO es classifica l'aigua com a S₁. Això significa que és una aigua amb un baix contingut de sodi, utilitzable per a la majoria de sòls, amb la certesa de que el desenvolupament vegetal no es veurà afectat.

3.3.2. Salinitat.

El risc de salinitat es basa en l'estudi de la concentració de sals de l'aigua de reg, per tant, és el paràmetre que determina la quantitat de sals presents en l'aigua sense fer distinció del tipus de compostos que es poden formar. La conductivitat elèctrica de l'aigua és l'índex més utilitzat.

Segons indica la taula 1 la conductivitat elèctrica és de 586 µS/cm, classificant-se l'aigua de reg segon U.S. Salinity Laboratory (Thorne i Peterson, 1954) com a C₂. Això indica que l'aigua és apta per al reg i només pot presentar problemes als cultius més sensibles i aquest no és el cas de la vinya.

4. ANNEX ESTUDI D'ALTERNATIVES

ÍNDEX

1. Introducció
2. Alternatives als mètodes de reg
 - Reg per superfície
 - Reg per aspersió
 - Reg localitzat d'alta freqüència (R.L.A.F.)
3. Alternatives als mètodes d'adobat
 - Distribució general superficial
 - Distribució general enterrant el producte
 - Distribució dels fertilitzants en forma gasosa
 - Injecció de fertilitzants líquids
 - Fertilització foliar
 - Fertirrigació
4. Alternatives a la verema.
 - Verema manual
 - Verema mecanitzada

1. Introducció.

Les alternatives del projecte s'estudiaran per separat, però en cada una d'elles es seguirà el mateix procediment. Primer de tot s'identificaran les diferents alternatives possibles i seguidament se'n farà una avaluació.

2. Alternatives als mètodes de reg.

En el cas de la vinya la fisiologia del cep és la que determinarà el sistema de reg a implantar. Al tractar-se d'una planta molt rústica i adaptada a llargs períodes de sequera, la vinya és molt sensible a excessos d'humitat i tolera molt malament els entollaments d'aigua que li produeixen asfíxia radicular. També haurem de tenir present els efectes del vent en la zona estudiada ja que aquest pot provocar deriva i reduir així l'eficiència del reg. A continuació es caracteritzaran els diferents mètodes de reg.

2.1. Reg per superfícies.

Els diferents mètodes de reg per superfície poden agrupar-se de la següent manera:

- Reg per desbordament.
- Reg per infiltració o solcs.
- Reg per inundació, altrament dit reg a manta.

El reg per desbordament es caracteritza perquè l'aigua cobreix la totalitat del terreny, infiltrant-se en profunditat, i sempre en moviment sobre d'aquest. Per tant, el terreny ha de presentar un cert pendent variable entre 1,5 i 5% que pot ser de forma natural o bé per moviment de terres.

El reg per solcs també es caracteritza perquè l'aigua sempre està en moviment, però tal com indica el propi nom del mètode, l'aigua és conduïda mitjançant solcs o reguerons. El terreny per aquest mètode de reg ha de presentar un pendent variable entre 1 i 2%.

El reg a manta es caracteritza perquè l'aigua roman estancada en la superfície del terreny infiltrant-se lentament. Per tant l'anivellació del terreny ha de ser bona (pendent < 1,5%) i es fan necessaris en el perímetre de la parcel·la regada petits monticles de terra que impedeixin la sortida de l'aigua.

Un cop descrites les principals característiques dels diferents mètodes de reg en superfície poden establir-se els principals avantatges i inconvenients que presenten.

Avantatges:

- Baix cost (si no hi ha moviments de terra per anivellar).
- Poca especialització dels operaris (fàcil posada en pràctica).

Inconvenients:

- Cost considerable (si s'han de realitzar moviments de terra).
- Baixa eficiència de reg (65% aprox.).
- Proliferació de vegetació adventícia.
- Impossibilitat d'accés a la plantació per a la realització de les labors mentre és efectiu el reg i durant els dies següents, sobretot si la maquinària a utilitzar és maquinària pesada.
- Possibilitat de produir asfíxia radicular.
- Possibilitat d'erosió del sòl.

2.2. Reg per aspersió.

A continuació es mostren els principals avantatges i inconvenients del sistema de reg per aspersió.

Avantatges:

- Major aprofitament del terreny de cultiu al evitar la construcció de canals, reguerons, etc. per a la distribució de l'aigua dins l'explotació.
- Poden regar- e terrenys amb topografia accidentada, sense necessitat d'anivellar el terreny prèviament.
- Estalvi l'aigua perquè aquesta es pot dosificar.
- Possibilitat de regar terrenys amb fort pendent.
- Reducció de la mà d'obra necessària i major rapidesa i facilitat per efectuar el reg (les instal·lacions es poden dirigir a distància).
- Possibilitat d'aplicar fertilitzants i productes fitosanitaris mitjançant el reg.
- Eficiència de reg notable (85% aprox.).
- Produeix un rentat de les fulles, afavorint així la funció clorofil·lica.
- Possibilitat de mecanitzar el cultiu al eliminar els sistemes de conducció d'aigua que impedeixen la lliure circulació de la maquinària.

Inconvenients:

- Elevat cost d'instal·lació i amortització.
- En presència de forts vents, defectuosa distribució de l'aigua i increment de les pèrdues per evaporació.
- Possible increment de plagues i malalties criptogàmiques sobre el cultiu.
- Proliferació de la vegetació adventícia.
- Elevats costos de funcionament i manteniment.
- Requeriment de manteniment de l'equip de reg.
- Díficil maniobrabilitat dels equips de reg.
- Elevada erosió del sòl (destrucció d'agregats degut a l'impacte de les gotes d'aigua).

2.3. Reg localitzat d'alta freqüència (R.L.A.F.).

Els sistemes de reg l'alta freqüència poden classificar-se de la següent manera:

- Microaspersió.
- Reg subterrani o mànegues d'exsudació.
- Reg per degoteig.

Els principals avantatges i inconvenients dels diferents sistemes de reg localitzat d'alta freqüència es mostren a continuació.

Microaspersió.

Avantatges:

- Requeriment de poca o nul·la mà d'obra pel seu funcionament.
- Possibilitat d'aplicar fertilitzants i productes fitosanitaris a través del reg.

- Permet aplicar l'aigua i l'adob de forma localitzada en la zona explorada pel sistema radicular.
- Presenta pocs problemes d'obturacions.
- Eficiència de reg elevada (al voltant del 95%).

Inconvenients:

- Elevat cost energètic.
- Elevat cost de la instal·lació.
- En presència de forts vents, defectuosa distribució de l'aigua, increment de les pèrdues per evaporació i possibilitat de proliferació de plagues i malalties criptogàmiques si els microaspersors estan molt elevats respecte el terreny.

Reg subterrani o mànegues d'exsudació.

Avantatges:

- Requeriment de poca o nul·la mà d'obra pel seu funcionament.
- Eficiència de reg elevada (al voltant del 95%).

Inconvenients:

- Presenta molts problemes d'obturacions.
- Possibilitat de proliferació de fongs i bacteries a l'interior de la conducció si hi incideix la llum; degut a això hi ha la necessitat d'enterrar-los.
- Ràpid deteriorament.

Reg per degoteig.

Avantatges:

- Requeriment de poca o nul·la mà d'obra pel seu funcionament.
- Possibilitat d'aplicar fertilitzants i productes fitosanitaris mitjançant el reg.
- Possibilitat de reg en terrenys accidentals o que no posseeixin les qualitats idònies per implantar un cultiu.
- Major disponibilitat d'aigua i nutrients per al cultiu.
- Possibilitat de realitzar altres labors de cultiu mentre s'executa el reg.
- Permet la utilització d'aigües de baixa qualitat, de tipus salí, al reduir-se la pressió osmòtica ja que la tensió matricial és molt baixa entre les partícules del sòl perquè el terreny sempre roman humit.
- No s'altera l'estructura del sòl.
- Eficiència de reg elevada (95% aprox.).

Inconvenients:

- Elevat cost de la instal·lació.
- Necessitat de mà d'obra qualificada.
- Càlcul precís.
- Presència d'un bon sistema de filtratge, per evitar així possibles obturacions en goters i conduccions.

3. Alternatives als mètodes d'adobat.

3.1. Distribució general superficial.

Consisteix en aplicar el fertilitzant mitjançant adobadores que essencialment consten d'un bastidor suspès dels tres punts del tractor, una tremuja, un remenador a fi d'evitar que els adobs s'aglomerin i un sistema d'aplicació format per un plat giratori a la sortida de la tremuja que distribueix l'adob en forma de ventall.

Avantatges:

- Poca especialització de la mà d'obra.

Inconvenients:

- Per aconseguir que el fertilitzant penetri en el sòl, és necessari efectuar un reg després de l'aplicació de l'adobat.
- Proliferació de flora adventícia.

3.2. Distribució general enterrant el producte.

És un mètode utilitzat per l'aplicació d'adob sòlid que consisteix en l'aplicació a través d'una tremuja i posterior enterrat d'aquest mitjançant una grada de discs o un cultivador a la profunditat desitjada.

Avantatges:

- Poca especialització de la mà d'obra.

Inconvenients:

- L'enterrat de l'adob ha de realitzar-se a una certa distància dels ceps per tal de no danyar el sistema radicular d'aquesta; per tant gran part del fertilitzant aplicat no serà aprofitat pel cultiu.
- L'enterrat de l'adob en el cas de la vinya ha de ser a gran profunditat ja que el seu sistema radicular s'estén com a terme mitjà a uns 75 cm.
- Proliferació de la flora adventícia.

3.3. Distribució dels fertilitzants en forma gasosa.

Amb aquest mètode només pot aportar-se el nitrogen pel que es requerirà una segona fertilització per aportar els altres elements minerals necessaris i essencials pel cultiu.

El sistema d'aplicació consta principalment de tres parts:

- Tanc d'amoníac suspès sobre un xassís amb rodes, arrossegat pel tractor.
- Equip distribuïdor de gas format per una vàlvula dosificadora.
- Reixes injectores a on aniran units els tubs distribuïdors de gas que permetran la penetració en el terreny.

Utilitzant aquest mètode, es corre el perill de causar danys al sistema radicular del cultiu.

3.4. Injecció de fertilitzants líquids.

Consisteix en injectar al sòl solucions fertilitzants mitjançant un pal injector que permet col·locar a la profunditat desitjada els elements nutritius.

El principal inconvenient que presenta aquest mètode és que l'aplicació s'ha d'efectuar individualment a cada planta, fet que origina una gran despesa econòmica en quant a mà d'obra necessària.

3.5. Fertilització foliar.

La fertilització foliar es basa en mullar la part aèria del cultiu amb la solució fertilitzant per tal de que la planta pugui absorbir els elements nutritius a través dels estomes de les fulles. S'utilitza per realitzar aquesta tasca polvoritzadores anàlogues a les utilitzades per l'aplicació de tractaments fitosanitaris.

Avantatges:

- Absorció de nutrients difícils d'assimilar per via radicular en sòls amb pH extrems i excessos de calç com pot ser el cas del fòsfor i el potassi.
- Penetració ràpida dels elements nutritius activadors de la vegetació, com el nitrogen.

Inconvenients:

- Les quantitats d'elements principals (N, P, K) absorbides per la planta amb aquest mètode no són suficients per cobrir les seves exigències, per tant només poden ser considerades com a complement que ajuda a activar la vegetació en determinats moments.
- Mala uniformitat en presència de forts vents.
- Possibles cremades a la vegetació si la solució no té una dissolució correcta.

3.6. Fertirrigació.

Aquest mètode d'adobat es basa en aplicar els diferents nutrients necessaris per la planta, dissolts en l'aigua de reg. S'utilitza aquest mètode tant en reg per aspersió com en reg per degoteig, essent aquest últim el més adequat, ja que eviten pèrdues d'adob i possibles cremades a la vegetació i als fruits entre d'altres.

Avantatges:

- Necessitat de mà d'obra escassa o nul·la amb la conseqüent reducció de costos.
- Permet realitzar altres labors mentre es fa efectiu l'adobat.
- Ràpida absorció de nutrients per part de la planta gràcies a que el fertilitzant està dissolt en l'aigua de reg.
- Al ser una aplicació localitzada es redueixen al mínim les pèrdues d'adob així com la proliferació de vegetació adventícia.
- Permet una dosificació molt ajustada a les necessitats del cultiu en cada estat fisiològic.
- Possibilitat d'aplicar productes fitosanitaris i productes herbicides amb la mateixa instal·lació de fertirrigació.

Inconvenients:

- Es requereix major qualificació tècnica dels operaris.
- Possibles problemes per obturacions de goters.
- Elevat cost de la instal·lació.
- El cost dels adobs és elevat degut a que es tracta d'adobs líquids o bé d'adobs sòlids solubles.

4. Alternatives a la verema.

4.1. Verema manual.

El sistema més emprat és el tractor amb remolc. Consisteix en veremar i abocar els raïms directament al remolc. Presenta el avantatges de rapidesa de descàrrega del raïm, poques pèrdues de most, poc aixafament del raïm si el remolc no es carrega en excés i rapidesa de transport al celler.

Un altre sistema és la recol·lecció amb caixes amb capacitat per a 20-30 kg de raïm o contenidors de 200 a 300 kg de capacitat. El seu ús es veu dificultat per la seva distribució a l'interior del camp així com la dificultat de transport al celler.

El principal inconvenient de tots els sistemes de recol·lecció manual és la dificultat de trobar el personal temporer necessari i donar-los allotjament.

4.2. Verema mecanitzada.

L'operació de recol·lecció pot realitzar-se mecànicament mitjançant una màquina que per sacsejades laterals alternatives amb varetes arquejades d'un extrem lliure de fibra de vidre, fan despendre el raïm del cep el qual es disposa en unes plataformes rígides retràctils, que deixaran caure el raïm sobre unes cintes transportadores que el conduiran cap a la tolva que es troba situada a la part superior de la màquina.

Els principals avantatges de la verema mecànica són:

- Permet recollir el raïm en el moment d'òptima maduresa ja que la recol·lecció és molt més ràpida.
- Permet recollir el raïm en temps plujós i en hores nocturnes.
- Evita problemes de manca de mà d'obra.

5. ANNEX PROCÉS PRODUCTIU

ÍNDIX

1. Manteniment de la plantació
 - 1.1. La pre-poda
 - 1.1.1. Mecanització de la pre-poda
 - 1.2. La poda de producció
 - 1.2.1. Poda en sec o d'hivern
 - 1.2.2. Poda en verd o d'estiu
 - 1.2.3. Mecanització de la poda
 - 1.3. La fertilització
 - 1.3.1. La fertilització orgànica
 - 1.3.2. La fertilització mineral
 - 1.3.3. Mecanització de la fertilització
 - 1.4. Manteniment del sòl
 - 1.4.1. Conreu del sòl
 - 1.4.1.1. Mecanització del conreu
 - 1.4.2. Desherbat químic
 - 1.5. Protecció fitosanitària
 - 1.5.1. Mecanització dels tractaments fitosanitaris

1. Manteniment de la plantació.

El manteniment de la plantació inclou:

- La pre-poda
- La poda de fructificació
- La fertilització.
- El manteniment del sòl.
- La protecció fitosanitària.

1.1. La pre-poda.

L'objectiu d'aquesta operació és eliminar, de forma ràpida i mecànica, la major part de la fusta de poda del cep.

El fet d'eliminar part dels sarments té els avantatges de facilitar el maneig en l'operació de poda i en les altres operacions que s'hagin de realitzar. A més d'eliminar els sarments, es trossegen, deixant els fragments vegetals sobre el sòl, cosa que facilita la seva descomposició i afavoreix l'enriquiment nutritiu del sòl.

Aquesta operació es realitzarà durant el mes de gener quan la plantació està en repòs vegetatiu.

1.1.1. Mecanització de la pre-poda.

S'utilitzen pre-podadores trossejadores, màquines que tallen i esmicolen els sarments de forma que s'evita el haver-los de recollir. La pre-podadora està formada per discs tallants col·locats horitzontalment en un pla vertical a dues bandes que anirà recorrent el llarg de les diferents fileres de la plantació.

1.2. La poda de producció.

1.2.1. Poda en sec o d'hivern.

Els objectius que s'intenten assolir són els següents:

- Limitar l'expansió del cep i mantenir-lo en una forma compatible amb les pràctiques de cultiu.
- Limitar el nombre de gemmes per adaptar-lo a la capacitat de creixement del cep i a les possibilitats ofertes pel medi, per tal d'obtenir un vigor adequat.
- Limitar el nombre de raïms per adaptar-lo a la capacitat fotosintètica del cep, per tal d'obtenir una concentració de sucres correcta i una reconstrucció del dipòsit de midó en els òrgans perennes.

Una bona poda d'hivern es redueix, per tant, a deixar una càrrega òptima, considerant el nombre de gemmes, la seva situació i el seu repartiment sobre el cep. En aquest cas, es tracta d'una poda curta, altrament anomenada cordó royat doble que consisteix en deixar 3 dits per braç amb dues gemmes cadascun.

Aquesta operació es realitzarà entre gener i febrer un cop s'hagi realitzat la pre-poda mecànica.

1.2.2. Poda en verd o d'estiu.

Inclou el conjunt de pràctiques de poda que es realitzen durant el període vegetatiu del cep. La seva finalitat és completar la poda en sec per mantenir l'equilibri entre el desenvolupament

vegetatiu i la fructificació, així com obtenir unes condicions sanitàries més eficients, al afavorir l'airejament i facilitar l'aplicació de fitosanitaris.

Les pràctiques de poda en verd més usuals són:

- L'esporgat.
Aquesta operació consisteix en l'eliminació dels brots en creixement procedents de les gemmes de la fusta vella.
- El despuntat.
Aquesta operació consisteix en l'eliminació de la part terminal del sarment.

Aquestes operacions es realitzaran al mes de juny.

1.2.3. Mecanització de la poda.

La feina de la poda és una de les que requereixen més mà d'obra en el conreu de la vinya.

Una mecanització total és encara inviable, de manera que els avanços tècnics fets en el camp de la mecanització han estat més encaminats a no substituir, sinó a facilitar la tasca de l'home.

La maquinària utilitzada per aquesta operació és la tisora elèctrica, que a diferència de la tisora hidràulica i pneumàtica, presenta una autonomia de 6 a 8 hores sense necessitat d'anar accionada pel tractor.

1.3. La fertilització.

1.3.1. La fertilització orgànica.

L'anàlisi de sòl mostra que el contingut del sòl en matèria orgànica és pobre tractant-se del conreu de la vinya així que l'objectiu primer serà d'augmentar la quantitat de matèria orgànica del 1,22% al 1,5% amb una adobat de correcció i després mantenir-la any rere any amb un adobat de conservació.

Si s'estableix un balanç hùmic tenint en compte que les restes de sarments provinents de la pre-poda i la poda suposen una aportació d'humus del 30% del seu pes en matèria seca (Gros, 1986; Henin, 1972) i que les pèrdues anuals per mineralització representen un 2% de les existències de matèria orgànica estable en el sòl (Lechevallier C., 1996), es podrà determinar quina és la quantitat d'adob orgànic que s'ha d'aportar.

$$E = \%M.O * da * h * 10^4$$

$$P = E * k_2$$

$$G = RP * \%ms * k_1$$

On:

- E: existències de matèria orgànica estable en el sòl (t/ha).
 - M.O = 1,22%; matèria orgànica del sòl.
 - da = 1,35; densitat aparent del sòl (t/m³) (Doorenbos *et al.*, 1979).
 - h = 0,3; profunditat mitja de l'anàlisi de sòl (m).
- P: pèrdues de matèria orgànica estable anual (t/ha i any).
 - k₂ = 2%; coeficient de mineralització.
- G: guanys de matèria orgànica estable anual (t/ha i any).
 - RP = 3; restes de poda anuals (t/ha i any).
 - m.s = 60%; percentatge de matèria seca de les restes de poda.
 - k₁ = 30%; percentatge d'humificació de la matèria seca.

Adob de correcció

M.O_{inicial} = 1,22%, M.O_{final} = 1,5%; Variació de la M.O = 1,5 – 1,22 = 0,28%
 Necessitat = 0,0028 * 1,35 * 0,3 * 10⁴ = 11,34 t/ha i any

L'adobat de correcció es farà mitjançant l'aportació de fems d'oví. S'ha optat pels fems d'ovella pel seu alt coeficient isohúmic, pel baix preu econòmic i per la seva fàcil adquisició.

$$A = N \times \frac{1}{k_1 \times (\% m.s)}$$

On:

- A: aportació necessària de fems (t/ha i any).
- N: necessitat de matèria orgànica (t/ha i any).
- k₁ = 0,4; coeficient isohúmic dels fems d'ovella.
- m.s = 25%; percentatge en matèria seca dels fems.

Per tant,

$$A = 11,34 \times \frac{1}{0,4 \times 0,25} = 114 \text{ t / ha i any}$$

Així doncs, s'hauran d'aportar 114 t/ha de fems d'oví per aconseguir el nivell mínim establert de matèria orgànica estable en el sòl pel cultiu de la vinya.

Adob de conservació

E = 0,015 * 1,35 * 0,3 * 10⁴ = 60,75 t/ha
 P = 0,02 * 60,75 = 1,22 t/ha i any
 G = 3 * 0,6 * 0,3 = 0,54 t/ha i any

Balanç húmic = P - G

Balanç húmic = 1,22 – 0,54 = 0,68 t/ha i any

Tal com es pot observar, el sòl tendeix a empobrir-se pel que fa a la matèria orgànica estable a un ritme de 0,68 t/ha i any. Degut a això s'haurà d'aportar anualment la mateixa quantitat d'humus que es perd per tal de mantenir el nivell de matèria orgànica estable en un 1,5% mitjançant aportacions de fems d'oví com en el cas anterior.

$$A = 0,68 \times \frac{1}{0,4 \times 0,25} = 6,8 \text{ t / ha i any}$$

Una quantitat de 6,8 t/ha i any de fems d'oví és una quantitat molt petita i es fa difícil la seva repartició homogènia per tota la parcel·la. Per tant, degut a que les pèrdues anuals són baixes es realitzarà una aportació de 34 t/ha de fems cada cinc anys per tal de mantenir el percentatge de matèria orgànica estable en el sòl a un valor adequat.

A la taula 1 queda resumit l'adobat orgànic de les 5,25 ha de vinya pels primers 7 anys.

Taula 1. Resum de la fertilització orgànica.

Any	Adob orgànic (t/ha i any)	Adob orgànic (t/any)
1	114	600
2	34	179
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	34	179

1.3.2. La fertilització mineral.

Tal i com s'ha indicat en l'annex d'estudi d'alternatives, s'ha optat pel sistema de fertirrigació pels avantatges que suposa.

L'annex d'anàlisi de sòl indica que les quantitats minerals presents en el sòl són correctes, per tant, l'estratègia de fertilització es centrarà bàsicament en una fertilització de manteniment per tal de restituir les exportacions del cultiu.

Tots els adobs utilitzats es troben al mercat en forma líquida i les seves característiques es troben indicades a la taula 2.

Taula 2. Adobs líquids.

Producte comercial	Densitat (kg/L producte)
N-NH ₄ (32%)	1,3
H ₃ PO ₄ (75% P ₂ O ₅)	2
NPK (0,0,15)	1,16
Mg(NO ₃) ₂ (7% N + 10% MgO)	1,3

Les necessitats dels diferents elements nutritius per part del cultiu (Delas, 1989), així com les diferents quantitats de fertilitzants que seran necessàries aportar anualment, considerant una producció mitjana de 6.000 kg/ha, queda reflectida a la taula 3.

Taula 3. Aportacions fertilitzant mineral.

Elements nutritius	Extraccions unitàries (kg/t producció)	Extraccions totals (kg/ha i any)	Aportació mineral (kg/ha i any)	Aportació mineral (L/ha)
N	8,5	51- 5,6= 45,4	142 N-NH ₄	109,2 N-NH ₄
P ₂ O ₅	7	42	56 H ₃ PO ₄	28 H ₃ PO ₄
K ₂ O	15	90	600 NPK (0,0,15)	517 NPK (0,0,15)
MgO	1,3	8	80 Mg(NO ₃) ₂	61,5 Mg(NO ₃) ₂

On:

- Extraccions totals (kg/ha i any) = extraccions unitàries (kg/t producció) * producció anual (t/ha).
- Aportació mineral (kg/ha i any) = extracció total (kg/ha i any) * riquesa del producte comercial.
- Aportació mineral (L/ha) = aportació mineral (kg/ha i any) * densitat del producte comercial (kg/L).

$$\frac{80\text{kg Mg}(\text{NO}_3)_2}{\text{ha} \times \text{any}} \cdot \frac{7\text{kg N}}{100\text{kg Mg}(\text{NO}_3)_2} = \frac{5,6\text{kg N}}{\text{ha} \times \text{any}}$$

El fet d'utilitzar el sistema de fertirrigació permetrà una aplicació més esglaonada dels diferents adobs, podent-se adaptar a les exigències del cultiu segons l'estat fenològic en que es trobi.

Gran part del nitrogen (60%) haurà de ser aplicat entre els mesos d'abril i maig (desborronat) per tal de que en el període de màxima exigència (juny i juliol), període intens de creixement, pugui ser utilitzat. La resta de fertilitzant nitrogenat s'aplicarà entre els mesos de juny, juliol i agost de manera que s'haurà de disminuir la quantitat a mesura que s'acosta l'agostejament.

Els sarments ben previstos de fòsfor acumulen més reserves amilàcies produint així brots més fèrtils; per tant l'aportació de fertilitzant fosforat s'haurà de realitzar a principis d'abril per tal de que en el moment de brotació la planta pugui disposar de les quantitats necessàries.

El potassi afavoreix la respiració, activa el creixement, augmenta la fotosíntesi i afavoreix l'acumulació de sucres en els fruits. Per tant, les aportacions de potassi es realitzaran de manera constant entre els mesos d'abril (creixement) i agost (maduració).

El magnesi és un dels components principals de la clorofil·la i per tant un potenciador de la formació de carbohidrats. En el moment de maduració del fruit es produeixen els majors consums d'aquest mineral, per tant, les aportacions començaran a realitzar-se al mes de maig (inici de floració) i s'aniran augmentant les quantitats a mesura que es va assolint l'estat de maduració del fruit.

La taula 4 mostra un calendari teòric i aproximat del programa de fertirrigació.

Taula 4. Programa de fertirrigació.

Mes	N-NH ₄ (L/ha)	H ₃ PO ₄ (L/ha)	NPK (0,0,15) (L/ha)	Mg(NO ₃) ₂ (L/ha)
Abril	32,8	28	103,4	-
Maig	32,8	-	103,4	6,15
Juny	21,8	-	103,4	12,3
Juliol	10,9	-	103,4	18,45
Agost	10,9	-	103,4	24,6

El volum que hauran de tenir els tancs de fertilitzant han estat calculats en funció del volum màxim que hauran de contenir expressats en la taula 4 i tenint en compte que aquests seran buidats i reomplerts mensualment. Seran necessaris tres dipòsits, un dels quals contindrà el fertilitzant nitrogenat i magnèsic, l'altre el fertilitzant fosfòric i el tercer el fertilitzant potàssic. A continuació en la taula 5 se'n determinen els resultats.

Taula 5. Volum dels tancs de fertilització.

Tancs	Fertilitzant	Dosi fertilitzant (L/ha)	Volum total fertilitzant (L)	Volum del tanc (L)
1	N-NH ₄ 32% Mg(NO ₃) ₂ (7% N - 10% MgO)	39	205	225
2	H ₃ PO ₄ (75% P ₂ O ₅)	28	147	200
3	NPK (0,0,15)	103	541	600

1.3.3. Mecanització de la fertilització.

Tal i com s'ha indicat anteriorment, la forma d'aplicació dels fertilitzants minerals serà per fertirrigació de tal manera que no serà necessari realitzar cap tipus d'operació al camp per aconseguir aquest objectiu.

D'altra banda, la fertilització orgànica es realitzarà mitjançant un remolc escampador de fems. Aquest remolc porta incorporat dins la caixa un sistema de cadenes que transporta els fems cap a la seva part posterior i és aquí on, mitjançant un bissenefí horitzontal, els fems són expulsats gradualment fora de la caixa i escampats pel camp.

1.4. Manteniment del sòl.

El manteniment del sòl té com a objectiu principal aconseguir les condicions favorables pel desenvolupament de la vinya.

1.4.1. Conreu del sòl.

L'objectiu que es persegueix amb el conreu del sòl és destruir la vegetació adventícia, millorar el règim hídric del sòl i millorar-ne, tant com sigui possible, les propietats físiques, químiques i biològiques. El fet d'eliminar la vegetació adventícia implica una disminució dels fenòmens de competència tant per l'espai útil com per la llum, l'aigua i els nutrients així com la probabilitat d'intoxicació de l'espècie conreada per toxines alliberades per aquestes males herbes. Per altra banda també s'eliminen possibles focus d'organismes patògens que les utilitzen com a hostes.

Amb les labors realitzades en el sòl es facilita l'entrada de l'aigua de pluja, s'evita en part la pèrdua d'aigua per evaporació, s'aconsegueix una millor airejació del sistema radicular i s'afavoreixen les reaccions químiques i biològiques del sòl en benefici dels microorganismes descomposadors i de la nutrició del cep.

Les labors dutes a terme durant el cicle productiu són les següents:

A. Labors de tardor.

Es realitzarà una labor en el mes de novembre, immediatament després de la verema, a una profunditat de 15 - 20 cm, per tal de facilitar l'entrada d'aigua de pluja.

B. Labors d'hivern.

Es realitzarà una labor al mes de febrer a una profunditat de 15 – 20 cm, per millorar l'airejació del sòl.

C. Labors de primavera.

Es realitzaran dues labors, una al mes d'abril i l'altra al mes de maig a una profunditat de 15 - 20 cm, per tal d'eliminar la vegetació adventícia.

D. Labors d'estiu.

Es realitzarà una labor al mes de juny a una profunditat de 15 - 20 cm, per tal de millorar les condicions per l'activitat dels microorganismes.

1.4.1.1. Mecanització del conreu.

Per a totes les labors, tardor, hivern, primavera i estiu s'utilitzarà un cultivador chisel els braços del qual es disposen sobre barres portants; d'aquesta manera el conjunt pot anar suspès o

arrossegat pel tractor i en una de les labors de primavera s'utilitzarà una cavadora intercep situada entre roda i roda al lateral del tractor. Aquesta porta un braç amb un suport oscil·lant a l'extrem, on es col·loca la paleta. En posició automàtica el braç disposa d'una vareta que en topar amb el cep actua damunt una vàlvula de distribució que evitarà que la pala topi amb la planta i un cop aquesta superada, tornarà a la seva posició normal de treball.

1.4.2. Desherbat químic.

L'objectiu del desherbat químic és eliminar la vegetació adventícia del tipus perenne que creix al voltant dels ceps, que es multipliquen per via vegetativa i resulten molt difícils d'eliminar a través de mitjans mecànics. Aquesta operació es realitzarà al mes de juliol mecànicament.

A la taula 6 es mostren les principals espècies que formen part de la vegetació adventícia de la zona.

Taula 6. Vegetació adventícia.

Nom vulgar	Nom científic	Germinació
Margall	<i>Lolium rigidum</i>	Maig
Lletsó	<i>Sonchus arvensis</i>	Primavera i estiu
Xitrons	<i>Diplotaxis eruroides</i>	Primavera
Ravanissa groga	<i>Isatis tinctoria</i>	Primavera
Corretjola	<i>Polygonum aviculare</i>	Primavera

1.5. Protecció fitosanitària.

Les principals plagues i malalties que afecten al la vinya són les que s'indiquen a la taula 7. En aquesta taula es caracteritzen cada una de les plagues i malalties tant pel tipus d'organisme que les causa com pels diferents símptomes que poden observar-se a les diferents parts de la planta.

Taula 7. Principals plagues i malalties que afecten a la vinya.

Malaltia	Organisme	Síntomes		
		Fulles	Raïms	Sarments
Míldiu (<i>Plasmopora vitícola</i>)	Fong	Fulles amb taques d'oli, groguenques i lleugerament transparents a la superfície i pelussa blanca al revers (si la malaltia es troba avançada).	Grans recoberts de pelussa blanca i raquis en forma de S.	-
Oïdi (<i>Uncinula necator</i>)	Fong	Fulles amb un lleuger cargolament de les vores i taques difuses d'un color marronós. Fulla recoberta de polsim grisos semblant a la cendra.	Grans recoberts de pelussa cendrosa	Taques marrons i irregulars en tota la seva longitud.
Podridura gris (<i>Botrytis cinerea</i>)	Fong	Fulles amb taques fosques	Taques circulars violetes fins a cobrir tota la superfície esdevenint el raïm de color marró. Arrugament del gra i dessecació.	-
Plaga	Organisme	Síntomes		
		Fulles	Raïm	Sarments
Acariosi (<i>Calepitrimerus vitis</i> , <i>Phyllocoptes vitis</i>)	Àcar	Fulles translúcides molt petites.	-	-
Corc (<i>Lobesia botrana</i> , <i>Clysia ambuquella</i>)	Insecte	-	Botons florals amb fils de seda formats per larves amb el cap marró clar o negre respectivament.	-

1.5.1. Mecanització dels tractaments fitosanitaris.

En funció de la naturalesa del producte, aquest pot ser aplicat mitjançant un polvoritzador o mitjançant un atomitzador de ventilador.

El polvoritzador s'usa quan el producte a aplicar és sòlid en pols; consta d'un recipient i una turbina que, al girar, provoca un fort corrent d'aire que arrossega les partícules projectant-les damunt els ceps.

L'atomitzador de ventilador s'utilitza quan el producte a aplicar és líquid; combina el corrent d'aire que subministra el ventilador amb la sortida del líquid a pressió.

6. ANNEX DISSENY AGRONÒMIC DEL REG

ÍNDEX

1. Introducció
2. Característiques de la parcel·la
3. Eficiència d'aplicació (E_a)
4. Coeficient d'uniformitat (CU)
5. Cabal d'emissió (Q_e)
6. Conductivitat elèctrica de l'aigua de reg (C_{ei})
7. Conductivitat elèctrica de l'extracte de saturació del sòl (C_{Ee})
8. Necessitats de rentat (LR)
9. Necessitats d'aigua de reg
 - 9.1. Evapotranspiració de disseny (ET_d)
 - 9.2. Necessitats de reg netes (NR_n)
 - 9.3. Necessitats de reg totals (NR_t)
10. Profunditat mullada, radi mullat i Volum d'emissió
11. Profunditat mullada per un emissor (p)
12. Àrea mullada per un emissor (A_e)
13. Percentatge de sòl mullat per un emissor (P_m)
14. Nombre d'emissors per planta (N_e)
15. Interval entre regs (I)
16. Temps de reg diari (tr) i temps de reg total (Tr)
17. Resultats
18. Calendari de reg

1. Introducció.

Mitjançant el disseny agronòmic del reg s'ha de procurar que la instal·lació sigui capaç de subministrar, en el període de màxima demanda hídrica, les necessitats hídriques del cultiu.

Com a conseqüència, el disseny agronòmic es realitzarà tenint en compte les necessitats del mes de juliol, ja que és aquest el mes amb més necessitats hídriques, tal com s'ha vist en la figura 1 de l'annex de climatologia.

2. Característiques de la parcel·la.

Les dades que fan referència a la parcel·la i són necessàries pel disseny agronòmic queden mostrades a continuació.

- Cultiu: vinya (*Vitis vinifera*).
- Sistema de plantació: alta densitat, marc de 1,20 m x 2,80 m.
- Profunditat mitja d'arrels: 0,5 m (Pizarro, 1985).
- Sòl: textura mitja.
- Topografia: pendent > 2%.
- Clima: Mediterrani sec (Papadakis, 1960), Mesomediterrani accentuat (FAO-USDA, 1963).

3. Eficiència d'aplicació (Ea).

L'eficiència d'aplicació es defineix com la fracció de l'aigua aplicada mitjançant el reg que queda retinguda a la zona radicular a disposició del cultiu. Amb la profunditat d'arrels (0,5 m), el clima segons Papadakis (Mediterrani sec) i la textura del sòl (mitja), s'estableix una eficiència d'aplicació de 0,95 (Pizarro, 1986).

4. Coeficient d'uniformitat (CU).

Per determinar el coeficient d'uniformitat del reg, s'hauran de tenir en compte diversos factors com la distància entre emissors (< 2,5 m en cultius permanents), el pendent del sòl (< 2%) i l'aridesa del clima (Papadakis, 1960).

En funció d'aquests paràmetres s'estableix un coeficient d'uniformitat de 0,90 (Keller i Karmelli, 1975).

5. Cabal d'emissió (Qe).

El cabal d'emissió és el cabal que pot subministrar el goter de manera constant. En aquest projecte s'han escollit goters amb un cabal de 4 L/h a la pressió nominal de 1 atmosfera.

6. Conductivitat elèctrica de l'aigua de reg (CEi).

La conductivitat elèctrica de l'aigua de reg és l'especificada a l'annex aigua de reg i correspon al valor de 0,586 dS/m, a 25°C.

7. Conductivitat elèctrica de l'extracte de saturació del sòl (CEe).

En funció de la conductivitat elèctrica de l'extracte de saturació del sòl, es produeix una disminució del rendiment dels cultius que es tradueix directament en una disminució de la producció, causada per la presència de sals al sòl. Per tant s'adoptarà com a valor representatiu de la conductivitat elèctrica de l'extracte de saturació del sòl, aquell que no produeixi cap disminució en el rendiment; és a dir, el valor que permeti un 100% de producció respecte l'òptim, essent aquest de 1,5 dS/m (Ayers i Westcot, 1987).

8. Necessitats de rentat (LR).

Per obtenir un adequat equilibri salí en el sòl, és a dir una concentració de sals en el sòl que no influeixi en el rendiment del cultiu, és necessari efectuar un rentat que obligui a les sals solubles a descendir a horitzons inferiors que els ocupats per les arrels del cultiu. És per això que s'utilitza un coeficient de majoració per tal que la dosi d'aigua aplicada sigui superior a les necessitats de reg netes i suficient per evitar una acumulació de sals excessiva en el sòl perjudicial pel cultiu. Aquest valor de majoració ve determinat per l'expressió:

$$- \quad LR = \frac{CEi}{2 \times CEe} = \frac{0,586}{2 \times 1,5} = 0,19$$

On: - CEi: conductivitat elèctrica de l'aigua de reg (dS/m).
- CEe: conductivitat elèctrica de l'extracte de saturació del sòl (dS/m).

9. Necessitats d'aigua de reg.

9.1. Evapotranspiració de disseny (ETd).

El valor d'evapotranspiració que cal adoptar amb la finalitat de realitzar el disseny agronòmic ve determinat per l'expressió:

$$ETd = ETc * KI \text{ (mm/dia)}$$

On: - ETc: evapotranspiració del cultiu (mm/dia).
- KI: coeficient de localització.

Essent $KI = [SO + 0,5 * (1 - SO)]$ (Freeman i Garzoli, 1976)

On: - SO: superfície ombrejada pel cultiu (%).

Essent $SO = (A / Mp) * 100$

On: - A: àrea ombrejada per planta (m²).
- Mp: marc de plantació (m²).

L'evapotranspiració del cultiu ve determinada per l'expressió:

$$ETc = ET_0 * Kc \text{ (mm/dia)}$$

- On:
- ET_0 : evapotranspiració de referència del mes de màximes necessitats hídriques (mm/dia).
 - K_c : coeficient de cultiu pel més de màximes necessitats hídriques (Doorenbos i Pruitt, 1979). $K_c = 0,7$

Per tant,

- $ET_c = ET_0 * K_c = 6,84 \text{ mm/dia} * 0,7 = 4,79 \text{ mm/dia}$
- $SO = (A / M_p) * 100 = [(1,2 * 0,6) / (1,2 * 2,8)] * 100 = 21\%$
- $K_l = [0,21 + 0,5 * (1 - 0,21)] = 0,6$
- $ET_d = ET_c * K_l = 4,79 \text{ mm/dia} * 0,6 = 2,87 \text{ mm/dia}$

9.2. Necessitats de reg netes (NRn).

Les necessitats de reg netes vénen determinades per l'expressió:

$$NR_n = ET_d - P_e$$

- On: P_e : pluja efectiva (mm/dia).

Degut a que es projecta un sistema de reg per degoteig, no es té en compte la precipitació ja que, al tractar-se d'una aplicació d'aigua localitzada, la influència de la pluja es pot considerar despreciable. Per tant,

$$NR_n = ET_d = 2,87 \text{ mm/dia}$$

9.3. Necessitats de reg totals (NRt).

Les necessitats de reg totals les determina l'expressió:

$$NR_t = \frac{NR_n}{[(1 - K) * CU]}$$

- On:
- NR_n : necessitats de reg netes (mm/dia).
 - K : coeficient de majoració de l'aigua de reg.
- Aquest valor ve condicionat o per les necessitats de rentat de sals o bé per la pèrdua d'aigua per percolació així que s'escollirà el més elevat dels dos, que justament serà el que més influència tindrà en les necessitats de reg.

Així doncs, $K = LR = 0,19$

$$K = 1 - E_a = 1 - 0,95 = 0,05$$

- CU : coeficient d'uniformitat.

Per tant,

$$NR_t = \frac{2,87}{[(1 - 0,19) * 0,9]} = 3,94 \text{ mm / dia}$$

Les millors qualitats de raïm s'obtenen quan la planta pateix un determinat estrès hídric en el període comprès entre l'estat fenològic L (raïm tancat) i N (maduresa) ja que el seu sistema radicular produeix quantitats més importants d'àcid abscísic, provocant aquest compost una major i millor maduració dels fruits, en detriment dels processos de vegetació. Aquest estrès hídric es té en consideració reduint en un 20% les necessitats de reg calculades (Lissarague, 1997).

Finalment resulta que,

$$NRt = 3,15 \text{ mm/dia} = 976,5 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{mes} = \mathbf{10,6 \text{ L/planta} \cdot \text{dia}}$$

10. Profunditat mullada (p), radi mullat (r) i Volum d'emissió (Ve).

Realitzant les proves pertinents a camp, es poden determinar les dimensions del bulb humit; en funció del volum d'emissió es pot determinar el radi mullat així com la profunditat mullada. Donada la dificultat que representa realitzar aquesta prova a camp, s'ha optat per fer ús de la fórmula de Saxton (1986) per poder determinar la conductivitat hidràulica del sòl, i amb aquesta poder determinar així la profunditat i el radi mullats (Schwartzman i Zur, 1986). Les fórmules per determinar la profunditat i el radi mullat són les següents:

$$z = 29,2 \times (Vw)^{0,63} \times \left(\frac{K_{sat}}{Qe}\right)^{0,45}$$

$$w = 0,031 \times (Vw)^{0,22} \times \left(\frac{K_{sat}}{Qe}\right)^{-0,17}$$

On, z: profunditat mullada per un emissor (m).

w: radi mullat per un emissor (m).

Vw: volum d'aigua aplicat (L).

K_{sat} : conductivitat hidràulica saturada del sòl (m/s). $K_{sat} = 1,24 \times 10^{-6} \text{ m/s}$.

Qe: cabal d'emissió del goter (L/h).

Es considera que la profunditat mitja d'arrels és de 50 cm. Amb aquestes dades i considerant que s'ha escollit un goter amb un cabal de 4 L/h, a la taula 1 es poden observar els resultats obtinguts pel que fa a la relació de profunditat i radi mullats per un emissor.

Taula 1. Profunditat i radi mullats obtinguts amb les equacions de Schwartzman i Zur (1986).

Volum d'emissió (L)	Radi mullat (m)	Profunditat mullada (m)
56	0,96	0,43
60	0,97	0,45
64	0,99	0,47
68	1	0,49
72	1,02	0,51
76	1,03	0,53
80	1,04	0,54
84	1,05	0,56

11. Profunditat mullada per un emissor (p).

La profunditat mullada per un emissor es determina per l'expressió:

$$0,9 \cdot p_r < p \leq 1,2 \cdot p_r$$

On,

p_r : profunditat mitja de les arrels. $p_r = 0,5 \text{ m}$.

Per tant,

$$p = 0,49 \text{ m}.$$

12. Àrea mullada per un emissor (Ae).

L'àrea mullada per un emissor es determina amb l'expressió:

$$Ae = \pi * r^2 (m^2)$$

On,

r: radi mullat per un emissor (m). $r = 1$ m.

Per tant,

$$Ae = 3,14 \text{ m}^2$$

13. Percentatge de sòl mullat per un emissor (Pm).

El percentatge de sòl mullat es determina mitjançant l'expressió:

$$Pm = Ae * [100 / Mp]$$

On,

Ae: area mullada per un emissor (m^2).

Mp: marc de plantació (m^2).

Per tant,

$$Pm = 3,14 * [100 / (1,2 * 2,8)] = 93,5 \%$$

14. Nombre d'emissors per planta (Ne).

El nombre d'emissors per planta ve determinat per l'expressió:

$$Ne > (Mp * Pm) / Ae$$

Per tant,

$$Ne > [(1,2 * 2,8) * 0,94] / 3,14 = 1 \text{ emissor/planta}$$

15. Interval entre regs (I).

L'interval entre regs s'estableix segons l'expressió,

$$I = (Ne * Ve) / NRt \text{ (dies)}$$

On:

- Ve: volum d'aigua aplicat (L).
- I: interval entre regs (dies).
- NRt: necessitats de reg totals (L/planta*dia).
- Ne: nombre d'emissors per planta.

Per tant,

$$I = (1 * 68) / 10,6 = 6,4 \text{ dies} \approx 6 \text{ dies.}$$

A partir d'aquí es corregirà el volum d'aigua aplicat.

$$I = 6 \text{ dies, } Ne = 1, NRt = 10,6 \text{ L/planta*dia} \rightarrow Ve = 63,6 \text{ L} \approx 64 \text{ L.}$$

En aquest cas, la profunditat mullada és aproximadament de 0,47 m i el radi mullat 0,99 m.

Així doncs, s'haurà de re- calcular l'àrea mullada per un emissor i el percentatge de sòl mullat per un emissor amb les dades anteriors corregides.

$$Ae = 3,08 \text{ m}^2.$$

$$Pm = 92\%$$

16. Temps de reg diari (tr) i temps de reg total (Tr).

El temps de reg diari correspon al temps que hauria de durar el reg si aquest s'efectua diàriament. Aquest es determina mitjançant l'expressió:

$$tr = NRt / (Q_e * N_e) \text{ (hores/dia)}$$

Per tant,

$$tr = 10,6 / (4 * 1) = 2,65 \text{ hores/dia} \approx 3 \text{ hores/dia}$$

El temps de reg total correspon al temps real que durarà el reg tenint en compte que aquest s'efectua cada 6 dies. Ve determinat per l'expressió:

$$Tr = tr * I \text{ (hores)}$$

Per tant,

$$Tr = 3 * 6 = 18 \text{ hores/reg}$$

17. Resultats.

Utilitzant les expressions mostrades anteriorment s'obtenen els resultats resumits a la taula 3.

Taula 3. Resultats del disseny agronòmic.

Necessitats de reg totals	10,6 L/planta*dia
Número d'emissors per planta	1 emissor/planta
Cabal d'emissió	4 L/h
Temps de reg	18 hores
Volum d'emissió	64 L/planta
Radi mullat estimat	0,99 m
Profunditat mullada estimada	0,47 m
Percentatge de sòl mullat	92%
Interval entre regs	6 dies

18. Calendari de reg.

Tal com queda especificat a les taules 3, 4, 5, 6 i 7 es comença a regar durant la segona quinzena d'abril ja que, com s'ha pogut veure en l'annex de climatologia, en aquest mes la plantació no requereix gaire quantitat d'aigua i s'acaba el reg a finals d'agost, unes setmanes abans de la verema, perquè la maduració del grans sigui l'òptima.

Taula 3. Calendari de reg mes d'abril.

	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	15 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	16 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	17 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	18	19	20 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³
21 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	22 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	23 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	24	25	26 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	27 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³
28 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	29 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	30				

Taula 4. Calendari de reg mes de maig.

			1	2 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	3 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	4 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³
5 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	6	7	8 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	9 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	10 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	11 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³
12	13	14 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	15 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	16 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	17 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	18
19	20 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	21 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	22 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	23 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	24	25
26 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	27 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	28 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	29 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	30	31	

Taula 5. Calendari de reg mes de juny.

						1 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³
2 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	3 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	4 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	5	6	7 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	8 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³
9 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	10 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	11	12	13 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	14 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	15 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³
16 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	17	18	19 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	20 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	21 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	22 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³
23	24	25 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	26 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	27 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	28 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	29
30						

Taula 6. Calendari de reg mes de juliol.

	1 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	2 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	3 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	4 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	5	6
7 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	8 Subp. A2 Tr = 18 h V = 22 m ³	9 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	10 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	11	12	13 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³
14 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	15 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	16 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	17	18	19 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	20 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³
21 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	22 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	23	24	25 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	26 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	27 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³
28 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	29	30	31 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³			

Taula 7. Calendari de reg mes d'agost.

				1 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	2 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	3 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³
4	5	6 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	7 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	8 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	9 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	10
11	12 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	13 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	14 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	15 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	16	17
18 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³	19 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	20 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	21 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	22	23	24 Subp. A1 Tr = 18 h V = 257 m ³
25 Subp. A2 Tr = 18 h V = 226 m ³	26 Subp. B1 Tr = 18 h V = 353 m ³	27 Subp. B2 Tr = 18 h V = 413 m ³	28	29	30	31

7. ANNEX: DISSENY HIDRÀULIC DEL REG

ÍNDEX

- 1 Consideracions inicials
- 2 Descripció
- 3 Determinació del cabal necessari
- 4 Disseny hidràulic
 - 4.1 Càlcul de laterals
 - 4.2 Càlcul de canonades terciàries
 - 4.3 Càlcul de canonades secundàries
 - 4.4 Càlcul de la canonada principal
 - 4.5 Càlcul de la canonada d'impulsió del pantà a la bassa de reg
 - 4.6 Càlcul del grup de bombejament de la bassa de reg
 - 4.7 Càlcul del grup de bombejament del pantà

1. Consideracions inicials.

- Superfície total a regar: 5,25 ha.
- Marc de plantació: 1,2 x 2,8 m².
- Cabal màxim permès capaç de subministrar el pantà: 7 L/s.
- Cabal màxim capaç de subministrar la bassa de reg: 8,8 L/s.
- S'ha utilitzat l'expressió de Hazem-Williams per determinar les pèrdues de càrrega a les canonades.
- Per al dimensionament dels laterals i les canonades terciàries s'ha utilitzat el mètode de càlcul desenvolupat per Wu i Gitlin (1979).
- Els diàmetres comercials corresponen a canonades de PE.
- El rendiment del grup de bombeig ve determinat pel rendiment del motor i el rendiment de la bomba, essent aquests: $\eta_m = 0,95$ i $\eta_b = 0,7$.
- Pressió nominal dels emissors autocompensants.
Si es té en compte que l'equació cabal- pressió del goter ve determinada per l'expressió $Q = 4,05549 * P^{0,11299}$, essent el cabal de 4 L/h resulta una pressió nominal de 1 atmosfera o 10,33 m de columna d'aigua.
- L'esquema de la instal·lació pot observar-se en els plànols 4, 5, i 6.

2. Descripció.

Les dues parcel·les A i B s'han dividit en 2 subparcel·les de reg cada una, subparcel·la A1, subparcel·la A2, subparcel·la B1 i subparcel·la B2.

El reg s'efectuarà de manera independent per cada subparcel·la bombejant l'aigua directament de la bassa de reg fins a les canonades terciàries.

3. Determinació del cabal necessari.

Per determinar el cabal necessari, s'haurà de determinar quin és el cabal requerit per cada subparcel·la i comprovar si el cabal màxim que és capaç de subministrar la bassa de reg és suficient.

En cada subparcel·la s'ha considerat primerament el lateral de màxima longitud per tal de poder-ne determinar el seu cabal (ja que les subparcel·les no són de geometria rectangular) i posteriorment el diàmetre de la canonada i a partir d'aquí s'ha extrapolat a les canonades laterals restants.

En la taula 1 poden observar-se els resultats.

Taula 1. Cabal laterals i goters requerits per la instal·lació.

	Subp. A1	Subp. A2	Subp. B1	Subp. B2
Nombre de plantes	4013	3525	5521	6458
Cabal màxim del lateral (L/s)	0,12	0,10	0,14	0,137
Cabal canonada terciària (L/s)	4,92	4,50	7,42	8,63
Nombre d'emissors	4387	4230	6625	7749
Nombre de laterals	41	45	53	63

Com es pot observar, el cabal requerit per cada subparcel·la és inferior al cabal màxim capaç de subministrar la bassa de reg (8,8 L/s) per tant, l'aportació hídrica necessària per cada sector de reg es podrà realitzar sense cap problema.

4. Disseny hidràulic.

Els càlculs desenvolupats en el disseny hidràulic s'han obtingut amb el mètode de càlcul de Wu i Gitlin, (1979).

4.1. Càlcul de laterals.

A la taula 2 es mostren els diàmetres dels laterals calculats en funció del pendent, de la longitud i del cabal d'aquests.

Taula 2. Diàmetres interiors comercials dels laterals (mm).

	Subp. A1 ₁	Subp. A1 ₂	Subp. A2 ₁	Subp. A2 ₂	Subp. B1 ₁	Subp. B1 ₂	Subp. B2 ₁	Subp. B2 ₂
Pendent (%)	1,5	3	1,5	1,5	2,5	1,5	- 1	- 1,5
Longitud màxima (m)	107	69	94	87	90	125	115	123
Cabal màxim (L/s)	0,12	0,077	0,10	0,097	0,099	0,14	0,13	0,137
Diàmetre (mm)	20	20	16	16	20	20	16	16
Variació pressió (%)	< 20	20 - 40	< 20	< 20	20 - 40	< 20	< 20	< 20

Nota: el signe negatiu en el pendent indica pendent descendent.

Com es pot observar, totes les canonades compleixen les variacions de pressió establertes per la FAO.

4.2. Càlcul de canonades terciàries.

La taula 3 mostra els diàmetres de les canonades terciàries calculats en funció del pendent, de la longitud i del cabal d'aquests.

Taula 3. Diàmetres comercials de les canonades terciàries (mm).

	Subp. A1 ₁	Subp. A1 ₂	Subp. A2 ₁	Subp. A2 ₂	Subp. B1 ₁	Subp. B1 ₂	Subp. B2 ₁	Subp. B2 ₂
Pendent (%)	4	0,5	4	- 2,5	- 1	4	4	- 1,5
Nº de laterals	18	23	16	29	15	38	38	25
Longitud (m)	62	96	77	102	66	111	170	134
Cabal màxim (L/s)	2,16	1,77	1,6	2,81	1,49	5,32	4,94	3,4
Diàmetre teòric (mm)	80	42	75	40	32	110	110	48
Diàmetre comercial (mm)	90	50	90	50	40	125	125	50
Variació pressió (%)	20 - 40	< 20	20 - 40	< 20	< 20	20 - 40	20 - 40	< 20

Nota: el signe negatiu en el pendent indica pendent descendent.

Com es pot observar, totes les canonades compleixen les variacions de pressió establertes per la FAO.

Les canonades terciàries seran de polietilè d'alta densitat i treballaran a 4 atmosferes de pressió nominal.

4.3. Càlcul de les canonades secundàries.

A partir del càlcul de les canonades terciàries es pot procedir a calcular les característiques de les canonades secundàries. La taula 4 mostra els diàmetres de les canonades secundàries.

Taula 4. Diàmetres comercials de les canonades secundàries (mm).

	Subp. A1	Subp. A2	Subp. B1	Subp. B2
Pendent (%)	- 0,5	0,5	0	1
Longitud (m)	168	339	9	335
Cabal (L/s)	3,93	4,41	6,81	8,34
Diàmetre teòric (mm)	63	67	83	92
Diàmetre comercial (mm)	75	75	90	110

Nota: el signe negatiu en el pendent indica pendent negatiu.

Per fer els càlculs s'ha suposat una velocitat a l'interior de les canonades de 1,25 m/s.

Les fórmules utilitzades són les següents:

$$Q_{\text{secundària}} = \sum Q_{\text{terciàries}} \text{ (L/s)}$$

$$Q = S * V = [\pi * (D^2 / 4)] * V$$

On,

- D: diàmetre teòric (m).

- V: velocitat de l'aigua a l'interior de la canonada (m/s).

- Q: cabal (m³/s).

Les canonades secundàries seran de polietilè d'alta densitat i treballaran a una pressió nominal de 6 atmosferes.

4.4. Càlcul de la canonada principal.

La canonada principal haurà de ser dimensionada en funció de la canonada secundària que requereixi un cabal més gran. Per tant, la canonada principal es calcularà en funció de la canonada secundària de la subparcel·la B2:

$$Q_{\text{canonada principal}} = 0,00834 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Si s'adopta una velocitat de l'aigua a l'interior de la canonada de 1,25 m/s es requereix una secció de: $S = Q / V = 0,00667 \text{ m}^2$

Per tant, el diàmetre teòric de la canonada principal serà:

$$D = \sqrt{[S * (4/\pi)]} = \sqrt{[0,00667 * (4/\pi)]} = 92 \text{ mm}.$$

Diàmetre interior comercial corresponent de **110 mm**.

La canonada principal serà de polietilè d'alta densitat i treballarà a una pressió nominal de 6 atmosferes.

4.5. Càlcul de la canonada d'impulsió del pantà a la bassa de reg.

La canonada d'impulsió haurà de ser dimensionada en funció del cabal màxim permès (7 L/s).

S'adopta una velocitat de l'aigua a l'interior de la canonada de 1,25 m/s.

La taula 5 mostra el diàmetre de la canonada d'impulsió.

Taula 5. Diàmetre comercial de la canonada d'impulsió (mm).

	Canonada d'impulsió
Longitud (m)	530
Cabal (L/s)	7
Diàmetre teòric (mm)	85
Diàmetre comercial (mm)	90

4.6. Càlcul del grup de bombejament de la bassa de reg.

Per tal de determinar l'alçada que ha de ser capaç d'assolir el grup de bombejament, s'avaluarà el tram comprès entre el punt A i el punt e (canonada d'aspiració) i el tram comprès entre el punt s i el punt B (canonada d'impulsió) on el punt B serà l'emissor més desfavorable, es a dir el que es troba a major distància i a una cota més elevada. Així es pot garantir que l'emissor més desfavorable treballi a una pressió nominal d'1 atmosfera.

Si s'estableix l'equació de l'energia entre l'entrada i la sortida de la bomba es compleix:

$$E_e + H_B = E_s$$

On,

- E_e : energia a l'entrada del grup de bombeig (m).
- H_B : alçada manomètrica de la bomba (m).
- E_s : energia a la sortida del grup de bombeig (m).

El grup de bombeig és del tipus roto dinàmic.

● Per determinar l'energia a l'entrada del grup de bombeig, caldrà aplicar l'equació de l'energia entre el punt A i el punt e.

$$Z_A + P_A/\gamma + V_A^2/2g - \Delta h_{Ae} = Z_e + P_e/\gamma + V_e^2/2g$$

On,

- Δh_{Ae} : pèrdua de càrrega total entre el punt A i el punt e (m).
- Z : cota (m).
- P/γ : pressió (m).
- $V^2/2g$: velocitat de circulació de l'aigua a l'interior de la canonada (m/s).

Per tant,

$$P_e/\gamma = (Z_A - Z_e) + P_A/\gamma - \Delta h_{Ae}$$

La pèrdua de càrrega total entre A i e serà el sumatori de la pèrdua de càrrega contínua i la pèrdua de càrrega localitzada.

Es tindrà en compte una pèrdua de càrrega localitzada deguda als diferents elements singulars de la instal·lació (colzes, vàlvules, etc.) del 20% de la pèrdua de càrrega contínua.

L'expressió de Hazen-Williams estableix que la pèrdua de càrrega contínua és:

$$\Delta h_c = 10,62 * C^{-1,85} * L * D^{-4,87} * Q^{1,85}$$

On,

- Δh_c : pèrdua de càrrega contínua (m).
- C : valor constant en funció del tipus de canonada. $C=150$ (plàstic nou).
- L : longitud de canonada (m).
- D : diàmetre de canonada (m).
- Q : cabal transportat per la canonada (m³/s).

La taula 6 mostra la pèrdua de càrrega total de la canonada d'aspiració.

Taula 6. Pèrdua de càrrega total canonada d'aspiració (m).

	Longitud (m)	Diàmetre (mm)	Cabal (L/s)	Δh contínua (m)	Δh localitzada (m)	Δh total (m)
Canonada d'aspiració	3	92	8,34	0,048	0,0096	0,058

Tenint en compte que la bassa es mantindrà sempre plena, tenim que:

$$P_e/\gamma = (2,8 - 0) + 0 - 0,058 = 2,74 \text{ m}$$

- Per determinar l'energia a la sortida del grup de bombeig, caldrà realitzar l'equació de l'energia entre el punt s i el punt B.

$$Z_s + P_s/\gamma + V_s^2/2g - \Delta h_{sB} = Z_B + P_B/\gamma + V_B^2/2g$$

On,

- Δh_{sB} : pèrdua de càrrega total entre el punt s i el punt B (m).
- Z: cota (m).
- P/γ : pressió (m).
- $V^2/2g$: velocitat de circulació de l'aigua a l'interior de la canonada (m/s).

Per tant,

$$P_s/\gamma = (Z_B - Z_s) + P_B/\gamma + \Delta h_{sB}$$

La pèrdua de càrrega total entre s i B serà el sumatori de la pèrdua de càrrega contínua i la pèrdua de càrrega localitzada.

Es tindrà en compte una pèrdua de càrrega localitzada deguda als diferents elements singulars de la instal·lació (colzes, vàlvules, etc.) del 20% de la pèrdua de càrrega contínua.

La pèrdua de càrrega contínua serà el sumatori de les pèrdues de càrrega que es produeixen en tots els elements de la instal·lació, de tal manera que:

$$\Delta h_{sB} = \Delta h_{c.lateral} + \Delta h_{c.terciària} + \Delta h_{c.secundària} + \Delta h_{c.primària} + \Delta h_{filtre \text{ de malla}} + \Delta h_{filtre \text{ d'anelles}}$$

L'expressió de Hazem-Williams estableix que la pèrdua de càrrega contínua és:

$$\Delta h_c = 10,62 * C^{-1,85} * L * D^{-4,87} * Q^{1,85} * F$$

On,

- Δh_c : pèrdua de càrrega contínua (m).
- C: valor constant en funció del tipus de canonada. C=150 (plàstic nou).
- L: longitud de canonada (m).
- D: diàmetre de canonada (m).
- Q: cabal transportat per la canonada (m³/s).
- F: coeficient de Christiansen.

La taula 7 mostra les pèrdues de càrrega en cada sector i la pèrdua de càrrega total de la canonada d'impulsió.

Taula 7. Pèrdua de càrrega total i parcial canonada d'impulsió (m).

	Longitud (m)	Diàmetre (mm)	Cabal (L/s)	Δh contínua (m)	Δh localitzada (m)	Δh total (m)
Lateral	4	16	0,13	0,144	0,029	0,173
Canonada terciària	130	110	4,94	0,116	0,023	0,139
Canonada secundària	335	92	8,34	5,32	1,06	6,38
Canonada primària	5	92	8,34	0,079	0,016	0,095
Filtre d'anelles	-	-	-	-	-	3
TOTAL						9,8

Per tant, $P_s/\gamma = (17 - 0) + 10,33 + 9,8 = 37,13 \text{ m}$

Com s'ha vist anteriorment, l'alçada manomètrica de la bomba és l'energia a l'entrada de la bomba menys l'energia a la sortida de la bomba, de manera que,

$$H_B = P_s/\gamma - P_e/\gamma = 37,13 - 2,74$$

$$H_B = 34,4 \text{ m}$$

Amb aquestes dades ja es pot determinar quina és la potència necessària.

$$W_{abs} = (\gamma * Q * H_B) / (75 * \eta_b * \eta_m)$$

On,

$$- \gamma: \text{pes específic de l'aigua (Kp/m}^3\text{)}. \gamma = 1000 \text{ kp/m}^3.$$

Per tant,

$$W_{abs} = (1000 * 0,00834 * 34,4) / (75 * 0,7 * 0,95) = 5,75 \text{ CV} = 4,2 \text{ kW}.$$

4.7. Càlcul del grup de bombeig del pantà.

Si s'estableix l'equació de l'energia entre l'entrada i la sortida de la bomba es compleix:

$$E_e + H_B = E_s$$

On,

- E_e : energia a l'entrada del grup de bombeig (m).

- H_B : alçada manomètrica de la bomba (m).

- E_s : energia a la sortida del grup de bombeig (m).

Com que el grup de bombeig és del tipus submergit, es considera l'energia a l'entrada nul·la, ja que la columna d'aigua a l'interior del pantà es desestima. Per tant, l'equació de l'energia queda de la següent manera:

$$H_B = E_s$$

Per trobar l'energia de la sortida de la bomba caldrà determinar l'equació de l'energia entre el punt A (pantà) i el punt B, punt d'entrada d'aigua a la bassa.

$$Z_A + P_A/\gamma + V_A^2/2g - \Delta h_{AB} = Z_B + P_B/\gamma + V_B^2/2g$$

On,

Δh_{AB} : pèrdua de càrrega total entre la sortida de la bomba del pantà i l'entrada d'aigua a la bassa (m).

Z : cota (m).

P/γ : pressió (m).

$V^2/2g$: velocitat de circulació de l'aigua a l'interior de la canonada (m/s).

De forma que,

$$H_B = (Z_B - Z_A) + \Delta h_{AB}$$

La pèrdua de càrrega que tindrem serà:

$$\Delta h_{AB} = \Delta h_{\text{continua}} + \Delta h_{\text{localitzada}}$$

L'expressió de Hazem-Williams estableix que la pèrdua de càrrega contínua és:

$$\Delta h_c = 10,62 * C^{-1,85} * L * D^{-4,87} * Q^{1,85}$$

On,

- Δh_c : pèrdua de càrrega contínua (m).

- C : valor constant en funció del tipus de canonada. $C=150$ (plàstic nou).

- L : longitud de canonada (m).

- D : diàmetre de canonada (m).

- Q : cabal transportat per la canonada (m³/s). Amb el cabal de 0,007 m³/s i 23 hores de funcionament es mantindrà la bassa sempre plena.

Es tindrà en compte una pèrdua de càrrega localitzada deguda als diferents elements singulars de la instal·lació (colzes, etc.) del 20% de la pèrdua de càrrega contínua.

La taula 8 mostra la pèrdua de càrrega total de la canonada.

Taula 8. Pèrdua de càrrega total canonada d'impulsió (m)

	Longitud (m)	Diàmetre (mm)	Cabal (L/s)	Δh contínua (m)	Δh localitzada (m)	Δh total (m)
Canonada	530	85	7	8,95	1,8	10,75

Per tant, $H_B = (37 - 0) + 10,75 = 47,75 \text{ m.}$

Amb aquestes dades ja es pot determinar quina és la potència necessària.

$$W_{\text{abs}} = (\gamma * Q * H_B) / (75 * \eta_b * \eta_m)$$

On,

- γ : pes específic de l'aigua (Kp/m³). $\gamma = 1000 \text{ kp/m}^3$.

Per tant,

$$W_{\text{abs}} = (1000 * 0,007 * 47,75) / (75 * 0,7 * 0,95) = 6,7 \text{ CV} = 4,9 \text{ kW.}$$

8. ANNEX: ENGINYERIA DE LES OBRES

ÍNDIX

1. Definició de la construcció
2. Construcció de la caseta
 - 2.1. Situació
 - 2.2. Dimensions
 - 2.3. Característiques constructives
 - 2.4. Avaluació de les accions
 - 2.4.1. Accions gravitatòries
 - 2.4.2. Accions del vent
 - 2.4.3. Accions tèrmiques
 - 2.4.4. Accions sísmiques
 - 2.5. Bigueta
 - 2.5.1. Accions sobre la bigueta
 - 2.5.2. Càlcul de la càrrega desfavorable
 - 2.5.3. Càlcul de les reaccions i sol·licitacions
 - 2.6. Tancaments
 - 2.7. Fonaments
 - 2.8. Paviment
3. Construcció de la bassa de reg
 - 3.1. Situació
 - 3.2. Dimensions
 - 3.3. Característiques constructives

1. Definició de la construcció.

Una de les edificacions projectades és una caseta fabricada amb totxana, amb la finalitat d'ubicar-hi l'equip de fertirrigació, el filtre d'anelles, els programadors de reg i de fertirrigació i el quadre general de la instal·lació elèctrica (veure plànols 7 i 8). L'altre edificació projectada és la bassa de reg que té la finalitat d'emmagatzemar l'aigua necessària per un torn de reg des del pantà (veure plànol 9).

2. Construcció de la caseta.

2.1. Situació.

- Altitud topogràfica: 375 m.
- Zona i situació edifica: Òdena, comarca de l'Anoia. Zona C.

2.2. Dimensions.

- Amplada: 3 m.
- Longitud: 4 m.
- Alçada del costat més alt: 3 m.
- Alçada del costat més baix: 2,4 m.

2.3. Característiques constructives.

- Tipus de coberta: coberta a una aigua.
- Pendent de coberta: 20% ($\alpha = 11,3^\circ$).
- Material de coberta: planxa grecada d'acer galvanitzat.
 - Llargada: 4,2 m.
 - Amplada: 3,2 m.
 - Espessor: 0,6 mm.
- Nombre de biguetes: 3 biguetes.
- Separació entre biguetes (S_b): 1 m.
- Longitud de biguetes (L_b): 3 m.
- Material de biguetes: formigó pretensat.
- Material de tancament: totxana.
- Gruix tancament: 15 cm.
- Percentatge d'obertures: < 33%.

2.4. Avaluació de les accions.

Les diferents accions que actuen sobre l'estructura es determinaran segons la normativa vigent del Codi Tècnic de l'Edificació, document SE- AE.

2.4.1. Accions gravitatòries.

- Pes propi de la bigueta: $q_b = 0,25 \text{ kN/ml}$.
- Pes de la coberta: $Q_{co} = 0,10 \text{ kN/m}^2$.
- Sobrecàrregues
 - De neu: $Q_n = Q_h * \cos \alpha$ on, $Q_h = 0,6 \text{ kN/m}^2$.
 $Q_n = 0,59 \text{ kN/m}^2$.

- D'ús puntual: $Q_{ús} = 1 \text{ kN}$. (Només accessible per a conservació).

2.4.2. Accions del vent.

- Vent predominant: Llebeig (direcció S- W).
- Sobre parets verticals:
 - barlovent: $Q_{bar} = 0,8 \text{ kN/m}^2$.
 - sotavent: $Q_{sot} = - 0,5 \text{ kN/m}^2$.

- Sobre coberta:

- o Hipòtesis A: $Q_{wco} = - 0,3 \text{ kN/m}^2$ (a succió).
- o Hipòtesis B: $Q_{wco} = 0,2 \text{ kN/m}^2$ (a pressió).

S'adopta com a valor de Q_{wco} el major en valor absolut, per tant $Q_{wco} = - 0,3 \text{ kN/m}^2$. El signe negatiu indica que l'acció del vent sobre la coberta actua en sentit contrari a la resta d'accions; és a dir, l'acció del vent tendeix a aixecar la coberta.

2.4.3. Accions tèrmiques.

No seran considerades degut a la mida reduïda de l'edificació.

2.4.4. Accions sísmiques.

No es consideraran degut a l'entitat de l'edificació i tenint en compte que l'acceleració sísmica de càlcul en aquesta zona és inferior a $0,06g$ (Norma de la Construcció Sismorresistent NCSR-02).

2.5. Bigueta.

Les biguetes seran biguetes comercials de formigó pretensat, definides a partir de l'esforç tallant i el moment flector màxims.

2.5.1. Accions sobre la bigueta.

- Pes propi: $q_b = 0,25 \text{ kN/ml}$.
- Coberta: $q_{co} = Q_{co} * S_b * \cos \alpha = 0,098 \text{ kN/ml}$.
- Neu: $q_n = Q_n * S_b = 0,59 \text{ kN/ml}$.
- Ús: $Q_{ús} = 1 \text{ kN}$.
- Vent:
 - o Normal: $q_{wco} = Q_{wco} * S_b = - 0,3 \text{ kN/ml}$.
 - o Vertical: $q_{wcoV} = Q_{wco} * S_b * \cos \alpha = - 0,29 \text{ kN/ml}$.
 - o Horitzontal: $q_{wcoH} = Q_{wco} * S_b * \sin \alpha = - 0,059 \text{ kN/ml}$.

2.5.2. Càlcul de la càrrega desfavorable.

Per tal de determinar la càrrega més desfavorable aplicable al càlcul de les reaccions i sol·licitacions, s'utilitzarà l'expressió següent:

$$q_{des} = 1,35 * G_k + \Sigma (1,5 * Q)$$

On, G_k : valor característic de les accions permanents. $G_k = q_b + Q_{co} = 0,35 \text{ kN/ml}$.
 Q : valor característic de les accions variables. $Q = q_n = 0,59 \text{ kN/ml}$.

Per tant,

$$q_{des} = 1,36 \text{ kN/ml.}$$

2.5.3. Càlcul de les reaccions i sol·licitacions.

En funció del tipus de recolzament i la distribució de les càrregues establim les lleis del tallant i el flector. Aplicant les condicions d'equilibri (exposades anteriorment) en el cas d'una biga birecolzada amb càrregues uniformement repartides i càrrega puntual en el punt central s'estableix:

$$R_a = R_b = (q_{des} * L_b/2) + (Q_{ús}/2) = 2,54 \text{ kN.}$$

On, R_a : reacció en el recolzament a.

R_b : reacció en el recolzament b.

$$M_{màx} = (q_{des} * L_b^2/8) + (Q_{ús} * L_b/4) = 2,28 \text{ kN*m.}$$

$$V_{màx} = R_a = 2,54 \text{ kN en els recolzaments.}$$

2.6. Tancaments.

Els càlculs que fan referència al tancaments de la construcció s'han realitzat seguint la següent comprovació.

- Càrrega sobre la paret.

$$q_{tanc} = (q_{des} * longitud \text{ paret}) = (1,36 \text{ kN/ml} * 4\text{m}) = 5,44 \text{ kN.}$$

- Tensió normal per unitat de superfície.

$$\sigma = (q_{tanc}/2) / (1\text{m} * gruix \text{ paret}) = (5,44 / 2) / (1\text{m} * 0,15\text{m}) = 18,13 \text{ kN/m}^2$$

La totxana utilitzada per al tancament de la construcció té una resistència de 1 kN/cm^2 , per tant un pes per unitat de superfície de $0,18 \text{ kN/cm}^2$ podrà ésser suportat sense cap mena de problema.

A causa de la reduïda dimensió de la construcció, no caldrà realitzar la comprovació de fletxa ni de vinclament de la paret.

2.7. Fonaments.

Com que es tracta d'una construcció senzilla s'opta per directament per col·locar una sabata correguda amb unes dimensions de 40 cm de profunditat i 40 cm d'amplada sota el mur de totxana. L'armadura longitudinal de la sabata estarà formada per barres d'acer de 12 mm de diàmetre i d'estreps de 6 mm de diàmetre cada 20 cm.

2.8. Paviment.

El material utilitzat pel paviment de la caseta de reg serà formigó HA-25/P/20/I, de 15 cm de gruix, armat amb malla d'acer. Aquest formigó anirà col·locat sobre una capa de 15 cm de grava per evitar la presència d'humitats.

3. Construcció de la bassa de reg.

3.1. Situació.

Aquesta se situarà just al costat de la caseta de reg per dues raons. Una és per qüestió d'espai i l'altre perquè la bomba que subministrarà l'aigua de reg està instal·lada dins la caseta de manera que com més curta sigui aquesta distància menys pèrdua de càrrega tindrà la canonada d'impulsió d'aquesta.

3.2. Dimensions.

La bassa construïda és de secció circular amb un radi de 6,88 metres i una alçada de 2,8 metres, de manera que el volum màxim emmagatzemat serà de 421.200 L.

3.3. Característiques constructives.

Es tracta d'una bassa amb una base de formigó i una estructura fabricada amb planxes metàl·liques ondulades de 2 mm de gruix, on, a més a més, per si en alguna ocasió s'hagués de buidar s'hi col·locarà una canonada de desaigua.

PROCÉS CONSTRUCTIU:

- Primer de tot es farà una explanació del terreny.
- Seguidament s'excavarà una rasa circular de 10 cm de profunditat i 40 cm d'amplada amb un diàmetre exterior de 13,77 m. El fons ha de quedar perfectament horitzontal i ven compactat.
- Després es col·locarà la canonada de desaigua al centre del cercle de manera que surti 60 cm verticalment de forma que per mitjà d'un colze s'unirà a la canonada que sortirà horitzontalment i enterrada 40 cm per sota del fons fins a l'exterior de l'excavació.
- Després es construirà un cercol perimetral de formigó de secció circular de 0,4 x 0,4 m de manera que la rasa quedi plena i sobresurti 30 cm del terreny.
- Seguidament es farà la solera del dipòsit amb 15 cm de grava, malla metàl·lica i 15 cm de formigó sempre donant un lleuger pendent cap al centre del dipòsit. Una vegada construït el fons del dipòsit, s'haurà de tallar la canonada de desaigua a ras del formigó.
- Tot seguit és col·locaran les anelles de planxa. En aquest cas, per la capacitat que ha de tenir aquest dipòsit (421,2 m³), es col·locaran 3 anelles, una sobre l'altra per aconseguir una alçada de 2,8 m i a cada anella es col·locaran 21 planxes metàl·liques. Aquestes anelles hauran de quedar centrades en el cercol perimetral i s'uniran amb tires de massilla i uns cargols especials amb les seves corresponents rosques i femelles.
- Finalment s'impregnarà amb una capa de producte adhesiu uns centímetres de la part exterior de l'anella i la part horitzontal del cercol que queda a l'exterior que després es rematarà amb formigó.

9. ANNEX INSTAL·LACIÓ ELÉCTRICA

ÍNDEX

1. Normativa aplicada
2. Instal·lació general
3. Línia 1: Línia d'enllumenat
 - 3.1. Làmpades de descàrrega
 - 3.1.1. Tipus de làmpades
 - 3.1.2. Característiques de l'edificació
 - 3.1.3. Nombre de punts de llum
 - 3.2. Càlcul de la línia
 - 3.2.1. Característiques de l'enllumenat
 - 3.2.2. Balanç de potències
 - 3.2.3. Càlcul d'intensitats
 - 3.2.4. Càlcul de la secció dels conductors
 - 3.2.4.1. Conductor de fase
 - 3.2.4.2. Conductor de protecció
 - 3.2.5. Petit interruptor automàtic (PIA)
4. Línia 2: Línia de força per als elements de la caseta
 - 4.1. Línia 2.1: Dosificador de fertilitzant
 - 4.1.1. Característiques del dosificador
 - 4.1.2. Balanç de potències
 - 4.1.3. Càlcul d'intensitats
 - 4.1.4. Càlcul de la secció dels conductors
 - 4.1.4.1. Conductor de fase
 - 4.1.4.2. Conductor de protecció
 - 4.1.5. Interruptor magnetotèrmic
 - 4.2. Línia 2.2: Agitadors de fertilitzant
 - 4.2.1. Característiques dels agitadors
 - 4.2.2. Balanç de potències
 - 4.2.3. Càlcul d'intensitats
 - 4.2.4. Càlcul de la secció dels conductors
 - 4.2.4.1. Conductor de fase
 - 4.2.4.2. Conductor de protecció
 - 4.2.5. Interruptor magnetotèrmic
 - 4.3. Línia 2.3: Programadors de reg i fertirrigació
 - 4.3.1. Característiques dels programadors
 - 4.3.2. Balanç de potències
 - 4.3.3. Càlcul d'intensitats
 - 4.3.4. Càlcul de la secció dels conductors
 - 4.3.4.1. Conductor de fase
 - 4.3.4.2. Conductor de protecció
 - 4.3.5. Interruptor magnetotèrmic

- 4.4. Càlcul de la línia 2
 - 4.4.1. Càlcul d'intensitats
 - 4.4.2. Càlcul de la secció dels conductors
 - 4.4.2.1. Conductor de fase
 - 4.4.2.2. Conductor de protecció
 - 4.4.3. Petit interruptor automàtic (PIA)
- 5. Línia 3: Línia de força per a les electrovàlvules de reg
 - 5.1. Característiques de les vàlvules
 - 5.2. Balanç de potències
 - 5.3. Càlcul d'intensitats
 - 5.4. Càlcul de la secció dels conductors
 - 5.4.1. Conductor de fase
 - 5.4.2. Conductor de protecció
 - 5.5. Petit interruptor automàtic (PIA)
 - 5.6. Interruptor diferencial (ID) de les línies 1, 2 i 3.
- 6. Línia 4: Línia de força per a l'equip de bombament de la bassa de reg
 - 6.1. Característiques de l'equip de bombament
 - 6.2. Balanç de potències
 - 6.3. Càlcul d'intensitats
 - 6.4. Càlcul de la secció dels conductors
 - 6.4.1. Conductor de fase
 - 6.4.2. Conductor de protecció
 - 6.5. Petit interruptor automàtic (PIA)
 - 6.6. Interruptor diferencial (ID)
- 7. Línia 5: Línia de força per a l'equip de bombament del pantà
 - 7.1. Característiques de l'equip de bombament
 - 7.2. Balanç de potències
 - 7.3. Càlcul d'intensitats
 - 7.4. Càlcul de la secció dels conductors
 - 7.4.1. Conductor de fase
 - 7.4.2. Conductor de protecció
 - 7.5. Petit interruptor automàtic (PIA)
 - 7.6. Interruptor diferencial (ID)
- 8. Línia principal
 - 8.1. Balanç de potències
 - 8.2. Càlcul d'intensitats
 - 8.3. Càlcul de la secció dels conductors
 - 8.3.1. Conductor de fase
 - 8.3.2. Conductor de protecció
 - 8.4. Interruptor de control de potència (ICP)
 - 8.5. Caixa general de protecció (CGP)
- 9. Posada a terra
- 10. Potència a contractar
- 11. Consum energètic

1. Normativa aplicada.

Per dissenyar la instal·lació elèctrica s'ha seguit el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió i especialment les instruccions tècniques complementàries següents:

- ITC-BT-07: Xarxes subterrànies per a distribució en baixa tensió.
- ITC-BT-19: Instal·lacions interiors o receptores. Prescripcions generals.
- ITC-BT-18: Instal·lacions de posada a terra.
- ITC-BT-44: Instal·lació de receptors. Receptors per a enllumenat.
- ITC-BT-47: Instal·lacions de receptors. Motors.

2. Instal·lació general.

L'esquema unifilar de la instal·lació general es pot observar al plànol 8.

El quadre general es col·locarà a l'interior de la caseta, des d'on derivaran les diferents línies de la instal·lació.

- Línia 1: Línia d'enllumenat (línia monofàsica).
- Línia 2: Línia de força per als elements de la caseta.
 - Línia 2.1: Dosificador de fertilitzant (línia trifàsica).
 - Línia 2.2: Agitadors de fertilitzant (línia trifàsica).
 - Línia 2.3: Programadors de reg i fertirrigació (línia monofàsica).
- Línia 3: Línia de força per a les electrovàlvules de reg (línia monofàsica).
- Línia 4: Línia de força per a l'equip de bombament de la bassa de reg (línia trifàsica).
- Línia 5: Línia de força per a l'equip de bombament del pantà (línia trifàsica).

Els conductors utilitzats en totes les línies elèctriques corresponen a conductors unipolars de coure, aïllats en tubs en muntatge superficial o encastats en l'obra, amb aïllament de policlorur de vinil (PVC).

3. Línia 1: Línia d'enllumenat.

3.1. Làmpades de descàrrega.

3.1.1. Tipus de làmpades.

El tipus de làmpades utilitzades seran làmpades fluorescents, sense pantalla ni difusor, de 1,2 m de longitud, color llum de dia, potència (P) 40 W i flux lluminós(Ø) de 2000 lumen.

3.1.2. Característiques de l'edificació.

Les dades necessàries per al càlcul de la instal·lació elèctrica de l'enllumenat són les següents:

- Amplada de la nau: $a = 3$ m.
- Llargada de la nau: $L = 4$ m.
- Alçada del pla de treball: $h = 1$ m.
- Alçada dels punts de llum (llum centrada): $H = 2,7$ m.
- Intensitat de llum necessària per a recintes on es preparen pinsos i altres productes: $E = 60$ lux (DIN 5035).
- Índex de local per a il·luminació directa i semi directa (R). Es calcula amb la fórmula:

$$R = (a * L) / [(H - h) * (a + L)] = 0,95.$$

- Factor d'utilització (Fu). El factor d'utilització depèn del tipus de làmpada i llumenera, de l'índex del local i del color de la superfície d'aquest. Tenint en compte que s'utilitzen fluorescents sense pantalla ni difusor, el valor de l'índex del local obtingut i que la superfície del local és mitjana, és a dir, ni clara ni fosca, el factor d'utilització és de 0,31.
- Factor de conservació o manteniment (Fc). Considerant unes condicions del local normal i neteja ocasional cada 12 mesos, el factor de conservació és de 0,6.

3.1.3. Nombre de punts de llum.

El nombre de punts de llum es calcula com:

$$N = (E * S) / (Fu * Fc * \varnothing)$$

On, S: superfície del local (m²).

Per tant,

$$N = (60 * 12) / (0,31 * 0,6 * 2000) = 1,94 \approx 2 \text{ punts de llum.}$$

El repartiment dels punts de llum a l'interior de la caseta vindrà determinat per les distàncies següents:

d1 = 0,8 m (distància longitudinal entre paret i fluorescents).

d2 = 2 m (distància longitudinal entre fluorescents).

d3 = 1,5 m (distància transversal de paret a centre de fluorescent).

El disseny de l'enllumenat pot observar-se en el plànol 8.

3.2. Càlcul de la línia.

3.2.1. Característiques de l'enllumenat.

- Potència individual: P = 40 W.
- Factor de potència: $\cos \varphi = 0,85$.
- Tensió: V = 230 V.
- Nombre de làmpades: N = 2.

3.2.2. Balanç de potències.

- Potència aparent: $S = 1,8 * P_{\text{individual}} * N = 144 \text{ VA}$. (ITC-BT-44. Instal·lació de receptors. Receptors per a enllumenat).
- Potència activa: $P = S * \cos \varphi = 122,4 \text{ W}$.
- Potència reactiva: $Q = S * \sin \varphi = 75,9 \text{ VAR}$.

3.2.3. Càlcul d'intensitats.

- $I_{\text{màx}} = S / V = 0,63 \text{ A}$.

3.2.4. Càlcul de la secció dels conductors.

3.2.4.1. Conductor de fase.

- $I_{\max} = 0,63 \text{ A} \Rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$ (ITC-BT-19, Taula 1: Intensitat màxima admissible, en A, per a cables amb conductors de coure aïllats amb goma o policlorur de vinil. (Servei permanent. Temperatura ambient = 40°C).
- Percentatge de caiguda de tensió. Es calcula com:

$$\%Cdt = [2 * 100 * \sum (L_i * I_i * \cos \varphi)] / [\chi_{Cu} * S * V]$$

On, L_i : longitud del cable conductor (m). $L_i = 2,5 \text{ m}$.
 I_i : intensitat individual (A).
 χ_{Cu} : conductivitat elèctrica del coure ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$). $\chi_{Cu} = 56 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$.
 S : secció del conductor (mm^2).
 V : tensió (V).

Per tant,
 $\%Cdt = 0,014\% < 3\%$ (ITC-BT-19: Caiguda de tensió màxima en instal·lacions d'enllumenat).

3.2.4.2. Conductor de protecció.

$S_{\text{conductor de fase i neutre}} \leq 16 \text{ mm}^2 \Rightarrow S_{\text{conductor de protecció}} = 2,5 \text{ mm}^2$ (ITC-BT-19, Taula 2: seccions mínimes dels conductors de protecció).

3.2.5. Petit interruptor automàtic (PIA).

$I_{\max} = 0,63 \text{ A} \Rightarrow$ Interruptor magnetotèrmic = 1 A (calibre mínim d'interruptors magnetotèrmics).

4. Línia 2: Línia de força per als elements de la caseta.

El disseny dels elements de la caseta poden observar-se al plànol 8.

4.1. Línia 2.1: Dosificador de fertilitzant.

4.1.1. Característiques del dosificador.

- Potència individual: $P = 2 \text{ CV}$.
- Factor de potència: $\cos \varphi = 0,8$.
- Tensió: $V = 400 \text{ V}$.
- Rendiment: $\eta = 0,9$.

4.1.2. Balanç de potències.

- Potència activa: $P = P_{\text{individual}} / \eta = (2 \text{ CV} * 736 \text{ W} / 1 \text{ CV}) / 0,9 = 1.636 \text{ W}$.
- Potència aparent: $S = P / \cos \varphi = 2.044 \text{ VA}$.
- Potència reactiva: $Q = S * \sin \varphi = 1.226 \text{ VAR}$.

4.1.3. Càlcul d'intensitats.

- $I_i = P / (\cos \varphi * V * \sqrt{3}) = 2,95 \text{ A}$.
- $I_{\max} = I_i * \text{coeficient d'arrencada} = 3,69 \text{ A}$

On, coeficient d'arrencada = 1,25 (ITC-BT-47: Potència d'arrencada. Motors de corrent continu. Constant màxima de proporcionalitat entre la intensitat de corrent d'engegada i la de plena càrrega).

4.1.4. Càlcul de la secció dels conductors.

4.1.4.1. Conductor de fase.

- $I_{\max} = 3,69 \text{ A} \Rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$.
- Percentatge de caiguda de tensió. Es calcula com:

$$\%Cdt = [\sqrt{3} * 100 * \sum (L_i * I_i * \cos \phi)] / [\chi_{Cu} * S * V]$$

On, $L_i = 2 \text{ m}$.
 Per tant,
 $\%Cdt = 0,03\% < 5\%$ (ITC-BT-19: Caiguda de tensió màxima en instal·lacions de no enllumenat).

4.1.4.2. Conductor de protecció.

$$S_{\text{conductor de fase i neutre}} \leq 16 \text{ mm}^2 \Rightarrow S_{\text{conductor de protecció}} = 2,5 \text{ mm}^2$$

4.1.5. Interruptor magnetotèrmic.

$$I_{\max} = 3,69 \text{ A} \Rightarrow \text{Interruptor magnetotèrmic} = 4 \text{ A}.$$

4.2. Línia 2.2: Agitador de fertilitzant.

4.2.1. Característiques dels agitadors.

- Potència individual: $P = 0,68 \text{ CV}$.
- Factor de potència: $\cos \phi = 0,8$.
- Tensió: $V = 400 \text{ V}$.
- Rendiment: $\eta = 0,9$.
- Nombre d'agitadors: $N = 3$.

4.2.2. Balanç de potències.

- Potència activa: $P = (P_{\text{individual}} / \eta) * N = [(0,68 \text{ CV} * 736 \text{ W} / 1 \text{ CV}) / 0,9] * 3 = 1.668 \text{ W}$.
- Potència aparent: $S = P / \cos \phi = 2.085 \text{ VA}$.
- Potència reactiva: $Q = S * \sin \phi = 1.251 \text{ VAR}$.

4.2.3. Càlcul d'intensitats.

- $I = P / (\cos \phi * V * \sqrt{3}) = 3 \text{ A}$.
- $I_i = I / N = 1 \text{ A}$.
- $I_{\max} = (I_{i + \text{gran}} * \text{coeficient d'arrencada}) + \sum I_{i \text{ restants}} = 3,25 \text{ A}$.
 On, coeficient d'arrencada = 1,25 (ITC-BT-47: Potència d'arrencada. Motors de corrent continu. Constant màxima de proporcionalitat entre la intensitat de corrent d'engegada i la de plena càrrega).

4.2.4. Càlcul de la secció dels conductors.**4.2.4.1. Conductor de fase.**

- $I_{\max} = 3,25 \text{ A} \Rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$.
- Percentatge de caiguda de tensió. Es calcula com:

$$\%Cdt = [\sqrt{3} * 100 * \sum (L_i * I_i * \cos \varphi)] / [\chi_{Cu} * S * V]$$
On, $L_i = 1 \text{ m}; 1,5 \text{ m}; 2 \text{ m}$.
Per tant,
 $\%Cdt = 0,02\% < 5\%$

4.2.4.2. Conductor de protecció.

$$S_{\text{conductor de fase i neutre}} \leq 16 \text{ mm}^2 \Rightarrow S_{\text{conductor de protecció}} = 2,5 \text{ mm}^2$$

4.2.5. Interruptor magnetotèrmic.

$$I_{\max} = 3,35 \text{ A} \Rightarrow \text{Interruptor magnetotèrmic} = 4 \text{ A}.$$

4.3. Línia 2.3: Programadors de reg i fertirrigació.**4.3.1. Característiques dels programadors.**

- Potència individual: $S = 40 \text{ VA}$.
- Factor de potència: $\cos \varphi = 0,85$.
- Tensió: $V = 230 \text{ V}$.
- Nombre de programadors: $N = 2$.

4.3.2. Balanç de potències.

- Potència aparent: $S = S_{\text{individual}} * N = 40 * 2 = 80 \text{ VA}$.
- Potència activa: $P = S * \cos \varphi = 68 \text{ W}$.
- Potència reactiva: $Q = S * \sin \varphi = 42,4 \text{ VAR}$.

4.3.3. Càlcul d'intensitats.

$$I_{\max} = S / V = 0,35 \text{ A}.$$

4.3.4. Càlcul de la secció dels conductors.**4.3.4.1. Conductor de fase.**

- $I_{\max} = 0,35 \text{ A} \Rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$.
- Percentatge de caiguda de tensió. Es calcula com:

$$\%Cdt = [2 * 100 * \sum (L_i * I_i * \cos \varphi)] / [\chi_{Cu} * S * V]$$
On, $L_i = 0,5 \text{ m}; 0,5 \text{ m}$.
Per tant,
 $\%Cdt = 0,0016\% < 5\%$.

4.3.4.2. Conductor de protecció.

$$S_{\text{conductor de fase i neutre}} \leq 16 \text{ mm}^2 \Rightarrow S_{\text{conductor de protecció}} = 2,5 \text{ mm}^2$$

4.3.5. Interruptor magnetotèrmic.

$I_{\text{màx}} = 0,35 \text{ A} \Rightarrow$ Interruptor magnetotèrmic = 1 A.

4.4. Càlcul de la línia 2.**4.4.1. Càlcul d'intensitats.**

$$I_{\text{màx}} = \sum I_{i \text{ màx}} = 3,69 + 3,25 + 0,35 = 7,29 \text{ A.}$$

4.4.2. Càlcul de la secció dels conductors.**4.4.2.1. Conductor de fase.**

- $I_{\text{màx}} = 7,29 \text{ A} \Rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$
- Percentatge de caiguda de tensió.
 $\%Cdt = \sum \%Cdt_i = 0,03 + 0,02 + 0,0016 = 0,052\% < 5\%.$

4.4.2.2. Conductor de protecció.

$$S_{\text{conductor de fase i neutre}} \leq 16 \text{ mm}^2 \Rightarrow S_{\text{conductor de protecció}} = 2,5 \text{ mm}^2$$

4.4.3. Petit interruptor automàtic (PIA).

$$I_{\text{màx}} = 7,29 \text{ A} \Rightarrow \text{Interruptor magnetotèrmic} = 10 \text{ A.}$$

5. Línia 3: Línia de força per a les electrovàlvules de reg.**5.1. Característiques de les vàlvules.**

- Potència individual: $S = 24 \text{ VA.}$
- Factor de potència: $\cos \varphi = 0,85.$
- Tensió: $V = 230 \text{ V.}$
- Nombre d'electrovàlvules: $N = 4.$

5.2. Balanç de potències.

- Potència aparent: $S = S_{\text{individual}} * N = 96 \text{ VA.}$
- Potència activa: $P = S * \cos \varphi = 81,6 \text{ W.}$
- Potència reactiva: $Q = S * \sin \varphi = 50,6 \text{ VAR.}$

5.3. Càlcul d'intensitats.

- $I_{\text{màx}} = S / V = 0,42 \text{ A.}$
- $I_i = I_{\text{màx}} / n^{\circ} \text{ vàlvules} = 0,42 / 4 = 0,10 \text{ A.}$

5.4. Càlcul de la secció dels conductors.**5.4.1. Conductor de fase.**

- $I_{\text{màx}} = 0,42 \text{ A} \Rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2.$

- Percentatge de caiguda de tensió. Es calcula com:

$$\%Cdt = [2 * 100 * \sum (L_i * I_i * \cos \varphi)] / [\chi_{Cu} * S * V]$$
On, $L_i = 1 \text{ m}; 1,5 \text{ m}; 2 \text{ m}; 2,5 \text{ m}.$
Per tant,
 $\%Cdt = 0,0062\% < 5\%$

5.4.2. Conductor de protecció.

$$S_{\text{conductor de fase i neutre}} \leq 16 \text{ mm}^2 \Rightarrow S_{\text{conductor de protecció}} = 2,5 \text{ mm}^2$$

5.5. Petit interruptor automàtic (PIA).

$$I_{\text{màx}} = 0,42 \text{ A} \Rightarrow \text{Interruptor magnetotèrmic} = 1 \text{ A}.$$

5.6. Interruptor diferencial (ID) de les línies 1, 2 i 3.

$$I_{\text{màx}} = 8,34 \text{ A} \Rightarrow \text{Interruptor diferencial} = 25 \text{ A} / 30 \text{ mA}.$$

6. Línia 4: Línia de força per a l'equip de bombament de la bassa de reg.

6.1. Característiques de l'equip de bombament.

- Potència individual: $P = 5,75 \text{ CV}.$
- Factor de potència: $\cos \varphi = 0,8.$
- Tensió: $V = 400 \text{ V}.$
- Rendiment de la bomba: $\eta_b = 0,7.$
- Rendiment del motor: $\eta_m = 0,95.$

6.2. Balanç de potències.

- Potència activa: $P = P_{\text{individual}} / \eta_b = (5,75 \text{ CV} * 736 \text{ W} / 1 \text{ CV}) / 0,7 = 6.045,7 \text{ W}.$
- Potència aparent: $S = P / \cos \varphi = 7.557 \text{ VA}.$
- Potència reactiva: $Q = S * \sin \varphi = 4.534,2 \text{ VAr}.$

6.3. Càlcul d'intensitats.

- $I_i = P / (\cos \varphi * V * \sqrt{3}) = 10,91 \text{ A}.$
- $I_{\text{màx}} = I_i * \text{coeficient d'arrencada} = 13,64 \text{ A}.$
On, coeficient d'arrencada = 1,25 (ITC-BT-47: Potència d'arrencada. Motors de corrent continu. Constant màxima de proporcionalitat entre la intensitat de corrent d'engegada i la de plena càrrega).

6.4. Càlcul de la secció dels conductors.

6.4.1. Conductor de fase.

- $I_{\text{màx}} = 13,64 \text{ A} \Rightarrow S = 2,5 \text{ mm}^2.$
- Percentatge de caiguda de tensió. Es calcula com:

$$\%Cdt = [\sqrt{3} * 100 * \sum (L_i * I_i * \cos \varphi)] / [\chi_{Cu} * S * V]$$
On, $L_i = 2 \text{ m}$

Per tant,
 $\%Cdt = 0,067\% < 5\%$

6.4.2. Conductor de protecció.

$$S_{\text{conductor de fase i neutre}} \leq 16 \text{ mm}^2 \Rightarrow S_{\text{conductor de protecció}} = 2,5 \text{ mm}^2$$

6.5. Petit interruptor automàtic (PIA).

$$I_{\text{màx}} = 13,64 \text{ A} \Rightarrow \text{Interruptor magnetotèrmic} = 16 \text{ A.}$$

6.6. Interruptor diferencial (ID).

$$I_{\text{màx}} = 13,64 \text{ A} \Rightarrow \text{Interruptor diferencial} = 25 \text{ A} / 300 \text{ mA.}$$

7. Línia 5: Línia de força per a l'equip de bombament del pantà.

7.1. Característiques de l'equip de bombament.

- Potència individual: $P = 6,7 \text{ CV}$.
- Factor de potència: $\cos \varphi = 0,8$.
- Tensió: $V = 400 \text{ V}$.
- Rendiment de la bomba: $\eta_b = 0,7$.
- Rendiment del motor: $\eta_m = 0,95$.

7.2. Balanç de potències.

- Potència activa: $P = P_{\text{individual}} / \eta_b = (6,7 \text{ CV} * 736 \text{ W} / 1 \text{ CV}) / 0,7 = 7.044,6 \text{ W}$.
- Potència aparent: $S = P / \cos \varphi = 8.805,75 \text{ VA}$.
- Potència reactiva: $Q = S * \sin \varphi = 5.283,45 \text{ VAR}$.

7.3. Càlcul d'intensitats.

- $I_i = P / (\cos \varphi * V * \sqrt{3}) = 12,71 \text{ A}$.
- $I_{\text{màx}} = I_i * \text{coeficient d'arrencada} = 15,9 \text{ A}$.
 On, coeficient d'arrencada = 1,25 (ITC-BT-47: Potència d'arrencada. Motors de corrent continu. Constant màxima de proporcionalitat entre la intensitat de corrent d'engegada i la de plena càrrega).

7.4. Càlcul de la secció dels conductors.

7.4.1. Conductor de fase.

- $I_{\text{màx}} = 15,9 \text{ A} \Rightarrow S = 16 \text{ mm}^2$.
- Percentatge de caiguda de tensió. Es calcula com:
 $\%Cdt = [\sqrt{3} * 100 * \Sigma (L_i * I_i * \cos \varphi)] / [\chi_{cu} * S * V]$
 On, $L_i = 530 \text{ m}$.
 Per tant,
 $\%Cdt = 3,3\% < 5\%$

7.4.2. Conductor de protecció.

$$S_{\text{conductor de fase i neutre}} \leq 16 \text{ mm}^2 \Rightarrow S_{\text{conductor de protecció}} = 16 \text{ mm}^2$$

7.5. Petit interruptor automàtic (PIA).

$$I_{\text{màx}} = 15,9 \text{ A} \Rightarrow \text{Interruptor magnetotèrmic} = 16 \text{ A.}$$

7.6. Interruptor diferencial (ID).

$$I_{\text{màx}} = 15,9 \text{ A} \Rightarrow \text{Interruptor diferencial} = 25 \text{ A} / 300 \text{ mA.}$$

8. Línia principal.

8.1. Balanç de potències.

- Potència activa: $P = \Sigma P_i = 16.666,3 \text{ W.}$
- Potència reactiva: $Q = \Sigma Q_i = 12.463,55 \text{ VAr.}$
- Potència aparent: $S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = 20.811,2 \text{ VA.}$

8.2. Càlcul d'intensitats.

$$I_{\text{màx}} = \Sigma I_{\text{màx}} = 37,9 \text{ A.}$$

8.3. Càlcul de la secció dels conductors.

8.3.1. Conductor de fase.

$$I_{\text{màx}} = 37,9 \text{ A} \Rightarrow S = 6 \text{ mm}^2 \text{ (ITC-BT-07, Taula 5: Intensitat màxima admissible, en A, per a cables amb conductors de coure en instal·lació enterrada).}$$

8.3.2. Conductor de protecció.

$$S_{\text{conductor de fase i neutre}} \leq 16 \text{ mm}^2 \Rightarrow S_{\text{conductor de protecció}} = 6 \text{ mm}^2 \text{ (ITC-BT-19, Taula 2: seccions mínimes dels conductors de protecció).}$$

8.4. Interruptor de control de potència (ICP).

$$I_{\text{màx}} = 37,9 \text{ A} \Rightarrow \text{Interruptor magnetotèrmic} = 40 \text{ A.}$$

8.5. Caixa general de protecció (CGP).

$$I_{\text{màx}} = 37,9 \text{ A} \Rightarrow \text{CGP} = 40 \text{ A.}$$

9. Posada a terra.

Segons la taula 3 de la instrucció ITC-BT-18 (Valors orientatius de la resistivitat en funció del terreny), la resistivitat (ρ) del sòl varia entre 50 i 500 Ωm . En el present projecte s'adopta un valor mitjà de $\rho = 225 \Omega\text{m}$. L'elèctrode de la presa de terra serà del tipus pica vertical de longitud L , essent:

$$L = \rho / R$$

On, R : resistència de la presa a terra (Ω).

$$R = V_c / I_D$$

On, V_c : Tensió de contacte per local humit. $V_c = 24 \text{ V}$.

I_D : Sensibilitat de l'interruptor diferencial més desfavorable. $I_D = 300 \text{ mA} = 0,3 \text{ A}$.

Per tant,

$$R = 24 / 0,3 = 80 \Omega.$$

$$L = 225 / 80 = 2,8 \text{ m}.$$

- ❖ Com que les piques verticals són de 1,5 m, es col·locaran dues piques verticals en paral·lel.

10. Potència a contractar.

$P_{\text{a contractar}} = P_{\text{activa instal·lada}} * \text{coeficient de simultaneïtat}$.

On, coeficient de simultaneïtat = 99%.

Per tant,

$$P_{\text{a contractar}} = 16,68 * 0,99 = 16,51 \text{ kW}.$$

- ❖ La potència a contractar serà de 18 kW.

11. Consum energètic.

Per saber la despesa de la factura elèctrica es determinarà el consum d'energia activa (kWh) i d'energia reactiva (kVArh) especificat a la taula 1.

Taula 1. Consum energètic.

	Potència activa (kW)	Potència reactiva (kVArh)	Temps de funcionament (hores/mes)	Energia activa (kWh/mes)	Energia reactiva (kVArh/mes)
Enllumenat	0,12	0,076	2	0,24	0,152
Dosificador de fertilitzant	1,64	1,23	378	620	465
Agitadors de fertilitzant	1,67	1,25	378	631,3	472,5
Programadors	0,068	0,042	378	25,7	15,88
Electrovàlvules	0,082	0,051	378	31	19,3
Bomba bassa	6,05	4,53	378	2.287	1.712,3
Bomba pantà	7,05	5,28	230	1.621,5	1.214,4
TOTAL	16,68	12,46	2.122	5.216,7	3.899,5

Energia activa = 5.216,7 kWh/mes.
Energia reactiva = 3.899,5 kVArh/mes.

El cost estimatiu mensual de la factura elèctrica es calcula amb la fórmula següent:

$$\text{FACTURA} = [(Tfp + Tfe) * Kr] * \text{IVA}$$

- Tarifa de factor de potència (Tfp) = $Tp * Pc$

On,

Tp : terme de potència = 0,420542 €/kW·mes), per a la tarifa R.0 de regs agrícoles, d'acord amb l'ordre ITC/3860/2007, de 28 de desembre (BOE núm. 312 de 29-12-2007).

Pc : potència contractada (kW) .

Per tant,

$$Tfp = 0,420542 * 18 = 7,57 \text{ €/mes.}$$

- Tarifa de factor d'energia (Tfe) = $Wa * Te$

On,

Wa : energia activa (kWh).

Te : terme d'energia = 0,097596 €/kWh, per a la tarifa R.0 de regs agrícoles, d'acord amb l'ordre ITC/3860/2007, de 28 de desembre (BOE núm. 312 de 29-12-2007).

Per tant,

$$Tfe = 5.216,7 * 0,097596 = 509,13 \text{ €}.$$

- Complement per energia reactiva (Kr).

Per calcular el recàrrec o descompte, primer s'ha de trobar el factor de potència ($\cos \varphi$).

$$\cos \varphi = \frac{kWh \text{ activa}}{\sqrt{((kWh \text{ activa})^2 + (kVArh \text{ reactiva})^2)}} = 0,8$$

Per a $\cos \varphi < 0,9$

$$Kr (\%) = \frac{29,166}{\cos^2 \varphi} - 36 = 9,57\%$$

$$\text{FACTURA} = [(7,57 + 509,13) * 1,0957] * 1,16 = 656,73 \text{ €/mes} * 5 \text{ mesos} = \mathbf{3.283,66 \text{ €/any}}$$

10. ANNEX PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ

ÍNDEX

1. Introducció
2. Determinació de les activitats, de la seva durada i de les prelacions
3. Diagrama PERT i determinació del camí crític
4. Calendari d'execució del projecte. Diagrama de GANTT

1. Introducció.

Per a la planificació i programació de les feines que caldrà realitzar, i per poder dur a terme l'execució del projecte en el menor temps possible i de forma organitzada, s'utilitzarà el mètode PERT de planificació i control de projectes.

2. Determinació de les activitats, de la seva durada i de les prelacions.

Les diferents activitats de les que consta el projecte són les que es mostren a la taula 1.

Taula 1. Activitats a realitzar.

Designació	Activitat
A	Explanació del terreny per l'edificació
B	Construcció de la bassa de reg
C	Construcció de la caseta de reg
D	Xarxa subterrània de reg
E	Capçal de reg
F	Xarxa superficial de reg

A la taula 2 es mostren les prelacions entre activitats i el càlcul del temps PERT a partir de la durada més optimista, la més probable i la més pessimista de cada activitat. Per al càlcul del temps PERT s'utilitza la següent expressió:

$$t = (a + 4 * m + b) / 6$$

On, t: temps PERT (dies).
 a: durada més optimista (dies).
 m: durada més probable (dies).
 b: durada més pessimista (dies).

Taula 2. Durada i prelacions entre activitats.

Activitat	Activitat precedent	Durada (dies)			Temps PERT (t)
		Optimista (a)	Probable (m)	Pessimista (b)	
A	-	1	1	2	1
B	A	8	10	16	11
C	A	8	10	16	11
D	-	6	8	14	9
E	C	6	9	12	9
F	B, D, E	5	8	12	8

3. Diagrama PERT i determinació del camí crític.

A partir de la taula 2 s'elabora el diagrama PERT (Figura 1) tenint en compte les següents consideracions:

- Temps "early": temps mínim amb el que es pot arribar al següent succés. L'expressió que el determina és la següent:

$$t_j = \max(t_i + t_{ij})$$

On, t_j : temps "early" del succés final (dies).
 t_i : temps "early" del succés inici (dies).
 t_{ij} : durada de l'activitat.

- Temps "last": temps màxim amb el que es pot arribar al succés següent sense que s'endarrereixi la durada de l'execució del projecte. L'expressió que determina el seu càlcul és la següent:

$$t_i^* = \min(t_j^* - t_{ij})$$

On, t_i^* : temps "last" del succés inici (dies).
 t_j^* : temps "last" del succés final (dies).
 t_{ij} : durada de l'activitat.

- Marge total: marge que es té per executar cadascuna de les activitats. Quan $Mt = 0$ l'activitat és crítica i forma part del CAMÍ CRÍTIC. El camí crític és aquella successió d'activitats en les que qualsevol retard que es produeixi implicarà que s'allargui el temps d'execució del projecte.

L'expressió que en determina el seu càlcul és la següent:

$$Mt = t_j^* - t_i - t_{ij}$$

On, t_j^* : temps "last" del succés final (dies).
 t_i : temps "early" del succés final (dies).
 t_{ij} : durada de l'activitat.

Tenint en compte les consideracions anteriors, a la taula 3 es reflecteixen els resultats.

Taula 3. Temps "early", temps "last" i marge total.

Nus d'inici	Temps "early"	Nus final	Temps "last"	Activitat	Marge total
1	0	5	29	A	0
2	1	4	21	B	9
3	12	3	12	C	0
4	21	2	1	D	12
5	29	1	0	E	0
				F	0

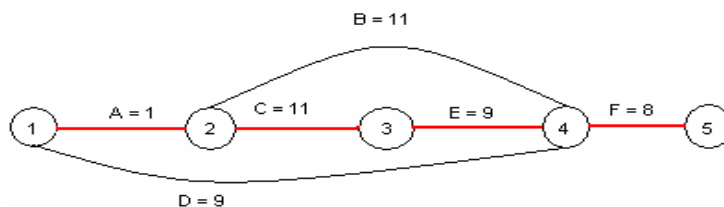


Figura 1. Diagrama PERT d'execució del projecte.

Com es pot veure en la Figura 1, el camí crític està format per la successió de les activitats A, C, E i F (marcades amb línia vermella), essent totes elles activitats crítiques i per tant, sense poder-se endarrerir l'execució de cap d'elles per tal de no allargar l'execució total del projecte, essent aquesta de 29 dies.

4. Calendari d'execució del projecte. Diagrama de GANTT.

Per a crear el calendari de l'execució del projecte s'utilitza el mètode de Gantt, en el que s'han de fixar les següents dates:

- Data d'inici més primerenca (I): data més prematura en que pot començar l'activitat.
 $I = t_i$
- Data d'inici més tardana (I*): data més tardana en que es pot començar l'activitat sense que s'endarrereixi el temps d'execució del projecte.
 $I^* = t_j^* - t_{ij}$
- Data de finalització més primerenca (F): data més prematura en que pot acabar-se l'activitat.
 $F = t_i + t_{ij}$
- Data de finalització més tardana (F*): data més tardana en que pot acabar-se l'activitat sense que s'endarrereixi el temps d'execució del projecte.
 $F^* = t_j^*$

Tenint en compte les anteriors consideracions, a la taula 4 queden indicades les relacions temporals entre les activitats.

Taula 4. Dates d'inici i acabament d'activitats.

Activitat	I	I*	F	F*
A	0	0	1	1
B	1	10	12	21
C	1	1	12	12
D	0	12	9	21
E	12	12	21	21
F	21	21	29	29

A la taula 5 es mostra el calendari d'execució del projecte o calendari de Gantt.

Taula 5. Calendari de Gantt.

Dia	0	1	2	3	...	9	10	11	12	...	21	22	...	28	29
Activitat															
A	I, I*	F, F*													
B		I					I*		F		F*				
C		I, I*							F, F*						
D	I					F			I*		F*				
E									I, I*		F, F*				
F											I, I*				F, F*

11. ANNEX ESTUDI ECONÒMIC I ANÀLISI DE LA INVERSIÓ

ÍNDIX

- 1 Estudi econòmic
 - 1.1 Situació projectada
 - 1.1.1 Costos de capital fix
 - 1.1.2 Costos de capital circulat
 - 1.1.2.1 Personal contractat
 - 1.1.2.2 Personal autònom amb maquinària pròpia
 - 1.1.2.3 Productes fertilitzants
 - 1.1.2.4 Productes fitosanitaris
 - 1.1.2.5 Productes herbicides
 - 1.1.2.6 Carburant, lubricant i greix de maquinària
 - 1.1.2.7 Manteniment de la maquinària
 - 1.1.2.8 Cost energètic
 - 1.1.2.9 Altres costos
 - 1.1.3 Costos totals
 - 1.1.4 Ingressos
 - 1.1.5 Beneficis
 - 1.2 Situació actual
 - 1.2.1 Costos de capital fix
 - 1.2.2 Costos de capital circulat
 - 1.2.3 Costos totals
 - 1.2.4 Ingressos
 - 1.2.5 Beneficis
- 2 Anàlisi de la inversió
 - 2.1 Valor actual net (VAN)
 - 2.2 VAN/K
 - 2.3 Període de recuperació (Payback)
 - 2.4 Taxa interna de rendibilitat (TIR)

1. Estudi econòmic.

En aquest annex es realitzarà una avaluació econòmica de l'explotació un cop realitzada la transformació projectada i una avaluació econòmica de la situació actual; i en ambdós casos se'n determinarà la viabilitat econòmica de manera que es pugui fer una comparativa.

1.1. Situació projectada.

Per poder calcular el cost d'amortització i el cost d'interès dels costos de capital fix s'han utilitzat les següents equacions:

$$\text{Cost amortització} = (\text{Valor d'adquisició} - \text{Valor residual}) / \text{Vida útil.}$$

$$\text{Cost interès} = (\text{Valor d'adquisició} + \text{Valor residual}) * \text{Interès} / 2.$$

$$\text{On, Interès} = 5,25 \%$$

1.1.1. Costos de capital fix.

Els béns d'immobilitzat dels que disposa l'empresa i que s'han tingut en compte són els següents:

- La plantació (incloent preparació del terreny, plantació i emparrat dels ceps) i el cost d'oportunitat del no arrendament del sòl.
- La maquinària de que disposa l'empresa.
- La instal·lació de reg i fertirrigació, la caseta de reg i la bassa de reg.

Seguidament es mostra en les taules 1, 2 i 3 els costos parcials de capital fix.

Taula 1. Cost de plantació anual.

Concepte	Vida útil (anys)	Valor residual (€)	Cost d'adquisició (€)	Cost d'amortització (€)	Cost d'interès (€)	TOTAL (€/any)
Plantació	25	0	29.000	1.160	761,25	1.921,25
Sòl	-	-	-	-	33.648,30	33.648,30
TOTAL						35.569,55

Taula 2. Costos de maquinària anuals.

Concepte	Vida útil (anys)	Valor residual (%)	Cost unitari (€)	Unitats	Cost d'adquisició (€)	Cost d'amortització (€)	Cost d'interès (€)	TOTAL (€/any)
Tractor de 65 CV i doble tracció	15	10	26.789	1	26.789	1.607,34	773,53	2.380,87
Tisores de podar elèctriques	15	0	121	4	484	32,27	12,71	44,98
Cultivador chisel	15	10	1.800	1	1.800	108	51,97	159,97
Cavadora intercep	15	10	1.600	1	1.600	96	46,2	142,20
Atomitzador	15	10	2.300	1	2.300	138	66,41	204,41
Polvoritzador	15	10	1.200	1	1.200	72	34,65	106,65
TOTAL								3.039,08

Els costos de maquinària avaluats a la taula 3, corresponen a la maquinària utilitzada per al treball de les 40 ha totals de que disposa l'empresa, per tant el cost de capital fix corresponent a la maquinària utilitzada en les 5,25 ha objecte del projecte és de **398,88 euros**.

Taula 3. Cost anual de la instal·lació, la caseta de reg i la bassa de reg.

Concepte	Vida útil (anys)	Valor residual (%)	Cost d'adquisició (€)	Cost d'amortització (€)	Cost d'interès (€)	TOTAL (€/any)
Instal·lació de reg	20	10	131.693,81	5.926,22	3.802,66	9.728,88
Caseta de reg	30	0	15.315,06	510,5	402,02	912,52
Bassa de reg	30	0	9.214,41	307,15	241,88	549,03
TOTAL						11.190,43

- ❖ Un cop analitzats els costos d'amortització i d'interès dels diferents elements d'immobilitzat, s'obté un valor de costos de capital fix anual de **47.158,86 euros**.

1.1.2. Costos de capital circulant.

Els costos de capital circulant que s'han tingut en compte són els següents:

- Personal (mà d'obra i tractorista).
- Personal autònom extern a l'empresa amb maquinària pròpia.
- Productes fertilitzants.
- Productes fitosanitaris.
- Productes herbicides.
- Carburant de maquinària.
- Lubricant de maquinària.
- Greix de maquinària.
- Manteniment de maquinària.
- Cost energètic.
- Altres costos (Impost sobre Béns Immobles, Assegurances).

1.1.2.1. Personal contractat.

A la taula 4 s'indiquen les hores necessàries de mà d'obra d'un jornalier contractat així com el cost que suposa l'activitat desenvolupada.

Taula 4. Cost de mà d'obra anual.

Operació	Temps necessari (hores)	Cost mà d'obra (€/h)	Cost de mà d'obra total (€)
Poda d'hivern	33	6	198
Poda d'estiu	26	6	156
TOTAL			354

A la taula 5 es mostren les hores necessàries de tractorista, essent aquest fix a l'empresa, així com el cost que aquest genera.

Taula 5. Cost de tractorista anual.

Operació	Temps necessari (hores)	Cost tractorista (€/hora)	Cost tractorista total (€)
Conreu	63	10	630
Tractaments fitosanitaris	57	10	570
TOTAL			1.200

1.1.2.2. Personal autònom amb maquinària pròpia.

Els costos derivats de la contractació de personal autònom extern a l'empresa amb maquinària pròpia s'exposen a la taula 6.

Taula 6. Cost personal autònom anual.

Operació	Maquinària	Temps necessari (hores)	Cost lloguer (€/hora)	Cost total (€)
Pre- poda	Pre- podadora	10,5	76	798
Fertilització orgànica	Remolc escampador de fems	10,5	64	672
Desherbament químic	Màquina herbicida	10,5	80	840
Verema	Veremadora	10,5	120	1.260
TOTAL				3.570

1.1.2.3. Productes fertilitzants.

Tal i com queda especificat a l'annex de procés productiu, els productes fertilitzants emprats en la fertirrigació són: N-NH₄, H₃PO₄, NPK (0,0,15) i Mg(NO₃)₂. Cal especificar que el cost de l'adob orgànic utilitzat per a la correcció i la conservació de la M.O. del sòl no s'ha considerat perquè l'agricultor ens el dona a canvi de treure-li de la granja. El que sí que s'ha considerat és el lloguer del tractor escampador, especificat a la taula 6.

A la taula 7 s'especifica el preu i la quantitat utilitzada de cada un d'ells.

Taula 7. Cost de fertilitzant anual.

Concepte	Cost unitari (€/L)	Quantitat aplicada	Cost total (€)
N-NH ₄	0,33 €/L	573,3 L	246
H ₃ PO ₄	1,27 €/L	147 L	373,40
NPK (0,0,15)	1,10 €/L	2.714,3 L	3.463,40
Mg(NO ₃) ₂	0,68 €/L	323 L	219,64
TOTAL			4.302,44

1.1.2.4. Productes fitosanitaris.

La taula 8 a continuació mostra els costos anuals derivats dels diferents productes fitosanitaris emprats.

Taula 8. Costos de productes fitosanitaris anuals.

Producte	Cost unitari	Quantitat	Cost total (€)
Ridomil Combi	19,50 €/kg	21 kg	409,50
ZZ Cuprocol	14 €/L	29 L	406
Quadris	54,52 €/L	21 L	1.145
ZZ Coure triple super	3,70 €/kg	42 kg	155,40
Thiovit	1,29 €/kg	126 kg	162,50
Topas	121,90 €/L	7,6 L	926,40
Switch	131,15 €/kg	10,5 kg	1.377
Neoron	32,20 €/L	23,6 L	760
Karate King	29,60 €/kg	5,25 kg	155,40
TOTAL			5.497,20

1.1.2.5. Productes herbicides.

El cost anual dels productes herbicides es mostra a la taula 9.

Taula 9. Cost anual dels productes herbicides.

Producte	Cost unitari	Quantitat	Cost total (€)
Reglone	18 €/L	15,75 L	283,50
Finale	20,60 €/L	26,25 L	540,75
TOTAL			824,25

1.1.2.6. Carburant, lubricant i greix de maquinària.

A la taula 10 es mostra el cost anual representatiu de combustible i lubricants referents a la maquinària.

Taula 10. Cost anual de carburant, lubricant i greix de maquinària.

Concepte	Consum	Temps de funcionament (hores)	Cost unitari	Cost total (€)
Carburant	1,5 L/h	120	0,89 €/L	160,20
Lubricant	10 ml/h	120	5,4 €/L	6,48
Greix	7 g/h	120	4,58 €/kg	3,85
TOTAL				170,53

1.1.2.7. Manteniment de la maquinària.

S'estima un valor mig aproximat del cost generat per les reparacions i pel manteniment requerit per la maquinària, del 5% del valor d'adquisició d'aquesta. D'acord amb la taula 2, el valor total d'adquisició de la maquinària és de 34.173 euros, essent aquest el cost generat per les 40 ha de les que es disposen. El cost representatiu de les 5,25 ha objecte del projecte és de 4.485,21 euros, suposant per tant un cost de manteniment de **224,30 euros**.

1.1.2.8. Cost energètic.

El cost energètic correspondrà al cost de l'energia elèctrica utilitzada per al funcionament del sistema de reg. Tal i com queda definit a l'annex d'instal·lació elèctrica el consum energètic anual serà de **3.283,66 euros**.

1.1.2.9. Altres costos.

A la taula 11 s'indiquen els costos derivats de l'Impost sobre Béns i Immobles, de les assegurances de la plantació i del Consell Regulador de la Denominació d'Origen.

Taula 11. Altres costos.

Concepte	Cost total (€)
I.B.I.	17,85
Assegurances	134,50
C.R.D.O	7,11
TOTAL	159,50

- ❖ Ascendeixen així els costos de capital circulant al valor total de **19.585,88 euros**. S'ha considerat un temps d'immobilitzat mig per tots els factors de producció de 6 mesos, ja que les despeses es reparteixen proporcionalment al llarg del cicle productiu d'un any, essent el cost d'oportunitat el següent:

- $\text{Cost d'oportunitat} = \sum (\text{Costos de capital circulant} * \text{Interès} * \text{Temps immobilitzat})$
= **514,13 euros**.

Resulten per tant, un total de costos de capital circulant de **20.100 euros**.

1.1.3. Costos totals.

Els costos totals anuals seran el resultat de la suma dels costos de capital fix i els costos de capital circulant calculats anteriorment. Resulta per tant, un cost total anual de l'activitat de **67.258,86 euros**.

1.1.4. Ingressos.

Els ingressos obtinguts corresponen exclusivament al import de les vendes del raïm, ja que no es disposa d'altres ingressos.

A la taula 12 es poden observar els ingressos totals anuals.

Taula 12. Ingressos totals anuals.

Varietat	Producció (kg/ha)	Producció total (kg)	Graduació alcohòlica (°AP)	Preu (€/kg°)	TOTAL (€)
Chardonnay	7.000	36.750	10,9	0,42	168.241,50

- ❖ Els ingressos resultants d'un cicle productiu són de **168.241,50 euros**.

1.1.5. Beneficis.

Els beneficis anuals de l'empresa seran el resultat de restar als ingressos anuals totals, els costos anuals totals.

$$\text{BENEFICIS} = \text{INGRESSOS} - \text{COSTOS}$$

$$\text{BENEFICIS} = 168.241,50 - 67.258,86 = \mathbf{100.982,64 \text{ euros.}}$$

1.2. Situació actual.

1.2.1. Costos de capital fix.

Per calcular els costos de capital fix que té l'empresa actualment només s'hauran de restar respecte la situació projectada anteriorment els costos de la instal·lació de reg i fertirrigació, la caseta de reg i la bassa de reg i sumar-hi el cost de l'abonadora, que s'especifica a la taula 14 i el nou cost d'oportunitat del sòl per la producció corresponent (més baixa), especificat a la taula 13.

Taula 13. Cost de plantació anual.

Concepte	Vida útil (anys)	Valor residual (€)	Cost d'adquisició (€)	Cost d'amortització (€)	Cost d'interès (€)	TOTAL (€/any)
Plantació	25	0	29.000	1.160	761,25	1.921,25
Sòl	-	-	-	-	28.841,40	28.841,40
TOTAL						30.762,65

Taula 14. Costos de maquinària anuals.

Concepte	Vida útil (anys)	Valor residual (%)	Cost unitari (€)	Unitats	Cost d'adquisició (€)	Cost d'amortització (€)	Cost d'interès (€)	TOTAL (€/any)
Tractor de 65 CV i doble tracció	15	10	26.789	1	26.789	1.607,34	773,53	2.380,87
Tisores de podar elèctriques	15	0	121	4	484	32,27	12,71	44,98
Cultivador chisel	15	10	1.800	1	1.800	108	51,97	159,97
Cavadora intercep	15	10	1.600	1	1.600	96	46,2	142,20
Atomitzador	15	10	2.300	1	2.300	138	66,41	204,41
Polvoritzador	15	10	1.200	1	1.200	72	34,65	106,65
Abonadora	15	10	2.000	1	2.000	120	57,75	177,75
TOTAL								3.216,83

Els costos de maquinària avaluats a la taula 14, corresponen a la maquinària utilitzada per al treball de les 40 ha totals de que disposa l'empresa, per tant el cost de capital fix corresponent a la maquinària utilitzada en les 5,25 ha objecte del projecte és de **422,21 euros**.

➤ D'aquesta manera s'obtenen uns costos de capital fix totals de **31.184,86 euros**.

1.2.2. Costos de capital circulant.

Per calcular els costos de capital circulant, ha diferència de la situació projectada, s'haurà de tenir en compte la variació dels productes fertilitzants, les hores de mes que fa el tractorista per la fertilització de la vinya, l'augment del cost del carburant, lubricant i greix de la maquinària i l'augment del cost de manteniment de la maquinària, i s'haurà de restar el cost energètic, que en aquest cas és nul.

A les taules 15, 16 i 17 s'especifiquen els costos abans esmentats.

Taula 15. Cost de fertilitzant anual.

Concepte	Cost unitari (€/kg)	Quantitat aplicada (kg)	Cost total (€)
Adob 8-10-21	0,65	1.575	1.023,75

Taula 16. Cost tractorista anual.

Operació	Temps necessari (hores)	Cost tractorista (€/hora)	Cost tractorista total (€)
Conreu	63	10	630
Tractaments fitosanitaris	57	10	570
Fertilització	21	10	210
TOTAL			1.410

Taula 17. Cost anual de carburant, lubricant i greix de maquinària.

Concepte	Consum	Temps de funcionament (hores)	Cost unitari	Cost total (€)
Carburant	1,5 L/h	141	0,89 €/L	188,23
Lubricant	10 ml/h	141	5,4 €/L	7,61
Greix	7 g/h	141	4,58 €/kg	4,52
TOTAL				200,36

S'estima un valor mig aproximat del cost generat per les reparacions i pel manteniment requerit per la maquinària, del 5% del valor d'adquisició d'aquesta. D'acord amb la taula 14, el valor total d'adquisició de la maquinària és de 36.173 euros, essent aquest el cost generat per les 40 ha de les que es disposen. El cost representatiu de les 5,25 ha objecte del projecte és de 4.747,70 euros, suposant per tant un cost de manteniment de **237,38 euros**.

Ascendeixen així els costos de capital circulant al valor total de **13.276,44 euros**.

S'ha considerat un temps d'immobilitzat mig per tots els factors de producció de 6 mesos, ja que les despeses es reparteixen proporcionalment al llarg del cicle productiu d'un any, essent el cost d'oportunitat el següent:

- Cost d'oportunitat = $\sum (\text{Costos de capital circulant} * \text{Interès} * \text{Temps immobilitzat}) = \mathbf{348,50 \text{ euros}}$.
- Resulten per tant, un total de costos de capital circulant de **13.624,94 euros**.

1.2.3. Costos totals.

Els costos totals anuals seran el resultat de la suma dels costos de capital fix i els costos de capital circulant calculats anteriorment. Resulta per tant, un cost total anual de l'activitat de **44.809,80 euros**.

1.2.4. Ingressos.

Els ingressos obtinguts corresponen exclusivament al import de les vendes del raïm, ja que no es disposa d'altres ingressos.

A la taula 18 es poden observar els ingressos totals anuals.

Taula 18. Ingressos totals anuals.

Varietat	Producció (kg/ha)	Producció total (kg)	Graduació alcohòlica (°AP)	Preu (€/kg°)	TOTAL (€)
Chardonnay	6.000	31.500	10,9	0,42	144.207

Els ingressos resultants d'un cicle productiu són de **144.207 euros**.

1.2.5. Beneficis.

Els beneficis anuals de l'empresa seran el resultat de restar als ingressos anuals totals, els costos anuals totals.

$$\text{BENEFICIS} = \text{INGRESSOS} - \text{COSTOS}$$

$$\text{BENEFICIS} = 144.207 - 44.809,80 = \mathbf{99.397,20 \text{ euros}}$$

- ❖ Com es pot observar, els beneficis de la situació projectada (100.982,64 €) són lleugerament més grans que els de la situació actual (99.397,20 €).

2. Anàlisi de la inversió.

La inversió a realitzar per poder dur a terme el projecte és, tal i com s'ha determinat en el pressupost de 215.650,62 euros. Aquesta quantitat correspon al cost que representa la construcció de la instal·lació del sistema de reg i fertirrigació, la caseta de reg i la bassa de reg. Els pagaments ordinaris corresponen als costos dels diferents factors de producció i les diferents pràctiques culturals sense tenir en compte el cost d'oportunitat, ja que no es tracta d'un flux real de diners. Els cobraments ordinaris seran els originats exclusivament per la venda del producte. A la taula 19 es mostren els fluxos de caixa corresponents a la vida útil del projecte, essent aquesta de vint anys (vida útil de la instal·lació de reg).

Taula 19. Fluxos de caixa.

Any	Inversió (€)	Situació Projectada			Situació Actual			ΔFC (€)
		Cobraments ordinaris (€)	Pagaments ordinaris (€)	FC ₁ (€)	Cobraments ordinaris (€)	Pagaments ordinaris (€)	FC ₂ (€)	
0	215.650,62							
1		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
2		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
3		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
4		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
5		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
6		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
7		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
8		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
9		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
10		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
11		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
12		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
13		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
14		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
15		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
16		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
17		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
18		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
19		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06
20		168.241,50	19.585,88	148.655,62	144.207	13.276,44	130.930,56	17.725,06

Seguidament es calcularan els diferents índexs indicadors de la viabilitat del projecte com són el valor actual net (VAN), la relació d'aquest amb la inversió realitzada (VAN/K), el període de recuperació de la inversió o "Payback" i la taxa interna de rendibilitat (TIR).

2.1. Valor actual net (VAN).

Aquest índex indica els beneficis que s'obtenen realitzant la inversió projectada, considerant els fluxos de caixa i les inversions durant la vida útil del projecte.

L'expressió matemàtica que el defineix és la següent:

$$VAN = \sum_{k=1}^m \frac{FC_k}{(1+i)^k} - \sum_{j=0}^n \frac{I_j}{(1+i)^j}$$

- On,
- m: vida útil de la inversió (anys).
 - n: anys en els que es realitza alguna inversió.
 - FC: flux de caixa (€).
 - I: inversió realitzada (€).
 - i: interès

La taula 20 indica el VAN calculat per uns interessos del 4,75%, 5%, 5,25%, 5,5% i 5,75%.

Taula 20. Valor actual net.

	Interès				
	4,75%	5%	5,25%	5,5%	5,75%
VAN	10.001,25	5.242,81	634,52	- 3.829,37	- 8.154,32

2.2. VAN/K.

La relació entre el VAN i la inversió realitzada, dóna una referència de la rendibilitat de la inversió. A la taula 21 s'indica el valor del VAN/K calculat per a diferents interessos.

Taula 21. VAN/K.

	Interès				
	4,75%	5%	5,25%	5,5%	5,75%
VAN/K	0,046	0,024	0,0029	- 0,018	- 0,038

2.3. Període de recuperació (Payback).

Aquest paràmetre indica la liquiditat del projecte; això significa que determina el temps necessari per recuperar la inversió. El període de recuperació s'estimarà sumant els fluxos de caixa anuals actualitzats fins que el total assoleixi la quantitat invertida.

A la taula 22 es determina el payback en funció de diferents interessos.

Taula 22. Període de recuperació.

	Interès				
	4,75%	5%	5,25%	5,5%	5,75%
Payback (anys)	19	20	20	21	22

2.4. Taxa interna de rendibilitat (TIR).

La taxa interna de rendibilitat és el valor del interès que dóna lloc a un VAN igual a zero, essent aquest del 5,29%.

12. ANNEX: ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

ÍNDIX

- 1 Introducció
- 2 Principis generals aplicables durant l'execució de l'obra
- 3 Identificació dels riscos
 - 3.1 Mitjans i maquinària
 - 3.2 Treballs previs
 - 3.3 Moviment de terres
 - 3.4 Fonaments
 - 3.5 Estructures
 - 3.6 Ram de paleta
 - 3.7 Coberta
 - 3.8 Revestiments i acabats
 - 3.9 Instal·lacions
 - 3.10 Relació no exhaustiva dels treballs que impliquen riscos especials
- 4 Mesures de prevenció i protecció
 - 4.1 Mesures de protecció col·lectiva
 - 4.2 Mesures de protecció individual
 - 4.3 Mesures de protecció a tercers
- 5 Primers auxilis
- 6 Normativa aplicable

1. Introducció.

El present Estudi Bàsic de Seguretat i Salut estableix les previsions respecte la prevenció de riscos d'accidents i malalties professionals que es poden produir durant l'execució de l'obra objecte del projecte, així com informació útil per a efectuar, quan correspongui i amb les condicions de seguretat i salut necessàries, els treballs posteriors de manteniment.

Aquest Estudi Bàsic de Seguretat i Salut, serveix per donar unes directrius bàsiques a l'empresa constructora per a dur a terme les seves obligacions en el camp de la prevenció dels riscos professionals, facilitant així el seu desenvolupament, d'acord amb el Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i de salut a les obres de construcció. En base a l'article 7 de l'esmentat R.D. 1627/1997, i en aplicació d'aquest Estudi Bàsic de Seguretat i Salut, el contractista ha d'elaborar un Pla de Seguretat i Salut en el treball en el qual s'analitzin, estudiïn, desenvolupin i complementin les previsions contingudes en el present document.

El Pla de Seguretat i Salut s'haurà d'aprovar abans de l'inici de l'obra pel Coordinador de Seguretat i Salut de l'obra i per la Direcció de l'obra.

És obligatori l'existència i presència en l'obra d'un Llibre d'Incidències per al seguiment del Pla de Seguretat i Salut. Qualsevol anotació en el Llibre d'Incidències, que és independent del Llibre d'Ordres de la Direcció de l'obra, s'haurà de posar en coneixement de la Inspecció de Treball i Seguretat Social en un termini màxim de 24 hores.

D'acord amb l'article 15è del R.D. 1627/1997, els contractistes i subcontractistes han de garantir que els treballadors rebin la informació adequada de totes les mesures de seguretat i salut de l'obra.

Abans de l'inici dels treballs d'execució, el Promotor ho haurà de comunicar a l'autoritat laboral competent, segons el model inclòs a l'annex III del R.D. 1627/1997. La comunicació d'obertura del centre de treball a l'autoritat laboral competent haurà d'incloure el Pla de Seguretat i Salut.

En el cas que la coordinació del Pla de Seguretat i Salut la realitzi l'Enginyer Facultatiu, es farà constar per escrit des de l'inici de l'encàrrec de l'obra, incloent-ho expressament en la prestació de serveis.

El Coordinador de Seguretat i Salut, durant l'execució de l'obra i en cas d'apreciar un risc gran per a la seguretat dels treballadors, podrà aturar-la parcialment o total, comunicant aquest fet a la Inspecció de Treball i Seguretat Social, al contractista i subcontractista i als representants dels treballadors.

Segons l'article 11è del R.D. 1627/1997, les responsabilitats del Coordinador, de la Direcció de l'obra i del Promotor, no eximiran als Contractistes i Subcontractistes de les seves responsabilitats.

2. Principis generals aplicables durant l'execució de l'obra.

L'article 10è del R.D. 1627/1997 estableix que s'aplicaran els principis d'acció preventiva recollits en l'article 15è de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals (Llei 8/1995, de 8 de novembre) durant l'execució de l'obra i, en particular, en les següents activitats:

- a) Manteniment de l'obra en bon estat i neteja.
- b) Elecció de l'emplaçament de les àrees de treball, considerant les seves condicions d'accés i l'establiment de vies o zones de desplaçament o circulació.
- c) Manipulació dels diferents materials i la utilització del mitjans auxiliars.
- d) Manteniment, control previ a la posada en servei i control periòdic de les instal·lacions i dispositius necessaris per a l'execució de l'obra, amb l'objectiu de corregir els defectes que poguessin afectar la seguretat i salut dels treballadors.
- e) Delimitació i condicionament de les zones d'emmagatzematge i dipòsit dels diferents materials, sobretot si es tracta de matèries i substàncies perilloses.
- f) Recollida dels materials perillosos utilitzats.
- g) Emmagatzematge i evacuació de residus i runes.
- h) Adaptació en funció de l'evolució de l'obra del període de temps efectiu que s'haurà de dedicar a les diferents feines o fases del treball.
- i) Cooperació entre els contractistes, subcontractistes i treballadors autònoms.
- j) Interaccions i incompatibilitats amb qualsevol altre tipus d'activitat que es realitzi a l'obra o a prop d'ella.

Els principis d'acció preventiva establerts en l'article 15è de la Llei 31/1995 són els següents:

- 1) L'empresari aplicarà les mesures que integren el deure general de prevenció, d'acord amb els següents principis generals:
 - a) Evitar riscos.
 - b) Avaluar els riscos que no es puguin evitar.
 - c) Combatre els riscos a l'origen.
 - d) Adaptar el treball a la persona, en particular en la concepció dels llocs de treball, l'elecció dels equips i els mètodes de treball i de producció, per a reduir així el treball monòton i repetitiu i reduir els efectes del mateix en la salut.
 - e) Tenir en compte l'evolució de la tècnica.
 - f) Substituir allò perillós per allò amb poc o nul perill.
 - g) Planificar la prevenció, buscant un conjunt coherent que integri la tècnica, l'organització i les condicions del treball, les relacions socials i la influència dels factors ambientals en el treball.
 - h) Adoptar mesures que prioritzin la protecció col·lectiva a la individual.
 - i) Donar les degudes instruccions als treballadors.
- 2) L'empresari tindrà en consideració les capacitats professionals dels treballadors en matèria de seguretat i salut en el moment d'encomanar les feines.
- 3) L'empresari adoptarà les mesures necessàries per garantir que només els treballadors que hagin rebut informació suficient i adequada puguin accedir a les zones de risc greu i específic.

- 4) L'efectivitat de les mesures preventives haurà de preveure les distraccions i imprudències no temeràries que pogués cometre el treballador. Per a la seva aplicació, es consideraran els riscos addicionals que poguessin implicar determinades mesures preventives, que només podran adoptar-se quan la magnitud dels esmentats riscos sigui substancialment inferior a les dels que es pretén controlar i no existeixin alternatives més segures.
- 5) Es podran concertar assegurances que tinguin com a finalitat garantir la cobertura dels riscos derivats del treball, l'empresa respecte dels seus treballadors, els treballadors autònoms respecte ells mateixos i les societats cooperatives respecte els socis, l'activitat dels quals consisteixi en la prestació del seu treball personal.

3. Identificació dels riscos.

S'enumeren a continuació els principals riscos particulars de diferents treballs d'obra.

S'ha de tenir especial cura en els riscos més usals a les obres, com són les caigudes, talls, cremades, erosions i cops, havent-se d'adoptar en cada moment la postura més adient per al treball que es realitzi. A més, s'han de tenir en compte les possibles repercussions en les estructures d'edificació veïnes i tenir cura en minimitzar en tot moment, el risc d'incendi.

Tanmateix, els riscos relacionats s'hauran de tenir en compte per als previsibles treballs posteriors de reparació, manteniment i altres que poden sorgir.

3.1. Mitjans i maquinària.

Els riscos principals que poden aparèixer amb la utilització de mitjans i maquinària són:

- Atropellaments i topades amb altres vehicles.
- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, electricitat, gas, etc.).
- Ensorrament i/o caiguda de maquinària d'obra (sitges, grues, etc.).
- Riscos derivats del funcionament de grues.
- Caiguda de la càrrega transportada.
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes, etc.).
- Cops i ensopegades.
- Caiguda de materials, rebots.
- Ambient excessivament sorollós.
- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Accidents derivats de les condicions atmosfèriques.

3.2. Treballs previs.

Els riscos principals que poden aparèixer durant la realització dels treballs previs són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, electricitat, gas, etc.).
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes, etc.).
- Cops i ensopegades.
- Caiguda de materials, rebots.

- Sobreexforços per postures incorrectes.
- Bolcada de piles de materials.
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques).

3.3. Moviment de terres.

Els riscos principals que poden aparèixer durant els moviments de terres són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, electricitat, gas, etc.).
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals (escales, plataformes, etc.).
- Cops i ensopegades.
- Despreniment i/o esllavissament de terres i/o roques.
- Caiguda de materials, rebots.
- Ambient excessivament sorollós.
- Ensorrament i/o caiguda de les parets de contenció, pous i rases.
- Ensorrament i/o caiguda de les edificacions veïnes.
- Accidents derivats de condicions atmosfèriques.
- Sobreexforços per postures incorrectes.

3.4. Fonaments.

Els riscos principals que poden aparèixer durant l'execució dels fonaments són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, electricitat, gas, etc.).
- Projecció de partícules durant els treballs.
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals (escales, plataformes, etc.).
- Contactes amb materials agressius.
- Talls i punxades.
- Cops i ensopegades.
- Caiguda de material, rebots.
- Ambient excessivament sorollós.
- Ensorrament i/o caiguda de les parets de contenció, pous i rases.
- Ensorrament i/o caiguda de les edificacions veïnes.
- Despreniment i/o esllavissament de terres i/o roques.
- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Sobreexforços per postures incorrectes.
- Fallida d'encofrats.
- Bolcada de piles de material.
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques, etc.).

3.5. Estructures.

Els riscos principals que poden aparèixer durant l'execució de les estructures són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, electricitat, gas, etc.).
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Projecció de partícules durant els treballs.
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals (escales, plataformes, etc.).
- Contactes amb materials agressius.

- Talls i punxades.
- Cops i ensopegades.
- Caiguda de material, rebots.
- Ambient excessivament sorollós.
- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Sobreesforços per postures incorrectes.
- Fallida d'encofrats.
- Bolcada de piles de material.
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques, etc.).

3.6. Ram de paleta.

Els riscos principals que poden aparèixer amb els treballs de ram de paleta són:

- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Projecció de partícules durant els treballs.
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals (escales, plataformes, etc.).
- Contactes amb materials agressius.
- Talls i punxades.
- Cops i ensopegades.
- Caiguda de material, rebots.
- Ambient excessivament sorollós.
- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Sobreesforços per postures incorrectes.
- Bolcada de piles de material.
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques, etc.).

3.7. Coberta.

Els riscos principals que poden aparèixer amb els treballs d'execució de la coberta són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, electricitat, gas, etc.).
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Projecció de partícules durant els treballs.
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals (escales, plataformes, etc.).
- Contactes amb materials agressius.
- Talls i punxades.
- Cops i ensopegades.
- Caiguda de material, rebots.
- Ambient excessivament sorollós.
- Caigudes de pals i antenes.
- Sobreesforços per postures incorrectes.
- Bolcada de piles de material.
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques, etc.).

3.8. Revestiments i acabats.

Els riscos principals que poden aparèixer durant l'execució dels revestiments i acabats són:

- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Projecció de partícules durant els treballs.
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals (escales, plataformes, etc.).
- Contactes amb materials agressius.
- Talls i punxades.
- Cops i ensopegades.
- Caiguda de material, rebots.
- Sobreesforços per postures incorrectes.
- Bolcada de piles de material.
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques, etc.).

3.9. Instal·lacions.

Els riscos principals que poden aparèixer durant l'execució de les diferents instal·lacions són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, electricitat, gas, etc.).
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals (escales, plataformes, etc.).
- Talls i punxades.
- Cops i ensopegades.
- Caiguda de material, rebots.
- Emanacions de gasos en obertures de pous morts.
- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Sobreesforços per postures incorrectes.
- Caigudes de pals i antenes.

3.10. Relació no exhaustiva dels treballs que impliquen riscos especials.

Una relació no exhaustiva dels treballs que impliquen riscos especials, segons s'indica en l'annex II del R.D. 1627/1997, seria la següent:

- Treballs amb riscos especialment greus de sepultament, enfonsament o caiguda d'altura, per les particulars característiques de l'activitat desenvolupada, els procediments aplicats o l'entorn del lloc de treball.
- Treballs en els quals l'exposició a agents químics o biològics suposi un risc d'especial gravetat, o per als quals la vigilància específica de la salut dels treballadors sigui legalment exigible.
- Treballs amb exposició a radiacions ionitzants pels quals la normativa específica obligui a la delimitació de zones controlades o vigilades.
- Treballs en la proximitat de línies elèctriques d'alta tensió.
- Treballs que exposin a risc d'ofegament per immersió.
- Obres d'excavació de túnels, pous i altres treballs que suposin moviments de terres subterranis.
- Treballs realitzats en immersió en equip subaquàtic.
- Treballs realitzats en cambres d'aire comprimit.
- Treballs que impliquin l'ús d'explosius.
- Treballs que requereixin muntar o desmuntar elements prefabricats pesats.

4. Mesures de prevenció i protecció.

Com a criteri general, prevaldran les proteccions col·lectives abans que les individuals. A més, s'hauran de mantenir en bon estat de conservació els medis auxiliars, la maquinària i les eines de treball. D'altra banda, els medis de protecció hauran d'estar homologats segons la normativa vigent.

Les mesures de prevenció i protecció que es considerin hauran de tenir en compte dels previsibles treballs posteriors (reparació, manteniment, etc.).

4.1. Mesures de protecció col·lectiva.

Les mesures de protecció col·lectiva que s'hauran de prendre són:

- Organització i planificació dels treballs per evitar interferències entre les diferents feines i circulacions dins l'obra.
- Senyalització de les zones de perill.
- Preveure el sistema de circulació de vehicles i la seva senyalització, tant a l'interior de l'obra com en relació als vials exteriors.
- Deixar una zona lliure a l'entorn de la zona excavada per al pas de la maquinària.
- Immobilització de camions mitjançant falques i/o topalls durant les tasques de càrrega i descàrrega.
- Respectar les distàncies de seguretat amb les instal·lacions existents.
- Els elements de les instal·lacions han d'estar amb les seves proteccions aïllants.
- Fonamentació correcta de la maquinària d'obra.
- Muntatge de grues fet per una empresa especialitzada, amb revisions periòdiques, control de la càrrega màxima, delimitació del radi d'acció, frenada, blocatge, etc.
- Revisió periòdica i manteniment de maquinària i equips d'obra.
- Sistema de reg que impedeixi l'emissió de pols en gran quantitat.
- Comprovació de solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes, etc.).
- Comprovació d'apuntaments, condicions d'estrebats i pantalles de protecció de rases.
- Utilització de paviments antilliscants.
- Col·locació de baranes de protecció en llocs amb perill de caiguda.
- Col·locació de xarxat en els forats horitzontals.
- Protecció de forats i façanes per evitar la caiguda d'objectes (amb xarxes o lones).
- Ús de canalitzacions d'evacuació de runes, correctament instal·lades.
- Ús d'escaleres de mà, plataformes de treball i bastides.

4.2. Mesures de protecció individual.

Les mesures de protecció individual que s'hauran de prendre són:

- Utilització de caretes i ulleres homologades contra la pols i/o projecció de partícules.
- Utilització de calçat de seguretat.
- Utilització de casc homologat.
- A totes les zones elevades on no hi hagi sistemes fixes de protecció caldrà establir punts d'ancoratge segurs per a poder subjectar-hi el cinturó de seguretat homologat, la utilització del qual serà obligatòria.
- Utilització de guants homologats per evitar el contacte directe amb materials agressius i minimitzar el risc de talls i punxades.

- Utilització de protectors auditius homologats en ambients excessivament sorollosos.
- Utilització de davantals.
- Sistemes de subjecció permanent i de vigilància dels treballs amb perill d'intoxicació per més d'un operari. Utilització d'equips de subministrament d'aire.

4.3. Mesures de protecció a tercers.

Les mesures de protecció a tercers que es prendran són:

- Tancament, senyalització i enllumenat de l'obra. En el cas que el tancament envaeixi la calçada, s'ha de preveure un passadís protegit per al pas de vianants. El tancament a d'impedir que persones alienes a l'obra hi puguin entrar.
- Preveure el sistema de circulació de vehicles, tant a l'interior de l'obra, com en relació amb els vials exteriors.
- Immobilització de camions mitjançant falques i/o topalls durant les tasques de càrrega i descàrrega.
- Comprovació de solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes, etc.).
- Protecció de forats i façanes per evitar la caiguda d'objectes (xarxes, lones, etc.).

5. Primers auxilis.

En l'obra es disposarà d'una farmaciola amb el contingut de material especificat en la normativa vigent. S'informarà a l'inici de l'obra de la situació dels diferents centres mèdics als quals s'hauran de traslladar els accidentats. És convenient disposar en un lloc ben visible de l'obra d'una llista de telèfons i adreces dels centres assignats per a urgències, ambulàncies, bombers, taxis, etc. Per a garantir el ràpid trasllat i atenció als possibles accidentats.

6. Normativa aplicable.

- Directiva 92/57/CEE de 24 de juny (DO: 26/8/92). Disposicions mínimes de seguretat i de salut que s'han d'aplicar en les obres de construcció temporals o mòbils.
- RD 1627/1997 de 24 d'octubre (BOE: 25/10/97). Disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.
- Transposició de la Directiva 92/57/CEE. Deroga el RD 555/86 sobre obligatorietat d'inclusió d'Estudi de Seguretat i Higiene en projectes d'edificació i obres públiques.
- Llei 31/1995 de 8 de novembre (BOE: 10/11/95). Prevenció de riscos laborals.
- Desenvolupament de la Llei 31/1995 a través de les següents disposicions:
 - o RD 39/1997 de 17 de gener (BOE: 31/01/97). Reglament dels Serveis de Prevenció.
 - o RD 485/1997 de 14 d'abril (BOE: 23/04/97). Disposicions mínimes en matèria de senyalització, de seguretat i salut en el treball.
 - o RD 486/1997 de 14 d'abril (BOE: 23/04/97). Disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball. En el capítol 1, exclou les obres de construcció però el RD 1627/1997 l'esmenta en quant a escales de mà. Modifica i deroga alguns capítols de l'Ordenança de Seguretat i Higiene en el treball (O. 09/03/1971).

- o RD 487/1997 de 14 d'abril (BOE: 23/04/97). Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la manipulació manual de càrregues que comportin riscos, en particular dorso-lumbars, per als treballadors.
- o RD 488/1997 de 14 d'abril (BOE: 23/04/97). Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives al treball amb equips que inclouen pantalles de visualització.
- o RD 664/1997 de 12 de maig (BOE: 24/05/97). Protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents biològics durant el treball.
- o RD 665/1997 de 12 de maig (BOE: 24/05/97). Protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents cancerígens durant el treball.
- o RD 773/1997 de 30 de maig (BOE: 12/06/97). Disposicions mínimes de seguretat i salut, relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individual.
- o RD 1215/1997 de 18 de juliol (BOE: 07/08/97). Disposicions mínimes de seguretat i salut per a la utilització pels treballadors dels equips de treball.
- o Transposició de la Directiva 89/655/CEE sobre utilització dels equips de treball. Modifica i deroga alguns capítols de l'Ordenança de Seguretat i Higiene en el treball (O. 09/03/1971).
- O. de 20 de maig de 1952 (BOE: 15/06/52). Reglament de Seguretat i Higiene del Treball en la indústria de la Construcció. Modificacions: O. De 10 de desembre de 1953 (BOE: 22/12/53) i de 23 de setembre de 1966 (BOE: 01/10/66). Articles del 100 al 105 derogats per O. de 20 de gener de 1956.
- O. de 31 de gener de 1940. Bastides: Cap. VII, art. 661 a 741 (BOE: 03/02/40). Reglament general sobre Seguretat i Higiene.
- O. de 28 d'agost de 1970. Art. 11 a 41, 1831 a 2911 i Annexos 1 i 11 (BOE: 05/09/70; 09/09/70). Ordenança del treball per a les indústries de la Construcció, vidres i ceràmica. Correcció d'errades: BOE: 17/10/70.
- O. de 20 de setembre de 1986 (BOE: 13/10/86). Model de llibre d'incidències corresponent a les obres en les que sigui obligatori l'estudi de Seguretat i Higiene. Correcció d'errades: BOE: 31/10/86.
- O. de 16 de desembre de 1987 (BOE: 29/12/87). Nous models per a la notificació d'accidents de treball i instruccions per al seu compliment i tramitació.
- O. de 31 d'agost de 1987 (BOE: 18/09/87). Senyalització, balisament, neteja i acabat de les obres fixes en vies fora de població.
- O. de 23 de maig de 1977 (BOE: 14/06/77). Reglament d'aparells elevadors per a obres. Modificació: O. de 7 de març de 1981 (BOE: 14/03/81).
- O. de 28 de juny de 1988 (BOE: 07/07/88). Instrucció Tècnica Complementària MLE-AEM 2 del Reglament d'Aparells d'elevació i manteniment referent a grues-torre desmuntables per a obres. Modificació: O. de 16 d'abril de 1990 (BOE: 24/04/90).
- O. de 31 d'octubre de 1984 (BOE: 07/11/84). Reglament sobre seguretat dels treballs amb risc d'amiant.
- O. de 7 de gener de 1987 (BOE: 15/01/87). Normes complementàries del Reglament sobre seguretat dels treballs amb risc d'amiant.
- RD 1316/1989 de 27 d'octubre (BOE: 02/11/89). Protecció als treballadors dels riscos derivats de l'exposició al soroll durant el treball.
- O. de 9 de març de 1971 (BOE: 16 i 17/03/71). Ordenança General de Seguretat i Higiene en el Treball. Correcció d'errades: BOE: 06/04/71. Modificació: BOE: 02/11/89.

- Derogats alguns capítols per: Llei 31/1995, RD 485/1997, RD 486/1997, RD 664/1997, RD 665/1997, RD 773/1997 i RD 1215/1997.
- Resolucions per les que s'aproven Normes Tècniques Reglamentàries per als diferents mitjans de protecció personal de treballadors:
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-1: Cascs no metàl·lics. Resolució de 14 de desembre de 1974 (BOE núm. del 30/12/1974).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-2: Protector auditius. Resolució de 28 de juliol de 1975 (BOE núm. 209 del 01/09/1975).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-3: Pantalles per a soldadors. Resolució de 28 de juliol de 1975 (BOE núm. 210 del 02/09/1975 i núm. 255 del 24/10/1975).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-4: Guants aïllants d'electricitat. Resolució del 28 de juliol de 1975 (BOE núm. 211 del 03/09/1975 i núm. 255 del 24/10/1975).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-5: Calçat de seguretat contra riscos mecànics. Resolució de 28 de juliol de 1975 (BOE núm. 212 del 04/09/1975 i núm. 255 del 27/10/1975).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-6: Banquetes aïllants de maniobres. Resolució de 31 de gener de 1980 (BOE núm. 37 del 12/02/1980 i núm. 80 del 02/04/1980). Modificada per la Resolució de 17 d'octubre de 1983 (BOE núm. 252 del 21/10/1983).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-7: Equips de protecció personal de vies respiratòries. Normes comunes i adaptadors facials. Resolució de 28 de juliol de 1975 (BOE núm. 214 del 06/09/1975 i núm. 259 del 29/10/1975).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-8: Equips de protecció personal de vies respiratòries: filtres mecànics. Resolució de 28 de juliol de 1975 (BOE núm. 215 del 08/09/1975 i núm. 260 del 30/10/1975).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-9: Equips de protecció personal de vies respiratòries: mascaretes autofiltrants. Resolució de 28 de juliol de 1975 (BOE núm. 216 del 09/09/1975 i núm. 261 del 31/10/1975).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-10: Equips de protecció personal de vies respiratòries: filtres químics i mixtes contra amoníac. Resolució de 28 de juliol de 1975 (BOE núm. 217 del 10/09/1975 i núm. 262 del 01/11/1975).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-11: Guants de protecció davant agressius químics. Resolució de 6 de maig de 1977 (BOE núm. 158 del 04/07/1977 i núm. 230 del 26/09/1977).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-12: Filtres químics i mixtes contra monòxid de carboni. Resolució de 6 de maig de 1977 (BOE núm. 166 del 13/07/1977 i núm. 230 del 26/09/1977).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-13: Cinturons de seguretat. Resolució de 8 de juny de 1977 (BOE núm. 210 del 02/09/1977 i núm. 230 del 26/09/1977).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-14: Filtres químics i mixtos contra el clor. Resolució del 20 de març de 1978 (BOE núm. 95 del 21/04/1978).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-15: Filtres químics i mixtos contra anhídrid sulfurós. Resolució del 12 de maig de 1978 (BOE núm. 147 del 21/06/1978 i núm. 160 del 06/07/1978).
 - o Norma Tècnica Reglamentària MT-16: Ulleres de muntura tipus universal contra impactes. Resolució del 14 de juny de 1978 (BOE núm. 196 del 17/08/1978 i núm. 222 del 16/09/1978).

- o Norma Tècnica Reglamentària MT-17: Oculars de protecció contra impactes. Resolució del 28 de juny de 1978 (BOE núm. 216 del 09/09/1978 i núm. 232 del 28/09/1978).
- o Norma Tècnica Reglamentària MT-18: Oculars filtrants per a pantalles de soldadors. Resolució del 19 de gener de 1979 (BOE núm. 33 del 07/02/1979 i núm. 48 del 24/02/1979).
- o Norma Tècnica Reglamentària MT-19: "Cobrefiltres" i "avantcristalls" per a pantalles de soldador. Resolució del 24 de maig de 1979 (BOE núm. 148 del 21/06/1979).
- o Norma Tècnica Reglamentària MT-20: Equips de protecció personal de vies respiratòries: semiautònoms d'aire fresc amb mànega d'aspiració. Resolució del 17 de desembre de 1980 (BOE núm. 4 del 05/01/1981).
- o Norma Tècnica Reglamentària MT-21: Cinturons de seguretat – cinturons de suspensió. Resolució del 21 de febrer de 1981 (BOE núm. 64 del 16/03/1981 i núm. 104 del 01/05/1981).
- o Norma Tècnica Reglamentària MT-22: Cinturons de seguretat – cinturons de caiguda. Resolució del 23 de febrer de 1981 (BOE núm. 65 del 17/03/1981 i núm. 104 del 01/05/1981).
- o Norma Tècnica Reglamentària MT-23: Filtres químics i mixtos contra àcid sulfúric. Resolució del 18 de març de 1981 (BOE núm. 80 del 03/04/1981 i núm. 139 del 11/06/1981).
- o Norma Tècnica Reglamentària MT-24: Equips de protecció personal de vies respiratòries: semiautònoms d'aire fresc amb mànega a pressió. Resolució del 22 de juliol de 1981 (BOE núm. 184 del 03/08/1981 i núm. 151 del 25/06/1982).
- o Norma Tècnica Reglamentària MT-25: plantilles de protecció davant riscos de perforació. Resolució del 30 de setembre de 1981 (BOE núm. 245 del 13/10/1981 i núm. 296 del 11/12/1981).
- o Norma Tècnica Reglamentària MT-26: Aïllament de seguretat de les eines manuals utilitzades en treballs elèctrics en instal·lacions de baixa tensió. Resolució del 30 de setembre de 1981 (BOE núm. 243 del 10/10/1981 i núm. 295 del 10/12/1981).
- o Norma Tècnica Reglamentària MT-27: Bota impermeable a l'aigua i a la humitat. Resolució del 3 de desembre de 1981 (BOE núm. 305 del 22/12/1981 i núm. 49 del 26/02/1982).
- o Norma Tècnica Reglamentària MT-28: Dispositius personals utilitzats en operacions d'elevació i descens – dispositius anticaigudes. Resolució del 25 de novembre de 1982 (BOE núm. 299 del 14/12/1982 i núm. 43 del 19/02/1983).
- o Norma Tècnica Reglamentària MR-29: Perxes de salvament per a interiors fins a 66 kV. Resolució del 31 d'octubre de 1986 (BOE núm. 298 del 13/12/1986, núm. 12 del 14/01/1987 i núm. 53 del 03/03/1987). Modificada per la Resolució del 18 de setembre de 1987 (BOE núm. 235 del 01/10/1987 i núm. 253 de 22/10/1987).
- Normativa d'àmbit local (ordenances municipals).