

ÍNDEX

2.- ANÀLISI TÈCNIC DE SISTEMES DE REG	281
2.1.-AVALUACIÓ TÈCNICA DELS DIFERENTS SISTEMES DE REG SUPERFICIAL	281
2.1.1 Limitacions del reg superficial	282
2.1.1.1 Avantatges i inconvenients del reg superficial	283
2.1.1.2 Tipus de reg superficial (reg a tesa).....	283
2.2.-AVALUACIÓ TÈCNICA DELS SISTEMES DE REG A PRESSIÓ.....	286
2.2.1 Avantatges i inconvenients dels sistemes de reg a pressió.	286
2.2.2 Infraestructures requerides	286
2.2.3 Tipus de reg a pressió	287
2.2.3.1 Reg per aspersió.....	287
2.2.3.2 Reg localitzat.....	289
2.2.3.3 Sistemes de filtrat.....	293
2.2.3.4 Fertirrigació	294
2.2.4 Inversió per les instal·lacions de reg en parcel·la	294
2.2.5 Estudi d'altres modernitzacions properes	296
2.2.5.1 Altorricó	296
2.2.5.2 Comunitat de regants de Lalueza (Osca).....	298
2.2.5.3 Comunitat de Regants del Canal de Pinyana d'Alcarràs	299
2.2.5.4 Comunitat de Regants del Canal d'Aragó i Catalunya de Soses .	300
2.2.5.5 Comunitat de Regants de Comastreta	302

2.- ANÀLISI TÈCNIC DE SISTEMES DE REG

Els sistemes de reg es classifiquen segons la seva tipologia en reg superficial i reg a pressió. Dins de l'ARCP el reg superficial continua essent el majoritari.

El sistema de reg superficial més comú dins el marc de l'àrea regable del Canal de Pinyana és el reg a tesa, mentre que els regs a pressió més habituals són els d'aspersió i els de degoteig.

A la següent taula es mostren els percentatges de cada un d'aquests sistemes de reg dins l'àmbit de la Comunitat General de Regants del Canal de Pinyana (CGRCP)

Taula 2.1. Distribució segons la tipologia de reg a la CGRCP

Tipus de reg	% sobre la superfície
• Superficial	52,9 %
• Pressió	
- Aspersió	24,4 %
- Degoteig	21,1 %
• Altres	1,6 %

2.1.- AVALUACIÓ TÈCNICA DELS DIFERENTS SISTEMES DE REG SUPERFICIAL

En el sistema de reg superficial, o reg a tesa, l'aigua es desplaça per gravetat per sobre de la superfície del sòl. Des de que l'aigua entra a la parada o solc, una part es desplaça per sobre la superfície i la resta es va infiltrant progressivament. És, per tant, necessari un equilibri entre el moviment de l'aigua per sobre la superfície i la seva infiltració per aconseguir una profunditat mullada el més uniforme possible al llarg de tota la parada.

Les pèrdues d'aigua, i per tant la davallada de l'eficiència de reg, es donen bàsicament per percolació profunda i per escorrentia superficial.

- L'escorrentia superficial, no solament produeix pèrdues d'aigua, si no també pot generar problemes d'erosió, per arrossegament de sòlids.
- La percolació profunda, produeix pèrdues d'aigua i llixiviació de nutrients i sals, provocant la denominada contaminació difusa.

Les característiques geomètriques de les parcel·les, la grandària, la forma, el pendent del terreny, condicionen l'escorrentia (velocitat d'avenç), mentre que les característiques físiques del sòl, textura, estructura i porositat, condicionen la permeabilitat (mesurada com velocitat d'infiltració). Per aconseguir una utilització eficient de l'aigua, és necessari disposar d'un cabal i una distribució que minimitzi les pèrdues per escorrentia i percolació.



Figura 2.1. Reg superficial per franges



Figura 2.2. Reg superficial per solcs

Com consideracions generals a tenir en compte en el reg per superfície es troben,

- L'avenç de l'aigua es més ràpid al començament que al final del reg.
- La làmina d'aigua infiltrada creix ràpidament al començament de la infiltració i molt lentament al final.
- La làmina d'aigua infiltrada al llarg d'una parada o solc serà major quant major sigui el temps de contacte de l'aigua amb la superfície del sòl, però no són proporcionals. L'increment de temps de contacte és major que l'increment de làmina entre dos punts donats.
- La uniformitat del reg depèn de la uniformitat del temps de contacte als diferents punts de la parada i la uniformitat de temps de contacte és major quant més ràpid sigui l'avenç.
- L'avenç és més ràpid quan major sigui el cabal, pel que s'aplicarà, en termes generals, el major cabal possible que no generi erosió al sòl.

- El moment de tancament d'entrada d'aigua s'ha d'ajustar, ja que si s'avença a l'òptim, l'aigua no arriba al final de la parada o solc i si es retarda, es produiran pèrdues per escorrentia o embassament i pèrdues per percolació.

Si bé en termes generals el reg superficial té una eficiència d'aplicació menor que altres sistemes, no necessàriament ha de ser així, ja que si s'aplica correctament la tecnologia i el maneig disponibles, s'aconsegueixen eficiències raonables. Entre els avenços més clars a aplicar es troben:

- Anivellació amb làser. Un bon anivellament del terreny aconsegueix una major uniformitat del reg.
- Automatització de l'obertura i tancament d'entrada d'aigua. No solament redueix la utilització de mà d'obra, sinó que permet un major domini del cabals de reg. Tot i així, resulta difícil determinar el temps que tarda l'aigua a arribar al final de la parcel·la, per la qual cosa segueix essent necessari una mínima supervisió del reg.
- Reg intermitent o per impulsos. S'aplica bàsicament al reg per solcs. Consisteix en aportar el mateix o menor volum d'aigua però de manera tal, que l'etapa de mullat del solc es realitzi amb major cabal i de forma intermitent, aconseguint així una major velocitat d'avenç i entre cada aportació una expansió de les partícules d'argila que redueixen la infiltració. Una vegada estigui mullat el solc, s'aporta l'aigua restant també de manera intermitent. Fet així, l'aigua discorre sobre solc mullat i per tant a major velocitat. Amb tot això s'aconsegueix una alta uniformitat de làmina mullada i una menor pèrdua per percolació i escorrentia.



Figura 2.3. Anivellació guiada amb làser



Figura 2.4. Vàlvula pel reg per impulsos

2.1.1 LIMITACIONS DEL REG SUPERFICIAL

El sistema de reg superficial (a tesa), per les seves característiques intrínseques, té limitacions per la seva aplicació.

- D'una banda existeixen limitacions insalvables corresponents a les característiques topogràfiques i físiques del sòl. Aquest tipus de limitacions fan inviable un correcte reg a tesa i porten necessàriament a l'elecció d'un altre sistema de reg.
 - La topografia del terreny i la seva pendent en són factors limitants ja que en cas de ser molt pronunciada un reg a tesa donarà lloc a importants erosions.
 - Una alta permeabilitat i l'existència de sòls poc profunds donen lloc a una baixa capacitat de retenció d'aigua del sòl, cosa que comporta la necessitat de fer regs massa freqüents.
- D'altra banda existeix un segon tipus de limitacions de caire econòmic, és a dir aquelles limitacions superables si s'accepten majors costos o menors ingressos d'explotació. En l'escenari agrari actual no sembla possible acceptar una gestió econòmica de l'explotació que no tendeixi a la màxima competitivitat d'aquesta i per tant aquestes limitacions seran motiu d'elecció d'altres sistemes de reg.
 - Alta utilització de mà d'obra especialitzada, que per la seva progressiva desaparició va augmentant de costos any rera any.
 - L'elevat consum d'aigua respecte a altres sistemes de reg, resultarà limitant quan aquest insum augmenti de preu amb l'aplicació de les noves normatives de recuperació de les despeses dels serveis relacionats amb l'aigua.
 - Davallades de rendiment del conreu per poca uniformitat d'aplicació, sensibilitat dels conreus a l'embassament, etc.

2.1.1.1 Avantatges i inconvenients del reg superficial

- Com a principals **avantatges** d'aquest tipus de reg trobem,
 - Baixa o nul·la despesa energètica.
 - En zones planes, baixa inversió i en molts casos baixa conservació, si bé s'ha d'anivellar periòdicament.
- Els principals **inconvenients** del reg per superfície poden ser,
 - Dificultat per aconseguir una alta eficiència d'aplicació.
 - Falta d'uniformitat de l'aplicació de l'aigua, especialment en parcel·les grans.
 - Dificultat per aplicar petites quantitats d'aigua i de manera freqüent.
 - Necessitat de mà d'obra especialitzada.
 - Elevat cost d'anivellament en zones de topografia difícil.
 - Major contaminació difusa que altres sistemes.
 - Dificultat d'automatització.
 - Impossibilitat d'utilització de fertirrigació.

2.1.1.2 Tipus de reg superficial (reg a tesa)

Hi ha diferents tipus de reg superficial, segons si es mulla la totalitat de terreny o part d'ell, així com la divisió de les parcel·les:

- **Reg per solcs:** L'aigua circula per solcs paral·lels infiltrant-se pel fons del mateix i pels seus costats, sense mullar la totalitat de la superfície. Els solcs amb pendent zero s'utilitzen per distàncies curtes i més de zero en llargues. Aquest tipus de reg superficial requereix una major utilització de mà d'obra amb millor formació per aconseguir una bona uniformitat i eficiència d'aplicació.
- **Reg a manta en franges:** Les unitats o sectors de reg denominades parades, feixes, franges o "tablares", tenen pendent longitudinal per facilitar l'avenç de l'aigua. Les parades poden ser obertes si l'aigua sobrant sobreix al desguàs quan arriba al final o bé tancades si l'aigua roman a la superfície fins a la seva infiltració. Les parades tenen una superfície petita i són curtes i estretes, en general amb séquia d'abastament en un extrem i desguàs a l'altre.
- **Reg a manta per inundació:** Les parades o feixes són grans, de forma rectangular o quadrada, cercades per un dic o "cavalló" que impedeix la sortida de l'aigua. Normalment el pendent és zero, avençant l'aigua per la pròpia alçada de la làmina d'aigua. Al torn de reg, s'inunda la parada, durant el període de temps necessari fins a la total infiltració o evaporació de l'aigua aportada.
- Trobem un ampli ventall de possibilitats dins els sistemes de reg superficial on cada un d'ells s'intenta adequar al màxim a les necessitats de mà d'obra,

característiques del cultiu, propietats del terreny o recursos hídrics que ens podem trobar dins una parcel·la. Seguidament es descriu cada un d'aquests sistemes de reg superficial, tenint en compte que tots busquen optimitzar l'eficiència i uniformitat del reg per a un tipus de parcel·la amb unes característiques determinades.

2.1.1.2.1 Reg superficial per solcs.

Aquest tipus de reg superficial, s'utilitza per a conreus en fileres estretes i plantes sensibles a la humitat a la base del tall, com els horticòles en general.

Algunes consideracions a tenir en compte en el reg per solcs són les següents :

- La **separació dels solcs** depèn del tipus de sòl, cultiu i maquinària a utilitzar. La separació dels solcs ha de garantir que el moviment lateral de l'aigua mulli la totalitat de la zona radicular de les plantes, evitant les pèrdues per percolació. En sòls lleugers, l'aigua infiltra més en profunditat que lateralment, per la qual cosa la separació entre solcs arribarà fins als 50 cm. En els de textura mitja, la infiltració està compensada entre el moviment horitzontal i vertical, per la qual cosa s'arriba fins als 100 cm. Finalment, en sòls argilosos l'aigua penetra més horitzontalment que verticalment, per el que es pot arribar a separacions de 150 cm. No obstant, la separació s'ajustarà al conjunt de les necessitats, cultiu i maquinària, arribant a una situació de compromís entre els diferents factors.
- El **pendent dels solcs** és un dels factors fonamentals per aconseguir una correcta uniformitat i eficiència, la velocitat d'avenç de l'aigua és funció del cabal i del pendent, de manera que a major cabal o pendent, major velocitat. Si bé el límit de velocitat està condicionat per la possible erosió. Les pendents òptimes en general es situen entre 2 i 5 m/km.
- La **llargària del solcs** està condicionada per diferents factors; com la textura del sòl i els costos. En sòls de textura arenosa els solcs han de ser més curts per evitar el temps excessiu al començament, el que augmenta les pèrdues per percolació. Econòmicament quant més curts són els solcs, més augmenten les necessitats de mà d'obra i de llargària de séquies de distribució i consegüentment menys superfície aprofitable.
- Del vist fins ara, és dedueix que el **cabal de cada solc** s'ha d'ajustar a les característiques del mateix, tipus de conreu, tipus de sòl (velocitat d'infiltració), llargària i pendent. La **pràctica del reg** es divideix en dos períodes: mullat del solc i reg pròpiament dit. L'objectiu és aconseguir les màximes eficiències i uniformitats possibles. A l'etapa de mullat, s'utilitzarà el màxim cabal no erosiu i a l'etapa de reg el cabal permanent ajustat a la velocitat d'infiltració. Una vegada determinats els paràmetres es calcula el temps de reg, que resulta de la suma del temps de mullat i de reg. Com a dada pràctica, un regant domina cabals del voltant de 100-150 l/s, mentre que xifres superiors requereixen d'una gran habilitat en reg per solcs.
- Per últim, s'han incorporat diferents **sistemes d'alimentació de solcs**, a fi de facilitar i millorar aquest treball i disminuir la utilització de mà d'obra i espai,

- El sistema tradicional de *séquia de distribució en capçalera*, que es trenca amb el xapo per a deixar sortir l'aigua a l'interior del solc, i en el moment de tancar l'entrada d'aigua, es refà la mateixa.
- Amb *séquies auxiliars* que dominen varis solcs, amb o sense zona d'estancament, a la séquia de distribució, es col·loca un pericó amb doble marc i una pala que provoca la desviació de l'aigua a la séquia auxiliar que alimenta els solcs o aquesta séquia auxiliar disposa d'uns tubs passants que alimenten els solcs.
- **Canonades amb sortides a cada solc**, aquestes sortides es connecten mitjançant un cable que les obre o tanca simultàniament, deixant entrar l'aigua als solcs, normalment aquest sistema és amb canonada de baixa pressió i està col·locada en superfície.
- **Sistema californià**, que consisteix en una canonada enterrada que fa la funció de séquia de distribució. Davant de cada solc es col·loca una derivació vertical amb una tub de menor diàmetre amb sortida horitzontal. A la canonada principal s'instal·la una vàlvula per cada grup de solcs que reguen simultàniament, d'aquesta forma per regar un determinat grup de solcs solament s'ha d'actuar sobre la vàlvula corresponent.



Figura 2.5. Reg per solcs amb sífó



Figura 2.6. Reg per solcs amb comportes

- **Avantatges del reg per solcs**
 - Una característica important la trobem en el fet que pot tenir un cert pendent lateral sense que sigui preceptiu realitzar una labor intensa d'anivellament, la qual és necessària en el cas de reg per inundació.
 - Es pot aplicar en cultius extensius donada la possibilitat de treballar amb petits marcs de plantació.
 - És una tècnica agronòmicament molt aconsellable per alguns cultius molt sensibles a l'entollament del coll, ja que l'aigua mai arriba a cobrir totalment el seu sistema radicular. S'aconsegueix així la seva aireació encara, que són regs d'elevada duració.
 - És un sistema indicat per a sòls de mala estructura en els que el contacte amb l'aigua produeix encrostat i indueix compactació i reducció de l'intercanvi gasós del sòl.
 - La variant de reg per solcs inundats redueix significativament la mà d'obra necessària en el sistema de reg per solcs, i alhora permet aplicar una dosi de reg menor que la que s'obtidria en un reg per inundació.
- **Inconvenients**
 - L'aigua s'ha d'aplicar de forma individual a cada solc cosa que fa que les hores de mà d'obra siguin molt elevades.
 - Requereix d'una mà d'obra qualificada i experimentada en el maneig i construcció dels solcs.

2.1.1.2.2 Reg superficial en franges obertes o tancades.

Aquest sistema consisteix en franges amb un pendent longitudinal amb una entrada d'aigua en l'extrem superior de cadascuna d'elles. Segons es permeti o no l'escorrentia des de l'extrem aigües avall de la franja, parlarem d'escorrentia lliure o franges tancades.

- **Reg per escorrentia lliure**, es caracteritza per tenir un cert pendent longitudinal i un desguàs lliure a la seva part inferior. Aquest pendent fa que l'avenç de l'aigua sigui més ràpid amb la qual cosa no s'acostuma a tallar el reg fins que no es veu completada la fase d'avenç. Això permet una major dosi i temps de reg a costa d'augmentar les pèrdues per escorrentia.
- **Reg per escorrentia en franges tancades**, es diferencia de l'anterior en el fet que no presenta una provisió de desguàs. Amb això s'aconsegueix aprofitar la velocitat d'avenç que proporciona el pendent del terreny sense que sigui necessària la construcció d'una xarxa de desguàs completa. Aquest sistema presenta algun problema de maneig: si l'aigua es talla massa tard es poden produir problemes d'entollament a la part inferior de la parcel·la i si es talla massa aviat l'aigua no arribarà a la part inferior.
- La velocitat de distribució de l'aigua, molt important per tal d'aconseguir una correcta uniformitat del reg, ve determinada per una sèrie de factors:
- El **pendent de les franges** longitudinals més recomanat està comprès entre 0,2 i 0,5 %. En sòls arenosos es poden arribar a pendents de fins al 2% però en sòls argilosos i cultius d'arrels profundes es convenien treballar amb pendents propers al 0%. Cal disposar de drenatges adequats en aquests casos de pendents molt petits per tal d'evitar entollaments en períodes de pluges.
- **L'amplada de les franges** ve molt condicionada pel pendent del sòl i l'amplada de la maquinària utilitzada. L'amplada serà d'entre 10-20 m per a pendents entre 0,2-0,4% i menor de 10 m per pendents entre 0,4-0,5 %. Cal preveure una amplada de la franja que sigui múltiple de l'amplada de treball de la maquinària més gran que es preveu utilitzar.
- La **longitud de les franges** ha de ser la més gran possible mentre es mantingui una eficiència de reg acceptable. Com més llargues siguin les franges menors despeses tindrem en la construcció de les sèquies d'abastament i desguàs. El següents factors determinen la longitud de les franges:
 - La **velocitat d'infiltració**: com més alta sigui menor longitud implicarà. En sòls argilosos es poden sobrepassar els 500 m, per sòls amb textura mitja es podria treballar amb franges entre els 80 i 200 m i no s'han de sobrepassar els 80 m en sòls arenosos.
 - El **cabal d'aigua**: a major cabal més longitud tindrà la franja.
 - El **tipus de cultiu**: ja que els cultius que oposen major resistència a la circulació de l'aigua limiten la longitud de la franja.

2.1.1.2.2.1 Escorrentia lliure

• Avantatges

- Aprofita el pendent del terreny per tal que l'avenç sigui més ràpid, la qual cosa comporta una major uniformitat.

• Inconvenients

- Generalment es talla el cabal d'entrada d'aigua després de completat l'avenç per tal d'allargar el reg i aconseguir una major uniformitat. La major dosi de reg aplicada va lligada amb una major escorrentia.
- Exigeix que la parcel·la presenti una sèrie de característiques en quan a pendent i forma que permetin un correcte avenç de l'aigua.

2.1.1.2.2.2 Franges tancades

• Avantatges

- Aprofita l'efecte positiu del pendent del terreny per tal d'accelerar el procés d'avenç sense fer necessària la construcció d'una xarxa de desguàs completa.

• Inconvenients

- De nou l'experiència de la mà d'obra condiciona en gran mesura la uniformitat i eficiència del reg. Així:
 - o Trobem un greu problema de maneig en aquest tipus de reg en el fet que si l'aigua es talla massa tard, hi ha un important entollament a la part baixa que posa en perill en moltes ocasions la producció i supervivència del cultiu.
 - o Si l'aigua es talla massa aviat, aquesta gairebé no arribarà al final de la parcel·la i per tant no quedarà ben regada.

2.1.1.2.3 Reg de superfície per inundació.

És un sistema molt estès i que sol anar associat als regs tradicionals. La parcel·la, que té un pendent zero i no disposa de desguàs, està rodejada per un cavalló. La introducció de la tècnica d'anivellació per raig làser ha permès disposar de parcel·les de gran mida amb una explanació molt precisa, on el reg per inundació pot assolir elevada uniformitat i eficiència amb una baixa despesa en mà d'obra.

La superfície pot variar entre les 0,3 i 2 ha en funció del tipus de sòl i el cabal del qual disposem. El temps durant el qual la parcel·la ha de romandre inundada també varia en funció de si tenim un terreny arenós (fins a 0,5 hores), franc-arenós (fins a 1 hora) o franc-argilós (fins 2 hores).

- **Avantatges**

- El més clar dels avantatges que trobem en totes les variants del reg superficial és el baix cost econòmic que impliquen les instal·lacions i els equips necessaris a l'interior de parcel·la, així com les baixes o nul·les necessitats energètiques requerides.
- Aquesta tècnica permet disposar de parcel·les de gran mida sempre i quant es realitzi una anivellació guiada per raig làser de la superfície cultivada. D'aquesta manera, pot obtenir-se una bona uniformitat i eficiència amb una baixa despesa en mà d'obra si ho comparem amb la resta de tècniques utilitzades en reg superficial.

- **Inconvenients**

- Aquesta tècnica de reg està limitada a zones planes o de molt baix pendent sempre que es vulgui aconseguir una uniformitat acceptable.
- L'eficiència i uniformitat del reg depèn en gran mesura de la perícia del regant. Això es deu a factors com els que seguidament s'exposen:
 - o La fase d'emplenat no existeix perquè generalment es talla l'aigua abans o en el moment en que es completa l'avenç. El moment de tall es sol correspondre amb un percentatge d'avenç d'entre el 75 y el 100%, segons sigui el cabal i la infiltració.
 - o Els cabals baixos solen produir grans làmines infiltrades prop del punt d'entrada d'aigua, per la qual cosa la làmina infiltrada mitja sol ser elevada, las pèrdues per percolació profunda altes i l'eficiència baixa.
 - o A l'augmentar el cabal, es pot trobar un òptim en el que la uniformitat és acceptable i l'eficiència màxima.
 - o Cabals molt elevats fan que durant l'avenç el calat de l'aigua sigui molt alt. En el moment del tall hi ha un gran volum d'aigua sobre la superfície, el que provoca de nou en una gran làmina infiltrada mitja, però aquest cop amb una gran uniformitat. Com a conseqüència, l'eficiència és de nou baixa. Aquest problema és poc important en sòls amb gran retenció d'aigua, en els que làmines grans no indueixen importants pèrdues per percolació.
 - o S'han de prendre mesures per frenar l'erosió que produeixen aquests cabals a l'entrada de la parcel·la.

2.2.- AVALUACIÓ TÈCNICA DELS SISTEMES DE REG A PRESSIÓ.

Les instal·lacions de reg a pressió es caracteritzen pel fet que la conducció d'aigua es fa mitjançant tubs tancats que arriben fins a la mateixa parcel·la en lloc del transport a làmina lliure que presenten els regs superficials. Segons el tipus d'emissor utilitzat podem classificar els regs a pressió com a regs per aspersió o regs localitzats.

2.2.1 AVANTATGES I INCONVENIENTS DELS SISTEMES DE REG A PRESSIÓ.

A nivell general es defineix una sèrie d'avantatges i inconvenients comunes a tots els sistemes a de reg a pressió, analitzant-se més endavant les variants per cada un d'ells amb major deteniment.

- **Avantatges**

- S'adapten millor que els sistemes de reg per superfície a l'aplicació freqüent de dosis de reg de petit volum, a les quals les plantes s'ajusten millor.
- Són més eficients que els sistemes de reg per superfície en l'ús de l'aigua de reg.
- La possibilitat d'automatització fa que el maneig dels sistemes a pressió resulti més econòmic que els sistemes de reg per superfície pel que fa a la mà d'obra.
- Permeten una major uniformitat en l'aplicació de l'aigua de reg dins de la parcel·la.

- **Inconvenients**

- El seu principal inconvenient es troba en la considerable inversió inicial que cal realitzar, tant en equips de reg com en infraestructura. A més, cal afegir la despesa econòmica que suposa subministrar l'aigua a pressió en cas de no disposar de suficient desnivell respecte el punt de captació.

2.2.2 INFRAESTRUCTURES REQUERIDES

Els elements que el componen són els següents:

- Unes **basses** reguladores o de regulació que acumulin els volums que compensin els desajustos entre les hores de funcionament de la xarxa de distribució en alta i les hores de reg a parcel·la.
- Un **sistema de filtrat** per eliminar les impureses presents en l'aigua de reg.

- Un **equip d'impulsió** que proporcioni aigua a pressió en el cas que no disposem de suficient pressió per gravetat.
- Una **xarxa de canonades principals** que ens porten l'aigua des de la captació fins a les basses reguladores i d'aquests fins a les preses de parcel·la a través dels hidrants.
- Una **xarxa de ramals de reg** que condueixen l'aigua fins als emissors situats a la parcel·la.
- **Emissors** encarregats d'aplicar l'aigua i que s'han d'adaptar a les particularitats de cada cultiu.

2.2.3 TIPUS DE REG A PRESSIÓ

2.2.3.1 Reg per aspersió.

Aquest sistema simula l'aportació d'aigua que realitzen les pluges. Consisteix en distribuir l'aigua per canonades a pressió i aplicar-la a través d'aspersors en forma de pluja. D'aquesta manera es busca aplicar una làmina que sigui capaç d'infiltrar-se al sòl sense produir escorrentia.

2.2.3.1.1 Avantatges i inconvenients del reg per aspersió

• Avantatges

- Es pot utilitzar en una gran varietat de sòls, fins hi tot en aquells que exigeixen regs freqüents i lleugers donat que la quantitat d'aigua aplicada únicament és funció del temps. S'adapta molt bé a sòls molt permeables (arenosos) o molt impermeables (argilosos).
- Permet aconseguir un major grau d'automatització, amb el conseqüent estalvi en ma d'obra que això comporta.
- Presenta una elevada superfície útil ja que en general les canonades van soterrades i es pot prescindir de les sèquies i canals existents.
- Alguns permeten l'aplicació de fertilitzants, tractaments fitosanitaris i control de gelades.
- És molt eficaç en el rentat de sals donat que l'aigua es mou en el sòl en un estat de subsaturació, circulant pels porus més petits en major contacte amb la solució del sòl.
- Si el reg és ben aplicat, no produeix grans danys per erosió.
- No és necessària una anivellació prèvia del sòl, la qual cosa, a més del conseqüent estalvi econòmic, permet mantenir la fertilitat natural del sòl.

- Permet establir calendaris de reg molt perfeccionats ja que es disposa d'un perfecte control sobre la dosi aplicada en cada reg amb la qual cosa s'aconsegueix un estalvi d'aigua.

• Inconvenients

- L'elevat import de la inversió inicial per unitat de superfície (tot i que cal considerar que és inversament proporcional a la grandària de la parcel·la) i les despeses derivades de la necessitat de donar pressió a la xarxa.
- En alguns cultius i en segons quins períodes, podem trobar problemes amb plagues i malalties. També es pot dificultar la fecundació quan es rega en època de floració.
- Pot rentar productes fitosanitaris prèviament aplicats a la part aèria del cultiu. Pot solucionar-se amb una bona programació.
- Mala uniformitat i problemes d'evaporació quan hi ha vents forts.
- No pot utilitzar-se quan es tenen aigües salines ja que a l'evaporar-se augmenta la concentració de sals a la superfície dels cultius.

2.2.3.1.2 Tipus de reg per aspersió

Segons la seva mobilitat dins la parcel·la es classifiquen els sistemes de reg per aspersió en **estacionaris**, que romanen en la mateixa posició mentre dura el reg, o **mecanitzats**, que es desplacen mentre s'aplica l'aigua de reg.

2.2.3.1.2.1 SISTEMES ESTACIONARIS

Ahora, els sistemes estacionaris, es subdivideixen en,

- **Sistemes mòbils**, on tots els elements de la instal·lació inclòs el grup de bombeig pot ser desplaçat lliurement per la finca. Quan acaba el reg en una de les postures, cal moure tot el ramal fins a la nova zona a regar, la qual cosa comporta una gran quantitat de mà d'obra en unes condicions de treball bastant dures. Aquest tipus d'equips solen ser instal·lats per aplicar regs eventuals o com a solucions d'emergència en parcel·les petites o per aplicar regs complementaris.
- **Sistemes semifixes**, on el grup de bombeig i la xarxa de canonades principals són fixes i a les quals van connectats els ramals de reg que en aquest cas sí són mòbils.



Figura 2.7. Sistema d'aspersió semifix

- **Sistemes fixes**, on cap dels elements es desplaça durant el reg. Dins els sistemes fixes enterrats destaca la cobertura total, en el que el disseny del marc de reg més adequat pren molta importància ja que no podrà ser modificat fàcilment. L'obertura i tancament de les vàlvules en aquest sistema pot ser fàcilment automatitzat.



Figura 2.8. Sistema fix (Cobertura total)

- El gran **avantatge** dels sistemes fixes, que s'acostumen a anomenar de cobertura total, el trobem en el fet que al romandre durant tota la campanya en la mateixa posició els canvis de sector de reg es realitzen mitjançant obertura i tancament de vàlvules. Podem tenir doncs un sistema totalment automatitzat.
- El principal **inconvenient** és que el marc de reg determina el solapament entre els cercles mullats pels emissors contigus. És per això que el

disseny del marc més adequat adquireix molta importància ja que no podrà ser modificat fàcilment.

2.2.3.1.2.2 SISTEMES MECANITZATS

També tenim diferents sistemes de reg per aspersió mecanitzats,

- Els **canons motoritzats** consisteixen en un aspersionador de gran abast i cabal, per la qual cosa funciona amb una elevada pressió i formant gotes bastant grans. S'utilitzen per donar regs de suport o per a cultius amb baixes necessitats.
 - El principal **avantatge** és que són adequats per donar regs de recolzament a cultius amb baixes necessitats de reg. Bastant utilitzats en zones semi-humides.
 - El principal **inconvenient** és que requereixen una elevada pressió i formen gotes bastant grans.



Figura 2.9. Canó de reg

- El **pivot** és un ramal de reg amb un extrem fix, pel qual rep aigua i energia elèctrica, i un altre mòbil que descriu un cercle al voltant del primer. La longitud total de l'equip varia entre els 60 i 800 m. Aquest tipus d'equips rega una superfície de forma circular per la qual cosa resulta inevitable que, si la parcel·la no presenta aquesta forma, quedin zones sense regar.
 - **Avantatges**
 - Permet regar grans superfícies de conreu.
 - No arriba a interferir en les altres labors de mecanització.

- Inconvenients

- o Requereix un gran cabal d'aigua i una presa de corrent elèctrica que permeti la mecanització del sistema.
- o Únicament s'ajusten a parcel·les circulars per la qual cosa poden quedar zones sense cultivar ja que aquestes zones s'han estat aprofitant fins ara només de manera justificada pels ajuts de la PAC als cultius extensius.



Figura 2.10. Reg per pivot

- Els **laterals d'avenç frontal** consisteixen en un ramal de reg muntat sobre unes rodes automotrius que es desplacen en sentit perpendicular al ramal de reg de manera que reguen superfícies de forma rectangular. El subministrament d'aigua es du a terme mitjançant una mànega flexible arrossegada pel mateix equip o directament des d'una séquia paral·lela a l'avenç de l'equip. Disposen a més d'un sistema que permet mantenir la canonada alineada de manera que no es produeixen danys al cultiu o que l'equip surti de la parcel·la.



Figura 2.11. Laterals d'avenç frontal

- Avantatges

- o Com s'ajusta a parcel·les rectangulars, no són tan grans les zones que queden sense regar.

- Inconvenients

- o Per la presa d'aigua necessita de la construcció d'un canal paral·lel (limitant-ho a zones sense gran pendent) o una mànega de grans dimensions.
- o És molt important la correcta alineació de la canonada, ja que una desviació en el recorregut pot provocar que les rodes ocasionin danys en el cultiu i que l'equip es surti de la parcel·la.

2.2.3.1.3 Tipus d'emissors

El tipus d'emissor per l'aplicació de l'aigua de reg varia en funció de les característiques del cultiu al qual està destinat. Els principals tipus són:

- Les **toveres pulveritzadores** són els emissors normalment instal·lats a les màquines de reg (pivots i laterals d'avenç frontal). L'aigua surt per un orifici i xoca amb un plat deflector que fa que el raig es trenqui en altres de més petits i que distribueixen l'aigua uniformement. Aquest tipus d'emissor s'utilitza a baixes pressions i tenen un abast variable però no molt gran.
- Els **aspersors giratoris** s'instal·len en sistemes de reg estacionaris i poden estar constituïts per un o dos broquets, de mida variable (diàmetre de 2 a 20 mm), que formen un angle determinat amb l'horitzontal. El nombre de broquets i l'angle que formen amb l'horitzontal influeixen amb la qualitat del reg. L'aspersor gira sobre el seu eix vertical regant així un cercle de radi igual a l'abast del raig.

2.2.3.2 Reg localitzat.

En el reg localitzat s'aplica aigua únicament a la zona del sòl en el qual sol créixer la planta. La zona del sòl que rep l'aigua s'anomena bulb humit i la forma que adopta depèn de la textura del sòl, el cabal de cada emissor, el nombre d'emissors i el temps de reg. D'aquests factors l'únic que no es pot controlar és el de la textura del sòl, de manera que es poden modificar els altres per tal d'adaptar la forma del bulb al cultiu. La textura del sòl però, determina en gran mesura la forma d'aquest bulb. Així es possible trobar-se davant les següents situacions:

- Si el sòl és argilós, l'aigua no es filtrarà fàcilment i es generarà un bulb ample i poc profund.
- Si el sòl és arenós. L'aigua s'infiltrarà ràpidament i el bulb humit serà profund i estret.

- En sòls francs, la forma del bulb humit serà la més equilibrada.

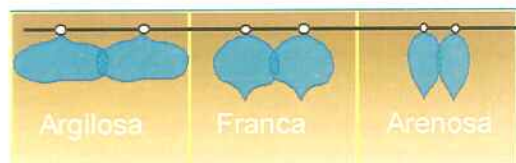


Figura 2.12. Forma del bulb humit segons la textura del sòl

2.2.3.2.1 Avantatges i inconvenients del reg localitzat.

• Avantatges

- Suposa un estalvi d'aigua, degut a la reducció de l'evapotranspiració, s'eviten les pèrdues per escorrentia superficial i per percolació.
- Hi ha un augment significatiu de l'eficiència d'aplicació de l'aigua, que arriba a aprofitar-se en un 90-95%.
- Permet la possibilitat de mesurar i controlar l'aigua aportada.
- Fa possible mantenir el nivell d'humitat en el sòl més o menys constant i elevat, sense que arribin a produir-se entollaments que podrien provocar l'asfíxia radicular o facilitin el desenvolupament de malalties.
- Dificulta l'aparició de males herbes a la part del sòl que no s'humecta. És per això que el control de les males herbes es redueix únicament a la zona del sòl que es rega.
- Possibilita la utilització d'aigües de menor qualitat, degut a l'alta freqüència del reg, que fa que les sals estiguin més diluïdes, disminuint el seu efecte osmòtic i rentant de manera contínua el bulb humit que es forma al voltant del goter.
- Les labors agrícoles no es veuen interrompudes durant el cicle del cultiu ja que en cap moment es troba tota la superfície del sòl mullada.
- Permet realitzar la fertirrigació, la qual cosa comporta un estalvi de fertilitzants i de mà d'obra, una millor distribució d'aquests en el temps i en l'espai i una millora en l'assimilació que permet actuar ràpidament davant deficiències. També poden ser aplicats altres tipus de productes a part dels fertilitzants.
- El reg localitzat és molt adequat per a zones en les quals la pressió disponible no es molt elevada, ja que són sistemes que funcionen a baixes pressions.
- La despesa energètica és menor degut a la reducció de consums d'aigua i a les menors necessitats de pressió.

- Es redueix la mà d'obra necessària pel maneig del reg en relació als sistemes de reg superficial.
- Es presta a una fàcil automatització.
- La uniformitat d'aplicació de l'aigua depèn únicament del bon disseny de la xarxa de reg i no es veu afectada pel tipus de sòl ni per les condicions climàtiques.
- Els equips tenen llarga vida útil, superior als 10 o 15 anys.

• Inconvenients

- Requereix una elevada inversió inicial. El seu cost depèn del cultiu, modalitat de reg escollit, qualitat de l'aigua de reg, necessitats de filtrat, etc.
- Necessita d'un continu control i manteniment de la xarxa i del capçal de reg ja que els emissors són molt sensibles a les obstruccions degudes a precipitacions de sals o de productes químics.
- Provoca la creació al voltant del bulb humit de zones amb elevada acumulació salina.
- No és un sistema de reg adequat per a la gran majoria de cultius extensius.
- En cultius llenyosos pot ocasionar problemes d'arrelament si no es fa un correcte maneig del bulb humit ja que serà en aquesta zona on es produirà el creixement de les arrels. Si aquesta zona es veu excessivament reduïda podem tenir problemes d'estabilitat en el cultiu.

2.2.3.2.2 Tipus de reg localitzat

Els sistemes de reg localitzat es classifiquen en funció al tipus d'emissor que aplica l'aigua de reg al cultiu. Se'n poden trobar de tres tipus:

- **Reg per degoteig:** L'emissor aplica l'aigua gota a gota bé sobre la superfície o sota terra. Els goters funcionen a baixes pressions (1 kg/cm²) i apliquen un petit cabal (de 2 a 16 l/h). Aquest sistema és especialment indicat per cultius llenyosos com ara els fruiters o la vinya, amb un ampli marc de plantació. En el mercat podem trobar goters de laberint, laminars, de vòrtex, d'orifici o autocompensats.



Figura 2.13. Reg per degoteig

- **Reg per canonades emissores:** Aquí l'aigua es condueix alhora que s'aplica per canonades emissores. Presenten unes necessitats de pressió per al seu funcionament baixes (menor a 1 kg/cm^2) i el seu cabal no sobrepassa els 16 l/h . Són molt adequades per cultius en línies amb poca distància entre plantes com ara els cultius hortícoles. En trobem de tres tipus, tubs perforats, de doble paret o de cinta exudant.



Figura 2.14. Reg per cintes exudants

- **Reg per microaspersió:** Consisteix a aplicar aigua en forma de pluja fina sobre la superfície del sòl o del cultiu. El radi d'abast d'aquest tipus d'emissors no sol sobrepassar els 3 m . Sol consumir un major cabal que els anteriors (de 16 a 200 l/h) i està considerat com d'elevada pressió si es parla de reg localitzat (1 a 2 kg/cm^2). Està indicat per cultius llenyosos i herbacis a distints marcs de plantació.



Figura 2.15. Reg per microaspersió

- **Reg soterrat:** Es un tipus de reg per degoteig en el que els laterals porta-emissors estan enterrats en el sòl a una determinada profunditat, entre 5 i 50 cm que redueix molt la evaporació. És adequat en terrenys amb problemes d'infiltració, no està exposat a la llum solar per la qual cosa no sofreix el mateix desgast que poden tenir els sistemes exposats a l'ambient canviant, els equips que transiten pel camp tindran menys dificultats en els seus moviments, l'aigua, els nutrients i els fitosanitaris poden ser aplicats amb major eficiència



Figura 2.16. Reg soterrat

- **Sistema LEPA:** Consisteix en una unitat de reg pivot o lateral mòbil, de baixa pressió en la que els aspersors han sigut substituïts per tubs verticals penjants, que en el seu extrem inferior, proper al sòl, tenen un emissor. La característica distintiva dels sistemes LEPA és que minimitza les pèrdues per aspersió i que conserva seques les fulles de les plantes.



Figura 2.17. Sistema de reg de baixa pressió (LEPA)



Figura 2.18. Emissor de conducte llarg (Microtub)

2.2.3.2.2.1 Tipus d'emissors

Existeixen molts tipus d'emissors, en funció del dispositiu o sistema en el qual es basen per tal de reduir la pressió a l'interior de la instal·lació i del seu règim de funcionament.

• CONDUCTE LLARG

- Microtub: consta d'un tub, generalment de polietilè, de diàmetre comprès entre 0,6 i 2 mm., i de longitud variable. El règim de descarrega es laminar ($x = 1$), per la qual cosa són molt sensibles a les variacions de temperatura i pressió, a més de tenir un elevat risc d'obturgació.
- Helicoidal: Consisteix en enrotllar el microtub al voltant d'un cilindre, per tal d'aconseguir un goter més compacte. El fet que la trajectòria de l'aigua sigui helicoidal, allunya el règim hidràulic del laminar, la qual cosa els fa menys sensibles al canvis de temperatura, pressió i obturgacions.
- Laberint: En aquests goters s'obliga a l'aigua a recórrer un camí sinuós, de forma que el règim de funcionament és pràcticament turbulent ($x=0,5$), amb la qual cosa són molt poc sensibles a temperatura, pressió i obturgacions.

• ORIFICI

Consisteix en realitzar una perforació de petit diàmetre al tub. Es una solució poc recomanable, per la variació de les característiques dels materials plàstics amb el temps. Las característiques hidràuliques de descarrega són turbulents, però el petit diàmetre de la perforació els fa molt sensibles a l'obturgació.

• VÒRTEX

Van evolucionar a partir dels anteriors per tal de solucionar el problema del petit diàmetre. De fet, és un goter d'orifici en el que l'aigua, després de travessar un orifici, es veu obligada a circular per una cambra on entra tangencialment, per la qual cosa l'aigua es dissipa en part en energia centrífuga. Això fa que la mida de l'orifici no hagi de ser tan petita com en l'anterior goter. El règim de descarrega es turbulent ($x=0,4$), a més de comptar amb una petita autocompensació, ja que a l'augmentar la pressió de l'aigua, augmenta la velocitat de la mateixa a la cambra del vòrtex, per la qual cosa augmenta la seva pèrdua de càrrega.



Figura 2.19. Emissors tipus vòrtex

• AUTOCOMPENSAT

Aquests goter tenen una membrana de cautxú o silicona, que es deforma amb la diferencia de pressions existents abans i després de la mateixa, amb la qual cosa s'aconsegueix mantenir constant el cabal.. Un goter autocompensat perfecte tindria un exponent de descàrrega $x=0$, i tot i que a la pràctica no és

així, els valors de x estan molt propers a aquest valor, amb la qual cosa s'aconsegueix una uniformitat de cabal dins un règim de pressions, que haurà de marcar el fabricant. Aquest tipus de goter és molt interessant per aconseguir un coeficient d'uniformitat en el reg alt, independentment de les pèrdues de càrrega al llarg dels diferents elements de la instal·lació i les degudes a les diferències topogràfiques del terreny.



Figura 2.20. Goter integrat autocompensat

2.2.3.3 Sistemes de filtrat

Els sistemes de reg pressió requereixen d'un filtrat previ de l'aigua ja que els emissors poden ser fàcilment obstruïts. Els elements de filtrat es poden dividir en dos grans grups, els de prefiltrat que eliminen les partícules més grosses i els de filtrat pròpiament dit, que eliminen la resta de partícules que poden ocasionar problemes d'obstruccions en la instal·lació.

Cada sistema de reg té unes necessitats de filtrat d'acord a les característiques dels seus emissors. Sistemes de reg per aspersió requereixen graus de filtrat entre 1 i 1,5 mm de diàmetre. En reg localitzat, on els emissors són de menor diàmetre, les exigències en quant al filtrat són majors, entre els 120-140 μm de diàmetre.

Els principals tipus d'equips de filtrat que trobem en el mercat són,

- **Filtres de sorra:** Són especialment efectius per la eliminació de les partícules orgàniques. Posseeixen l'avantatge de poden retenir gran quantitat de partícules abans de ser netejats. La pèrdua de càrrega que ocasionen es de 0,1 a 0,3 kg/cm^2 quan estan nets.
- **Filtres de malla:** Estan formats per un cos metàl·lic cilíndric que conté al seu interior un suport perforat recobert amb una malla d'orificis de mida variable. És un filtre que es sol obturar amb relativa facilitat per la qual cosa no és recomanable per aigües amb gran quantitat de partícules. La pèrdua de càrrega és de 0,1 a 0,3 kg/cm^2 quan estan nets.
- **Filtres d'anelles:** El seu funcionament és similar al dels filtres de malla i també pot retenir gran quantitat de partícules. Permet realitzar contrarentats automàtics sense necessitat de ser desmuntats. La pèrdua de càrrega és de 0,1 a 0,3 kg/cm^2 .
- **Hidrocicló:** És el més adequat per l'eliminació de les partícules minerals que trobem a l'aigua però no és un sistema indicat per usar-se com a filtre únic. Aquest sistema ocasiona una pèrdua de càrrega de 0,3 a 0,5 kg/cm^2 .



Figura 2.21. Filtre de malles



Figura 2.22. Filtres de sorra



Figura 2.23. Filtres d'anelles



Figura 2.24. Hidrocicló

2.2.3.4 Fertirrigació

Un dels grans avantatges que trobem en l'aplicació del reg localitzat és la fertirrigació, que consisteix en l'aplicació de components nutritius amb l'aigua de reg.

Aquesta pràctica requereix de la instal·lació d'un equip addicional específic per a aquest fi que es localitza normalment al capçal de reg i que sol anar seguit d'un filtre de malla per tal d'eliminar els elements més grossos que amb el fertilitzant s'hagi introduït a l'aigua de reg. L'equip pot actuar mitjançant bombeig, succió o per diferència de pressió.



Figura 2.25. Sistema de fertirrigació

2.2.4 INVERSIÓ PER LES INSTAL·LACIONS DE REG EN PARCEL·LA

Més enllà del punt de presa per a cada finca es troben les instal·lacions de reg interior de parcel·la. A l'hora de valorar la inversió d'aquestes instal·lacions cal tenir en compte els següents conceptes,

- Materials: Canonades, vàlvules, emissors, automatismes, filtres i elements per a la fertirrigació són alguns dels elements que caldrà tenir en compte.
- Rases: Gran part de les conduccions han d'anar soterrades per evitar obstaculitzar el funcionament normal de la explotació.
- Mà d'obra: Un bon disseny i la correcta col·locació dels elements de la instal·lació, previndrà l'aparició de futurs problemes en els equips, aconseguirà optimitzar el seu funcionament i allargar-ne la vida útil.

El cost final d'una instal·lació de reg interior de parcel·la està molt lligat a les característiques de cada parcel·la,

- El tipus de cultiu: El reg gota a gota sol anar associat als cultius intensius mentre que el reg per aspersió sol utilitzar-se en cultius extensius.
- El marc de plantació: Com menor sigui, més seran els metres de canonada a construir i en conseqüència major la quantitat de materials i mà d'obra emprats.
- La grandària de l'explotació: L'existència d'elements amb una inversió fixa en elements com són el filtrat, la caseta o els elements de fertirrigació fan que una major grandària de la parcel·la impliqui un menor cost per unitat de superfície.

- La geometria de la finca: Una parcel·la amb geometria uniforme permet la incorporació d'elements pivotants i minimitzar els metres de canonada.
- Les característiques del sòl: Un sòl més o menys graverós implica una major o menor distància entre emissors i fa variar en conseqüència el preu dels materials.
- La qualitat i el grau d'automatització de les instal·lacions: La implementació amb automatismes i elements de seguretat, tot i incrementar inicialment la inversió, pot reportar un estalvi a llarg termini a través de l'estalvi en mà d'obra i reparacions. També amb una major qualitat dels materials s'aconsegueix allargar la vida útil.

Cada explotació presenta unes particularitats, per la qual cosa resulta molt complicat establir un cost únic per unitat de superfície i sistema de reg. Per tal d'englobar aquestes variables i aconseguir una única funció a partir de la qual donar un primer valor del cost de la instal·lació, es defineixen tres tipus d'instal·lacions, el reg gota a gota, el reg per aspersió i els sistemes de reg amb pivot, i es determina el cost per unitat de superfície a partir de l'experiència en altres instal·lacions de reg.

A la Figura 2.26, Figura 2.27 i Figura 2.28 queda representada la funció que relaciona el cost de la instal·lació de reg per a cada sistema de reg.

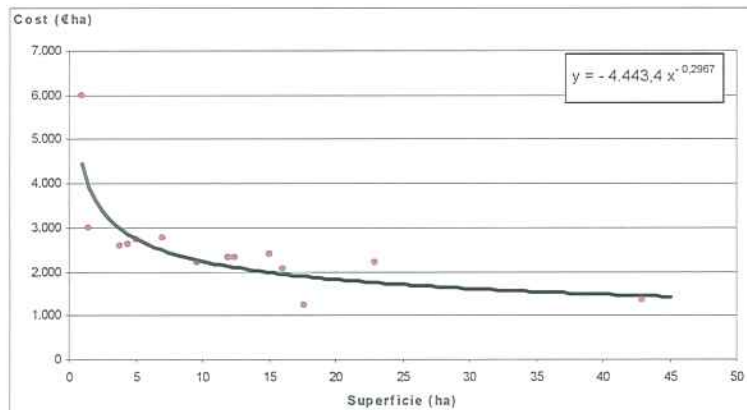


Figura 2.26 Evolució dels costos d'instal·lació de reg per aspersió en funció de la superfície

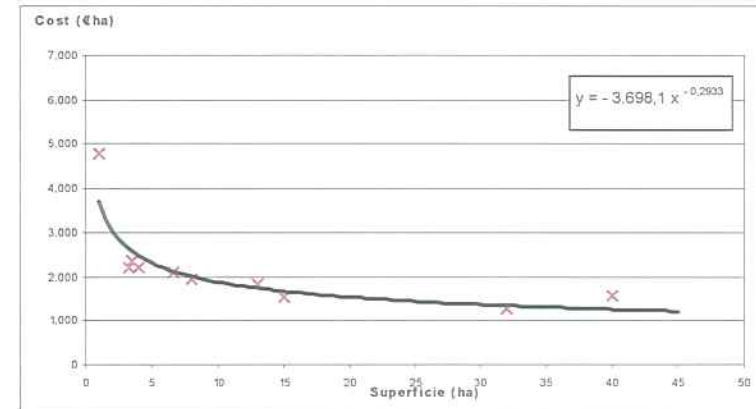


Figura 2.27 Evolució dels costos d'instal·lació de reg gota a gota en funció de la superfície

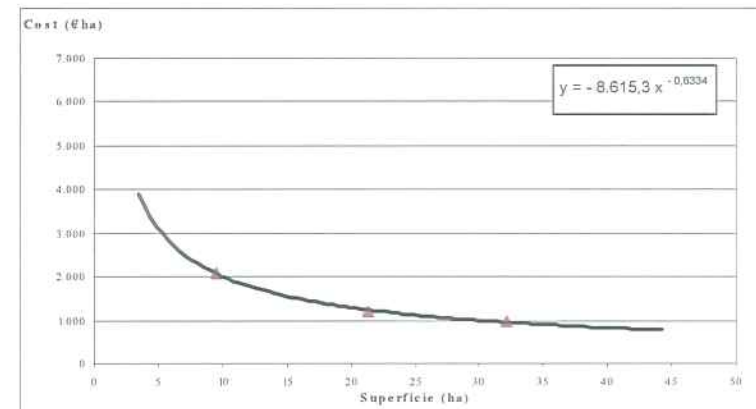


Figura 2.28. Evolució dels costos d'instal·lació de reg pivot en funció de la superfície

2.2.5 ESTUDI D'ALTRES MODERNITZACIONS PROPERES

L'aparició de la Directriu Marc de l'Aigua ha fet que la modernització dels sistemes de reg tradicionals es converteixi en un dels objectius prioritaris de la política de regadius. Tot i que continuament s'han anat realitzant millores per tal d'adaptar-se a les seves necessitats (construcció d'embassaments, reparació de les séquies, anivellament de les parcel·les, etc.), s'està promovent una nova idea de modernització que englobi la pressurització de la xarxa, la concentració parcel·lària i el concepte de gestió eficient del conjunt per tal de minimitzar despeses.

Són pocs els exemples de modernitzacions properes a la zona d'estudi que tinguin suficients anys de funcionament per tal d'aportar dades significatives i arribar a conclusions definitives sobre els seus efectes. Seguidament es descriuen algunes Comunitats on s'ha dut a terme modernitzacions del reg i quines han estat les incidències sobre la realitat de la zona.

2.2.5.1 Altorricó

2.2.5.1.1 Introducció

El "Sindicato de Riegos de Altorricón" està inclòs dins de l'àrea regable del Canal d'Aragó i Catalunya i disposa d'una superfície total en reg de 2.600 ha que fins a l'any 1.991 es regaven a tesa.

El Canal d'Aragó i Catalunya ha sofert des dels seus inicis dificultats en la garantia de l'aigua de reg, reflectint-se en que en èpoques de forta sequera s'hagin d'aplicar prorratejos de l'aigua de reg. Aquests prorratejos impliquen problemes en la productivitat dels cultius que afecten negativament la rendibilitat i viabilitat de les explotacions agràries.

Motivats per la problemàtica de falta de garanties en el subministrament d'aigua, el Sindicat de Regs va plantejar-se una modernització de la xarxa de reg, planificant una transformació total de la xarxa a llarg termini.

A partir de 1.991 es va iniciar un procés de modernització de la xarxa que ja ha arribat a les 2/3 parts de la superfície.

2.2.5.1.2 Fases de la millora

La modernització s'està realitzant per fases, havent-ne fins l'actualitat tres, que han millorat una superfície pròxima a les 1.800 ha.

- Fase 1: Any 1.991 pressurització del reg de 700 ha. Pressupost de 7.212.145 € (1.200 milions de pta).
- Fase 2: Any 2.000 pressurització del reg de 400 ha.
- Fase 3: Any 2.003 pressurització del reg de 700 ha. Pressupost 3.515.921 € (585 milions de pta).

Resta pendent una última zona que requerirà de bombament des d'una bassa ja que es troba a cotes més elevades que les basses de regulació.

2.2.5.1.3 Directrius per a la modernització

A l'objecte de facilitar en la major mesura possible la modernització del regadiu, davant l'oposició inicial que pot presentar una actuació d'aquest tipus, el sindicat va marcar unes directrius bàsiques per la transformació.

- No es realitza concentració parcel·lària.
- Es manté la xarxa de reg a tesa, contribuint tots els agricultors, tant els que reguen a tesa com a pressió al seu manteniment.
- Es disposa d'un hidrant per finca de titular. Aquests es dimensionen per garantir un cabal en parcel·la de 2 l/s-ha, mentre que la xarxa de reg es dimensiona per un cabal de 1,2 l/s-ha.
- La xarxa de reg sempre està disponible per a regar, realitzant-se només el control dels volums disposats per cada agricultor.
- En un principi no s'automatitza la xarxa, si bé en la última modernització ja es compta amb sistemes de control via ràdio.

2.2.5.1.4 Infraestructures actuals

La infraestructura actual del Sindicat està formada per una captació al Canal d'Aragó i Catalunya, dimensionada per un cabal fictici continu de 0,6 l/s-ha, de la que en parteix una xarxa de tres embassaments de regulació i les corresponents xarxes de regadiu.

La captació al canal es troba a cota elevada, suficient per omplir les bases de regulació i alimentar des d'aquestes la xarxa sense la necessitat d'un sistema de bombament excepte en comptats casos de finques molt llunyanes

Actualment es disposa de tres embassaments de regulació que corresponen a cada una de les fases de la modernització.

- Pantà 1: És el que rep l'aigua del canal i té una capacitat de 600.000 m³ i està construït amb materials solts sense cap tipus de revestiment. Les funcions són garantir l'abastament dels embassaments 2 i 3 de les fases futures i abastar una superfície de 700 ha que en rega directament. La xarxa de reg ramificada surt de l'embassament a través d'una galeria de servei i amb una canonada de PEAD Ø 1.200.
- Pantà 2: S'omple per gravetat des del pantà 1 i com que les seves cotes són similars sempre tenen un nivell d'aigua anàleg. La seva capacitat està situada pròxima als 800.000 m³. Està construït amb materials solts, i va registrar problemes greus de filtracions que han obligat a revestir-lo amb làmina impermeabilitzant.
- Pantà 3: Correspon a la última fase projectada fins l'actualitat, i abasta una superfície de 700 ha. Està constituït amb material solts i té una capacitat de 250.000 m³.

La zona que manca per pressuritzar requerirà de bombament des d'una bassa ja que es troba a cotes més elevades.

2.2.5.1.5 Coexistència de dues xarxes

En tractar-se d'una iniciativa dels propis regants el pas de reg a tesa a pressió va ser voluntari. Així doncs el pas d'un sistema a l'altre no va ser uniforme sinó que en una mateixa contrada per on es va estendre xarxa pressuritzada, hi va haver finques que la van acceptar i altres que no. Terceres finques van deixar el punt de presa però no han instal·lat el reg interior.

És per aquest motiu que a la mateixa zona coexisteixen les dues xarxes, pressió i tesa, cosa que provoca un conflicte d'interessos entre els regants d'un sistema i un altre. L'acord inicial autoritzava a modernitzar-se a qui volgués fer-ho, però amb la condició que fes front a tots els pagaments de la comunitat, inclòs el manteniment de sèquies.

Avui en dia, la majoria dels regs són pressuritzats i per tant es té menys cura de la xarxa de sèquies i braçals per part dels usuaris, de tal manera que han augmentat els costos comunitaris de manteniment d'aquestes infraestructures.

La voluntat de la comunitat és incentivar el pas de tots els propietaris a la pressió per tal d'eliminar la xarxa de tesa. Tot i que encara s'està estudiant la manera de fer-ho, arribant a una opció de facilitar la incorporació dels últims regants al reg a pressió per mitjà de crèdits tous fets des del propi sindicat.

D'altra banda, la coexistència de dues xarxes no va representar cap problemàtica a l'hora d'executar les obres en plena campanya de reg gràcies a la bona entesa entre els regants. Abans d'iniciar-se les obres es van demanar permisos a tots els regants que no van fer millora, per passar les canonades per les seves finques. De totes maneres es va minimitzar aquests passos de finca perquè l'ajuntament va donar permís per passar per les vores dels camins.

El grau d'adhesió actual és molt elevat, i implica que de la zona per on passa la canonada, aproximadament un 80% de les finques es rega a pressió.

2.2.5.1.6 Funcionament de la xarxa

A la xarxa pressuritzada cada finca té el seu comptador sobre el que es factura. Segons la superfície hi ha un màxim de volum a aplicar en funció de la disponibilitat d'aigua de la comunitat. Es tracta d'un sistema a la demanda on la comunitat deixa permanentment l'hidrant obert i el regant acciona la seva vàlvula quan ho desitja.

Pel reg a tesa no hi ha comptadors i cal passar pel sindicat a comprar tiquets de temps de reg a mòdul constant. Segons la superfície de la finca hi ha un màxim d'hores possibles de reg que varia en funció de la disponibilitat d'aigua de la comunitat.

En el cas d'haver-hi restriccions d'aigua, cosa habitual, aquestes s'apliquen a tots els regants, sigui quin sigui el seu sistema de reg.

El cost de l'aigua a comptador fou de 0,02 €/m³, mentre que en el cas de reg a tesa fou de 0,0066 €/m³.

La dotació anual que el canal dona a la comunitat és de 5.000-6.000 m³/ha segons any. El canal aporta a la comunitat un cabal punta màxim de 1.200 l/s,

però la majoria dels anys el cabal aportat és inferior. De fet, les xarxes no han arribat a servir mai més de 900 l/s.

La dotació a hidrant a peu de parcel·la de la comunitat és de 2 l/s/ha. Els cabals estadístics de dimensionat de les canonades són de 1,2 l/s/ha amb un coeficient de simultaneïtat del 60%.

La pressió mínima original a hidrant era de 4 atmosferes, però actualment s'han connectat a la xarxa finques on només s'hi pot donar 2,5 atmosferes.

Amb el reg a pressió s'adoba i es fan els tractaments fitosanitaris, tant amb goter com en aspersió. En el cas de l'aspersió hi ha una part de la xarxa que pot utilitzar aquest sistema com antigelanda.

2.2.5.1.7 Finançament

El finançament de la primera fase es va fer en primer lloc amb una pòlissa de crèdit col·lectiva que va permetre la redacció del projecte i el pagament de la gestió. L'obra va ser subvencionada al 40% per la DGA i la quantitat a aportar pels regants fou de 2.566 €/ha (427.000 pta./ha). Per l'aportació dels regants es va subscriure un crèdit col·lectiu amb l'ICO a través d'una entitat privada a 8 anys que ja està totalment amortitzat per tots els regants que el van assumir.

El finançament de la tercera fase ha estat 65% a càrrec de SIRASA i 35% a càrrec dels regants que han assumit a través d'un préstec amb una entitat privada de tipus mancomunat, on cada regant té una participació proporcional a la superfície posada en reg que posseeix. El fet de mancomunat el crèdit els ha permès obtenir unes millors condicions pel préstec que no pas si l'haguessin negociat individualment.

Com que la xarxa serveix també per l'abastament de granges, el cost per cada propietari és va calcular segons superfície de la finca i caps de bestiar de les diferents espècies a alimentar.

2.2.5.1.8 Conreus

Abans de la transformació, els conreus majoritaris eren els arbres fruiters i el cereal amb una petita presència de l'alfals. Amb la millora s'ha incorporat el panís, han davallat molt els conreus de fruiters i els cereals i ha augmentat molt l'alfals. El conreu de fruiters ha passat d'ocupar el 40-50% de la superfície al 20%.

L'estalvi d'aigua amb la millora, entès com a disminució de consum, només es dona en el cas dels fruiters. En conreus extensius no s'ha davallat el consum d'aigua, sinó que se n'ha fet un ús eficient que permet, amb la mateixa dotació anual, obtenir majors rendiments per hectàrea. Aquest augment de rendiment ha vingut donat per,

- Augment de la producció dels conreus que en el cas dels cereals es valora en 1.500 kg/ha i arribant-se a una producció de 5.000 kg/ha.
- Augment de la superfície de conreus altament productius amb l'expansió de l'alfals (20.000 kg/ha) i la introducció del panís (14.000-15.000 kg/ha).

- Possibilitat de fer dues collites a l'any com ara cereal d'hivern i cicle curt de panis o cereal d'hivern i mill.

2.2.5.1.9 Evolució de la gestió agrària

Actualment els regants tenen entre 25 i 70 anys. En els últims temps es detecta un creixement del nombre de joves que es queden a la població per fer de pagès. Fa uns 5-10 anys la sortida del jovent de l'activitat econòmica del poble era majoritària. Són aquests mateixos joves agricultors els que han començat a crear empreses de serveis per rendibilitzar la maquinària propietat de l'explotació familiar.

No es pot establir un paral·lelisme entre un perfil concret de regant i la seva voluntat de millora de reg. Cal destacar que en les tres fases dutes a terme la iniciativa ha sorgit dels propis regants. Els pioners van ser una generació que a l'inici de la millora, finals dels anys 80, tenia 40-50 anys.

L'activitat agrària es complementa amb la ramadera que, segons els regants, va ser la font de finançament de la millora duta a terme en el sistema de reg.

A causa de la millora no s'ha detectat l'arribada a la zona de grans empreses agràries, com ara les conserveres, ni l'acumulació de la propietat en uns pocs propietaris a causa de l'abandó de la resta per no poder fer front a la modernització.

L'explotació de la terra es continua fent per les famílies de sempre que, en no tenir grans superfícies complementen l'activitat agrària amb la ramaderia.

Si que s'ha observat que els propietaris amb superfícies molt petites (<2 ha) han abandonat l'activitat agrària perquè no els resulta rentable disposar de tota la maquinària i han arrendat les terres a altres agricultors de la vila. Actualment es paga de 300 a 360 €/ha i any d'arrendament.

Respecte a l'optimització de recursos, les explotacions extensives acostumen a llogar la maquinària que s'empra pocs cops l'any, mentre que les explotacions fruíteres tendeixen a la compra de la maquinària. Tot i això ja s'ha iniciat un procés de compartir recursos amb la compra d'una picadora per part de la cooperativa que pot ser emprada per tots els socis.

Tampoc ha calgut buscar nous canals de comercialització. L'augment de producció d'alfals ha estat absorbida per les grans deshidratadores presents a la zona (Venso d'Almacelles), mentre que la de cereals i panis ha estat absorbida pels molins de pinso que encara no han arribat a cobrir les seves necessitats amb la producció de la zona. Aquests molins són cooperatives ramaderes formades pels mateixos ramaders de la contrada que compren la producció local, la molen i transformen en pinso per les seves pròpies explotacions ramaderes.

El que ha succeït en el cas de la fruita és que ara ha davallat la producció respecte als anys anteriors i les infraestructures de fred estan infrutilitzades.

2.2.5.1.10 Valoració de la millora per part dels regants

Els regants que han fet millora tenen clara consciència d'estar en millors condicions que els que no l'han fet, tant econòmiques com de qualitat de vida. D'una banda, amb la millora la terra s'ha revaloritzat i n'ha augmentat el rendiment. Fins i tot té més valor una finca amb el punt de presa, tot i no tenir la xarxa interior, que una que no té la xarxa de pressió propera.

L'estalvi d'hores de mà d'obra pròpia de tasques de reg, adobat i tractament fitosanitari, els permet treballar més hores a la ramaderia o als serveis de la pagesia. Però a banda dels factors econòmics, els regants valoren molt positivament la comoditat que representa la programació del reg que no els obliga a haver-hi d'estar presents quan aquest es du a terme.

2.2.5.2 Comunitat de regants de Lalueza (Osca)

Es tracta d'un grup d'agricultors dels Monegros, amb seu social a Lalueza, amb la necessitat de millorar la competitivitat i la qualitat de vida dels agricultors mitjançant la modernització de les 2.757 ha de reg. Els principals obstacles que sorgeixen són comuns als d'altres Comunitats que es plantegen la modernització:

- Disminució relativa de la renda agrària
- Disminució i envelliment de la població rural
- Excessiu fraccionament de la propietat de la terra
- Existència de bancals, braçals, desaigües, camins, marges, etc.
- Impossibilitat de mecanitzar extensions amples i uniformes
- Impossibilitat per establir un sistema de reg comú que permeti millorar la gestió de les explotacions agràries

Per tal de solucionar aquesta problemàtica es va plantejar la modernització de la Comunitat mitjançant la realització d'una concentració parcel·lària "alternativa" que generés unitats mínimes viables de producció. Es va promoure la formació de societats quan un sol propietari no podia crear una d'aquestes unitats mínimes, impeding un fraccionament físic posterior.

Es tracta d'un procés voluntari que disposa d'instruments que permeten una certa flexibilitat com la creació d'una borsa de compra i venda de participacions. L'objectiu final no s'acaba amb la modificació de l'estructura de la propietat sinó que inclou altres conceptes:

- Modernització de la infraestructura i la gestió del reg
- Gestió conjunta de l'explotació i la comercialització
- Establiment d'estratègies conjuntes de desenvolupament
- Recerca de vies per la dotació del màxim valor afegit als productes locals: col·laboració amb centres I+D, creació d'indústries de transformació, comercialització coordinada i conjunta de la producció, utilització de denominacions específiques i de marques de qualitat, etc.

Tot i que el fort aferrament a la propietat de la terra, la propensió a la propietat individual i la heterogeneïtat de les explotacions suposen un seriós obstacle pel desenvolupament de les explotacions de la terra en comú, la iniciativa descrita representa un intent per trencar amb l'escassa cooperació existent a nivell de producció.

2.2.5.3 Comunitat de Regants del Canal de Pinyana d'Alcarràs

2.2.5.3.1 Objecte i antecedents

La Comunitat de Regants del Canal de Pinyana d'Alcarràs forma part de la Comunitat de Regants del Canal de Pinyana. Està constituïda per totes les terres regades amb aigües derivades del Riu Noguera Ribagorçana a través del Canal de Pinyana, que es troben situades dins el terme municipal d'Alcarràs i una petita part del T.M. de Torres de Segre.

Com a zona regable dins el Canal de Pinyana, es tracta d'una zona de regadius històrica, on s'utilitzen bàsicament tècniques de reg a tesa, amb parcel·les de diferents mides i sòls molt variables segons la zona d'ubicació.

Dins de la zona regable, es distingeixen dues zones diferenciades segons el subministrament de l'aigua:

- La zona de Montagut, Regués i Collastret, zona delimitada per la Sèquia del Cap, la A-2, el terme municipal de Lleida i el desguàs general de Pinyana. Aquesta zona s'abasta amb aigua de la Sèquia del Cap i està constituïda per sòls argilosos i una mica salins.
- La zona de l'Horta d'Alcarràs que compren la zona delimitada per la A-2 i el Reg de la Sèquia de Remolins. Aquesta zona s'abasta amb aigua de la Sèquia Major i està constituïda per sòls franc-argilosos i que es caracteritza per la seva gran parcel·lació.

L'objecte de la modernització és la instal·lació d'infraestructures que permetin el canvi del sistema de reg, per torns a través de sèquies a un reg a la demanda a través de xarxes a pressió.

A través de la Societat Estatal d'Infraestructures Agràries S.A. (SEIASA) s'actua sobre una superfície de 1.530 ha, amb un nombre total d'agricultors involucrats en la modernització de 711 i un pressupost final per les obres de 10.600.000 €. Aquesta superfície es troba repartida entre els termes municipals d'Alcarràs i Torres de Segre amb la següent distribució de la superfície:

- T.M. d'Alcarràs: 1.423,71 ha
- T.M. de Torres de Segre: 106,86 ha

2.2.5.3.2 Directius per a la modernització

La finalitat del Projecte és la instal·lació d'un sistema de distribució a la demanda fins a parcel·la amb una pressió no inferior a 30 mca amb la qual cosa s'esperen els següents resultats:

- Disminució del volum total aplicat per unitat de superfície: en sòls permeables passaran d'utilitzar-se més de 12.000 m³/ha a menys de 7.000 m³/ha, per cultius com l'alfals.
- La disminució de la làmina aplicada per cada reg i increment en la periodicitat d'aquestes aplicacions.
- La disminució de les pèrdues de fertilitzants per lixiviació.
- La reducció de la contaminació dels aqüífers i rius.

El disseny de les instal·lacions s'ha realitzat en base a les propostes de la Col·lectivitat:

- La duració i la programació de totes les activitats del projecte s'adaptarà als plans de sembra que indiqui la Col·lectivitat.
- El traçat de la xarxa seguirà, sempre que sigui possible, un traçat paral·lel als camins i a les sèquies.
- A excepció de casos particulars, es reconstruiran tots aquells talussos afectats pel soterrament de les canonades per tal de mantenir el reg per gravetat existent fins que sigui possible la posada en marxa del nou reg.
- S'haurà de respectar els cabals demandats per aquelles parcel·les que actualment ja disposin de sistemes de reg a pressió.
- Totes les parcel·les disposaran d'almenys un hidrant a excepció de la zona de l'Horta Vella on es realitzaran agrupacions de punts de consum en un sol hidrant.
- El disseny de la xarxa serà a la demanda.

Pel que fa als criteris tècnics:

- Els filtres caçapedres de les preses de reg tindran una mida que s'adeqüi al tipus d'emissors més freqüentment utilitzats: entre 0,12 i 2 mm.
- La velocitat màxima de l'aigua a les canonades amb diàmetre superior a 200 mm serà inferior a 2 m/s.
- Totes les seccions iguals o majors a 500 mm es dissenyaran en PRFV SN 10.000 i la resta, en PVC amb la pressió nominal corresponent.

En els punts baixos es dissenyaran desaigües per facilitar la conservació de les xarxes i connectats a cursos ja existents.

L'alternativa de cultiu prevista segons l'estudi agronòmic de la zona dominada per les xarxes de reg projectades, és la següent:

- Cereals d'hivern: 5%
- Panís: 20%
- Alfals: 2%
- Fruiters: 55%

2.2.5.3.3 Infraestructures i funcionament de la xarxa

En la modernització s'utilitza la bassa de regulació existent de Vallcalent, que rep l'aigua del Canal de Pinyana. Es distribueix l'aigua a través de dues xarxes de reg, una per pressió natural (sense bombeig) i un altra a pressió forçada (bombeig) amb la inclusió d'un by-pass per assegurar el reg per pressió natural a aquelles parcel·les de la xarxa de bombeig amb suficient diferència de cota pel reg per degoteig.

S'ha optat per la instal·lació d'un hidrant per parcel·la de reg, a excepció de la zona de "l'Horta Vella", on es fan agrupacions de 8 parcel·les. El cabal per hidrant s'ha establert en 2,1 l/s/ha, amb una dotació mínima en hidrant de 5 l/s i amb una pressió de servei de 30 mca aigües avall de l'hidrant.

2.2.5.3.4 Previsions de millora per part dels regants

Amb les actuacions realitzades s'espera poder gaudir d'un sistema de reg que comporti la millora dels següents aspectes:

- Millora de la qualitat de vida dels regants
- Increment de la productivitat i la qualitat del producte
- Millor dosificació de l'adobat sense incrementar la despesa
- Grau d'humitat del sòl més adequat a les necessitats de la planta

Per altra banda, s'esperen altres efectes socials molt positius com són la implantació de joves agricultors i la seva permanència en l'àmbit rural.

2.2.5.4 Comunitat de Regants del Canal d'Aragó i Catalunya de Soses

2.2.5.4.1 Objecte i antecedents

La Comunitat de Regants del Canal d'Aragó i Catalunya de Soses forma part de la Comunitat de Regants del Canal d'Aragó i Catalunya. La zona regable s'abasta del Canal d'Aragó i Catalunya mitjançant una presa al PK 100,6 que subministra a la séquia secundària de Soses. La modernització afecta una superfície de reg de 2.130 ha en la que fins a dia d'avui es realitzava un reg per torns mitjançant sistemes tradicionals a tesa.

La séquia de Soses té la seva presa al Canal Aragó i Catalunya situada a la cota 240 msnm i distribueix l'aigua a través de dues séquies:

- Canal de Gebuts (altiplà oest)
- Canal de Les Bufarres (altiplà est)

Aquestes séquies abasten més de 180 embassaments particulars que regulen els cabals subministrats. Dins la mateixa xarxa, han conviscut fins a dia d'avui parcel·les amb sistemes de reg tradicionals a tesa amb xarxes de reg a pressió que s'abasten de les basses privades, que regulen el cabal i que en alguns casos permeten obtenir pressió suficient pel reg per diferència de cota.

El perímetre de la zona a modernitzar llinda al sud amb el desaigüe de la Clamor, a l'est per la séquia de Remolins, la carretera provincial LP-7041 a Aitona i el casc urbà de Soses, al nord la línia de terme amb Alcarràs (Vinganya)

i Torres de Segre (amb algunes inclusions d'aquests termes municipals), i per l'oest pel límit de les parcel·les dominades pel Canal de Gebuts.

2.2.5.4.2 Justificació de les actuacions

La finalitat de la modernització és crear un sistema de distribució de reg a la demanda mitjançant xarxes a pressió i el subministrament i regulació de les mateixes mitjançant embassaments de regulació. Aquesta modernització es realitza a través de la Societat Estatal d'Infraestructures Agràries S.A. (SEIASA) i el pressupost final per les obres és de 16.700.000 €.

Algunes de les conseqüències immediates que s'esperen de la modernització són les mateixes que pel cas de la modernització de la Comunitat de Regants del Canal de Pinyana d'Alcarràs:

- Disminució del volum total aplicat per unitat de superfície: en sòls permeables passaran d'utilitzar-se més de 12.000 m³/ha a menys de 7.000 m³/ha, per cultius com l'alfals.
- La disminució de la làmina aplicada per cada reg i increment en la periodicitat d'aquestes aplicacions.
- La disminució de les pèrdues de fertilitzants per lixiviació.
- La reducció de la contaminació dels aquífers i rius.
- La disminució de la mà d'obra necessària per l'aplicació del reg i de les despeses energètiques d'aplicació del mateix.

2.2.5.4.3 Condicionants de disseny

En l'elaboració del projecte s'han tingut en compte les següents propostes:

- S'utilitzen els embassaments existents propietat de la comunitat de Regants.
- Es realitzen agrupacions de parcel·les de reg, concentrant-se el major nombre possibles de parcel·les d'un mateix propietari.
- El traçat de la xarxa segueix, en la mesura del possible, camins paral·lels a les séquies o als camins existents.
- Sempre que sigui necessari, es reconstruiran tots els talussos eliminats a l'hora d'instal·lar les canonades per tal de mantenir operatiu el sistema de reg per gravetat fins que es faci la nova instal·lació en parcel·la.
- El sistema de reg s'ha dissenyat per permetre el reg per aspersió a la totalitat de les parcel·les.
- Es tindrà en compte el reg actual en parcel·la per mantenir els mòduls existents de reg dins de la mateixa, mantenint el cabal actual a excepció de cabals excessius que puguin afectar la distribució de la xarxa principal.
- Es disposarà de comptadors a les vàlvules de cada parcel·la i encara que no s'ha previst en el disseny un sistema de control automàtic del reg des d'un

centre de control situat a la Comunitat de Regants, s'han deixat els elements necessaris en la valvuleria per permetre'n la seva futura implementació.

- La Comunitat de Regants s'abasta únicament d'aigua del Canal Aragó i Catalunya, que actualment i en determinats períodes de màximes necessitats únicament és capaç de subministrar 0,45 l/s/ha, molt inferior a les necessitats en aquesta època, xifrades al voltant dels 0,75 l/s/ha. Tot i així, en ocasions sí es possible el subministrament dels cabals necessaris, en funció a les peticions d'altres Comunitats de Regants.
- La capacitat de regulació és equivalent al consum de la superfície regable de 2 dies en període de màximes necessitats. La finalitat de les basses de regulació és doble, per un costat permetre una regulació diària que compensi la diferència entre les hores de funcionament de la xarxa amb les del Canal, i en segon lloc incrementar la capacitat de regulació de la Comunitat de regants i millorar així la seva gestió.
- La Comunitat de Regants disposa d'unes instal·lacions que han de ser aprofitades al màxim.
 - Presa al PK 100,6 del Canal d'Aragó i Catalunya, amb un cabal màxim de 1.000 l/s
 - Sèquies i canonades de transport des de la presa fins a dues basses, compostades per un tram comú (Sèquia Secundària de Soses) i dos ramals (Sèquies de Bufarres i Sèquia del Gebuts).
 - Dos embassaments de regulació. Un d'ells situat a la zona nord (cota de coronació a 209 msnm i cota de sortida de 194,5 msnm) amb una capacitat per 257.000 m³. L'altre situat a la zona sud (cota de coronació a 200 msnm i cota de sortida de 185 msnm) amb una capacitat per 218.000 m³. Tots dos embassaments ja es trobaven amb un bon estat de conservació
- En referència a la morfologia de la zona regable es poden diferenciar tres zones,
 - La primera zona la conformen dos altiplans en forma de V amb característiques molt similars. Ambdós presenten un pendent molt suau, aproximadament del 0,4%, que va de la cota 230 a la 200 msnm. Són molt allargats i amb una amplada que no arriba al quilòmetre. En total la zona té una extensió de 700 ha i a través d'ella discorren les sèquies secundàries i per tant no està dominada pels embassaments actuals.
 - La segona és la que comprèn la vall del riu Segre i és la que es troba més desenvolupada. Situada en cotes variables, entre els 170 i 130 msnm, presenta a la vegada petits turons i és travessada d'est a oest per l'autovia A-2 i l'autopista AP-2. El seu pendent es situa en torn a un 1%. Aquesta zona d'unes 1.000 ha és la que fins ara ha estat dominada, en termes de regulació, pels embassaments existents.
 - Entre les dues anteriors, queda situada una tercera zona de transició inclinada entre els altiplans i la part més baixa. És en aquesta zona on es

situen la gran majoria dels embassaments de regulació i que aprofiten els entrants que presenta. Entre els dos altiplans la superfície que comprèn és d'aproximadament 400 ha. Està situada entre les cotes 170 i 200 msnm amb un fort pendent.

2.2.5.4.4 Enginyeria del disseny

La modernització contempla les següents actuacions al llarg del perímetre de reg dividides en les següents zones d'actuació:

- Zona 1: on es realitzaran les següents obres.
 - Nova presa al Canal d'Aragó i Catalunya al PK 98,4 aigües amunt de les centrals hidroelèctriques n°12 i n°13 mitjançant almenares modulables per 1.210 l/s.
 - Construcció d'una bassa de regulació de materials solts amb un volum útil d'embassament de 290.000 m³.
 - Instal·lació d'una arqueta de sortida de bassa amb la valvuleria necessària per l'explotació i un sistema de filtrat de malla autonetejant
- Zones 2 i 3: Utilitzen la presa existent al PK 100,6 que derivarà per la sèquia secundària de Soses l'aigua necessària per les 956 ha, amb un cabal mínim a derivar de 717 l/s. Aquestes zones es subministraran a través de les basses existents i incorporaran la valvuleria i el filtre de malles autonetejant corresponent.

Les tres zones disposen del mateix cabal fictici continu (0,75 l/s/ha), 22 hores de reg diàries i 31 dies de reg al mes. El disseny de la xarxa ha de garantir una pressió en hidrant mínima de 35 mca.

Un dels aspectes que caracteritza aquesta modernització és la realització de grups de parcel·les agrícoles formant agrupacions, que és la superfície dominada per un hidrant. S'arriba així a un total de 121 hidrants on tot el grup de parcel·les agrícoles pertanyen a un mateix propietari i 166 agrupacions que engloben un total 595 parcel·les (amb una mitja de 2,14 ha per parcel·la).

2.2.5.4.5 Coexistència de les xarxes

Durant l'execució de les noves instal·lacions haurà de garantir-se el subministrament de l'aigua a través de l'actual xarxa de reg. Com hi ha fases de l'obra que coincideixen amb la campanya de reg, es necessari la realització d'un pla setmanal de treball en coordinació amb la Comunitat de manera que s'alteri el mínim possible el funcionament del reg i el creixement dels cultius.

El muntatge de les canonades en aquests casos ha de ser net, de manera que les rases quedin tapades i permetin el reg dels camps per on discorren el més aviat possible. Les reposicions de sèquies i desaigües afectats han de ser, doncs, immediates.

2.2.5.5 Comunitat de Regants de Comastreta

2.2.5.5.1 Objecte i antecedents

La Comunitat de Regants de Comastreta, al Terme Municipal d'Almenar s'abasta del Canal d'Aragó i Catalunya mitjançant dues captacions situades als punts quilomètrics 69,5 i 70,6 que abasten una superfície de 408 ha. Disposa d'una concessió de 0,4 l/s-ha però en els mesos de més demanda es pot obtenir un cabal punta de 0,6 l/s-ha.

L'objecte del projecte és una modernització del reg que permeti:

- Transformar la xarxa de reg actual per una xarxa a pressió
- Millorar l'eficiència del sistema
- Construcció de basses de regulació

2.2.5.5.2 Justificació de les actuacions

Els principals problemes de l'actual xarxa de reg són:

- Manca de regulació, que obliga a regar 24 hores en el mes de màxim consum
- No hi ha garantia de reg, ja que el dipòsit no connecta amb tota la xarxa, i a més és de capacitat insuficient.
- Instal·lacions en mal estat, que comporten nombroses fugues d'aigua i reparacions constants.
- Pèrdues de cabals intrínsecs a la gestió d'una xarxa de canals.
- Manca de pressió en la xarxa.

2.2.5.5.3 Criteris de disseny

El disseny de les instal·lacions s'ha realitzat en base als següents criteris de disseny:

- Dimensionat segons les necessitats dels cultius en el mes més desfavorable.
- Dotació màxima és de 0,6 l/s-ha.
- Minimitzar el cost de les obres però assegurant la qualitat de les instal·lacions projectades.
- Assegurant que el risc per a les persones i els béns materials durant les obres i durant l'explotació sigui mínima.
- Concessió màxima de 0,6 l/s-ha
- Dotació anual prevista de 5.750 m³/ha-any
- Jornada de reg de 18 hores diàries durant 6 dies a la setmana
- Cabal mínim de reg a hidrant de 1,5 l/s-ha.
- Pressió a hidrant mínima de 30 mca.

2.2.5.5.4 Enginyeria del disseny

Prèviament s'han plantejat 5 alternatives de projecte amb el criteri de maximitzar el pis de reg inferior nodrit per gravetat:

- Alternativa 1: consisteix en bombar des del canal tota l'aigua a una zona superior, el Pla de Comastreta, i des d'aquest punt regar per gravetat tota la zona. Això implica un únic pis de reg.
- Alternativa 2: Situar una bassa per sota del canal, que s'ompli per gravetat i alimenti per gravetat un pis de reg (allí on ho permeti la cota), i un altre per bombament contra la xarxa.
- Alternativa 3, 4 i 5: Situar una bassa per sota del canal que domini un pis de reg (allí on ho permeti la cota) i situar una altra bassa en el Pla de Comastreta, alimentada per bombament des del canal i nodrint la xarxa per gravetat.

La diferència entre les alternatives 3, 4 i 5 és el lloc on se situa la bassa inferior.

Finalment ha estat escollida l'alternativa 5 que divideix la superfície en dos pisos de reg, el pis superior amb una superfície de 211 ha i l'inferior amb 197 ha.

- El pis superior de reg domina una àrea de 210,9 ha i disposa d'una bassa d'argila compactada amb un volum de 16.000 m³, que actualment ja està construïda per la Comunitat de Regants i que s'aprofita com a bassa de regulació del bombament, el bombament condueix l'aigua mitjançant la impulsió a la bassa superior de reg, de 50.000 m³; de la bassa superior parteix la primària que passa per l'estació de filtrat, i allibera aigua directa o indirectament a nou secundàries i 29 hidrants situats en parcel·la.
- El pis inferior de reg domina una àrea de 197,3 ha. Des del Canal d'Aragó i Catalunya en el seu pK 71,4, mitjançant una nova captació es duu l'aigua a la bassa inferior amb una capacitat de 50.000 m³; de la bassa inferior parteix la primària que passa per l'estació de filtrat, i allibera aigua directa o indirectament a deu secundàries i 37 hidrants situats en parcel·la.

2.2.5.5.5 Coexistència de les xarxes

En el transcurs de les obres es té en compte que la campanya de reg s'inicia el mes d'abril i conclou el mes de setembre per tal de no interferir en el reg durant els treballs.

3.- ESTUDI DE LES NECESSITATS D'AIGUA DELS CULTIUS

3.1.- BALANÇ HÍDRIC: PLUJA I ETO

El càlcul de les necessitats hídriques dels conreus es pot fer mitjançant mètodes basats en el coneixement de l'estat hídric del sòl o de la planta que requereixen d'una xarxa de sensors en camp, no disponible en la major part dels casos. El mètode més emprat, però, és el del càlcul del balanç hídric del conjunt sòl-planta-atmosfera que està en funció de,

- Les pèrdues
 - L'evapotranspiració dels cultius, (ET_c) que a la vegada depèn del tipus de cultiu (k_c) i de l'evapotranspiració de referència (ET_0), ja que recull en un sol terme l'aigua eliminada del sòl a través de les fulles dels conreus (T) i per evaporació directa del sòl (E).
 - Percolació profunda (F), que és l'aigua que descendeix per sota de la zona radicular i que es pot minimitzar amb un bon maneig del sistema de reg, excepte en el cas que es requereixi un rentat de sals per mitjà d'un aport extra d'aigua al sòl. Aquest rentat es té en compte a l'hora de calcular l'eficiència del sistema, per tant la percolació profunda es desprecia a l'hora de fer el càlcul de balanç d'aigua al sòl.
 - Circulació efluent superficial i subterrània (R), en cas d'un correcte maneig del reg, es minimitza de tal manera que no es considera en el balanç d'aigua al sòl.
- Els guanys
 - Precipitació efectiva (P_e) és funció de la pluja caiguda (P) i les condicions hídriques en que es troba el sòl.
 - Les aportacions capil·lars del sòl (Ge) a partir de les aigües subterrànies no es consideren en el càlcul davant la variabilitat d'aquests aport.
 - La circulació efluent superficial i subterrània (N), que sols és significativa en els casos on hi ha infiltració per la proximitat d'una presa, un canal,...
 - Els aport deguts al canvi del contingut d'humitat al sòl (ΔW), que no es consideren en el balanç d'aigua en el sòl, ja que en un reg es tendeix a mantenir tant constant com és possible aquest valor.

Així doncs, els dos factors determinants del balanç d'aigua al sistema sòl-planta-atmosfera són l'evapotranspiració del cultiu (ET_c) i la precipitació efectiva (P_e), valors que estan en funció de l'evapotranspiració de referència (ET_0) i la pluja caiguda (P) respectivament i que són els paràmetres que s'estudien a continuació.

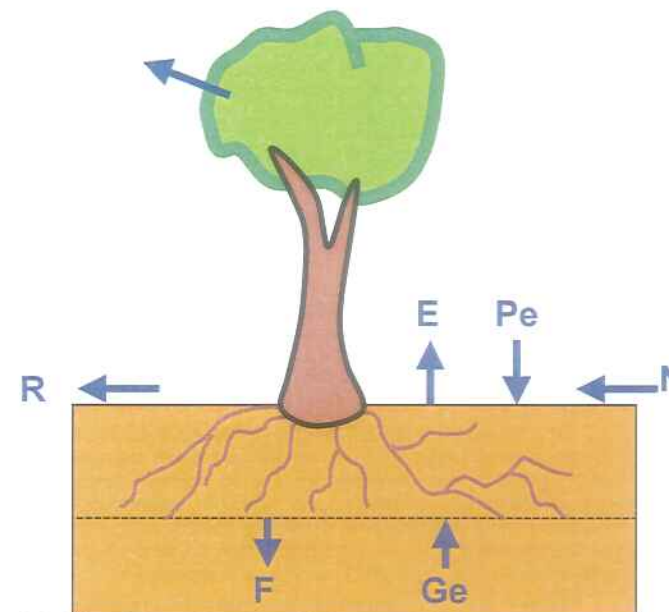


Figura 3.1.- Balanç d'aigua del conjunt sòl-planta-atmosfera

3.1.1 DADES METEOROLÒGIQUES

Per fer els càlculs estadístics d'evapotranspiració de referència i precipitació s'ha optat per emprar estacions de la Xarxa Agroclimàtica de Catalunya (XAC). En aquesta xarxa, les dades d' ET_0 s'obtenen o bé de lectura sobre tanc evaporimètric o bé, en el cas de les estacions en que no es disposa de tanc, mitjançant l'equació de Penman-CIMIS, a partir d'altres dades meteorològiques. El mètode de Penman és el mètode recomanat per la FAO en climes àrids i semiàrids, com el de l'Àrea Regable de Pinyana (ARCP), cosa que porta a seleccionar aquesta xarxa per aquest treball.

Dins de la zona regable de Pinyana i en un entorn proper, la XAC disposa de 7 estacions agroclimàtiques: Albesa, Alcarràs, Alfarràs, Algerri, Lleida, Torres de Segre i Vallfogona de Balaguer, de les que es presenten les seves principals característiques a la Taula 3.1.

Taula 3.1.- Principals característiques de les estacions de la XAC situades a la zona de Pinyana i entorn

Estació	Longitud	Latitud	Altitud	Sensors*	Període dades ETo	Nombre dades diàries ETo	Període dades Pluja	Nombre dades Pluja
Albesa	0,672°	41,76°	262	P i ETo	Jul 99 Feb 05	2.052	Juny 99 Feb 05	2.063
Alcarràs	0,552°	41,57°	130	P i T	-	-	Set 97 Feb 05	2.560
Alfarràs	0,585°	41,78°	278	P i T	-	-	Set 97 Feb 05	2.607
Algeri	0,643°	41,8°	311	P i ETo	Des 00 Feb 05	1.525	Des 00 Feb 05	1.526
Lleida-Raimat	0,449°	41,68°	290	P i ETo	Set 88 Feb 05	5.972	Set 88 Feb 05	5.972
Torres de Segre	0,528°	41,53°	144	P i T	Maig 96 Feb 05	3.017	Maig 96 Feb 05	3.017
Vallfogona de Balaguer	0,829°	41,78°	245	P i ETo	Oct 90 Feb 05	4.670	Nov 90 Feb 05	5.018

*On s'indica ETo vol dir que l'estació disposa de tanc evaporimètric classe A, mentre on s'indica T vol dir que les dades d'evapotranspiració s'obtenen mitjançant l'equació de Penman a partir de les dades de temperatura recollides.

Les estacions de la XAC no disposen de sèries llargues, ja que sempre són de durada inferior als 30 anys recomanats per la OMM, però en el cas de les estacions més antigues de la zona, Lleida-Raimat i Vallfogona de Balaguer, les sèries tenen una durada representativa de 16,5 i 14,5 anys respectivament.

Les estacions d'Albesa, Alcarràs, Alfarràs, Algeri i Torres de Segre es descarten per tenir les sèries de dades d'una durada que es considera poc representativa, 4,5-9 anys, sobretot si es disposa de sèries més llargues com les de les estacions esmentades adés.

Consultat el Servei Meteorològic de Catalunya sobre la representativitat d'aquestes estacions sobre l'ARCP, es decideix seguir les seves recomanacions i emprar com a dades de pluja i evapotranspiració per aquest treball, els valors mitjans de les dades de les estacions de Lleida-Raimat i Vallfogona de Balaguer, que mostren un gran paral·lelisme.

Les dades de les estacions de Lleida-Raimat i Vallfogona de Balaguer s'han processat separatament i posteriorment s'ha fet la mitjana dels seus valors.

3.1.2 DISTRIBUCIÓ DE PROBABILITATS DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓ DE REFERÈNCIA (ET₀)

L'evapotranspiració de referència (ET₀), terme introduït l'any 1977 per Doorenbos i Pruitt, es defineix com la taxa d'evapotranspiració d'una superfície extensa de graminies d'alçada uniforme, de 8 a 15 centímetres, que cobreix completament el sòl, està en creixement actiu i amb les seves necessitats hidriques permanentment satisfetes. La ET₀ únicament és funció dels elements climàtics, essent independent del sòl i de la planta.

Pel càlcul de l'Evapotranspiració de referència (ET₀) es treballa amb les dades diàries de les estacions climàtiques de Lleida-Raimat i Vallfogona de Balaguer que disposen totes dues de tanc evaporimètric.

L'evapotranspiració no és un factor previsible però presenta tendències que permeten treballar amb valors d'ET₀ que tenen certa probabilitat de succeir, determinada segons la freqüència i magnitud de les evapotranspiracions d'una sèrie d'anys per una estació meteorològica concreta.

Cal fer esment de la diferent metodologia emprada en el càlcul probabilístic de la ET₀ a l'hora de determinar les necessitats anuals i mensuals de la combinatòria de conreus probable a l'ARCP per tal de comparar diferents alternatives i la metodologia emprada a l'hora de determinar el cabal punta de disseny de la xarxa. En el primer cas s'ha treballat amb dades d'ET₀ mensuals, mentre que en el segon cas s'han emprat dades d'ET₀ setmanals dels mesos de juny, juliol i agost. Aquest criteri respon a la intenció de no sobreestimar les necessitats globals de la combinatòria en el primer cas i de considerar valors més extrems a l'hora de dissenyar la xarxa. S'ha considerat un període d'una setmana ja que aquesta és la durada dels cicles de funcionament de les xarxes de reg.

En primer lloc, a partir de les dades diàries d'ET₀ enregistrades per cadascuna de les dues estacions (Taules A3-I-1 i A3-I-2 de l'Annex 3-I) s'han obtingut les dades mensuals (Taules A3-I-3 i A3-I-4 de l'Annex 3-1), a excepció dels mesos en que manquen més de 7 registres diaris on aquest valor no s'ha calculat. Sobre les dades mensuals obtingudes per cada estació agrometeorològica s'han calculat les probabilitats de no excedència dels diferents valors d'Evapotranspiració de Referència ajustant-los a una distribució Weibull, de la següent manera,

- Per cadascun dels mesos s'ordenen els N valors d'evapotranspiració mensual de referència de menor a major, assignant un número d'ordre creixent (m).
- Es calcula la probabilitat de no excedència (F_a), per mitjà de l'equació de Weibull, amb m (número d'ordre) i N (nombre total d'observacions).

$$F_a = \frac{100 \cdot m}{N + 1}$$

- Es representa la probabilitat de no excedència (F_a) en un gràfic, on l'eix d'abscisses representa l'ET₀ i l'eix d'ordenades la probabilitat de no excedència. (Figura A3-I-1 de l'Annex 3-I)

- Es calculen els paràmetres A i B de la recta d'ajust d'aquests valors (Figura A3-I-1 i Taules A3-I-5 i A3-I-6 de l'Annex 3-1),

$$ET_o = A \times F_a + B$$

- A partir d'aquesta equació s'obtenen els valors d'evapotranspiració de referència (ET_o) per qualsevol probabilitat de no excedència, per cada mes i per cadascuna de les estacions considerades (Taules A3-I-5 i A3-I-6 i figures A3-I-2 i A3-I-3 de l'Annex 3-1).

Posteriorment s'ha fet la mitjana entre els valors mensuals d'Evapotranspiració de referència, segons diferents probabilitats d'excedència, obtinguts per cada estació (Taula A3-I-7 de l'Annex 3-1) i s'han dividit entre el nombre de dies del mes per obtenir els valors diaris. Els valors probables diaris, es mostren gràficament a la Figura 3.2, mentre que a la Taula 3.2 es mostren els valors d'ET_o probable mensual per diferents probabilitats de no excedència. La probabilitat de no excedència fa referència a quina probabilitat té un determinat valor de ET_o, de no ser superat al llarg dels anys. Per calcular les necessitats mitjanes de consums s'ha emprat el valor d'ET_o amb una probabilitat de no excedència del 50 %, mentre per calcular les d'un any sec i d'un any humit s'empren valors amb una probabilitat de no excedència del 80 i el 20% respectivament.

Taula 3.2.- Evapotranspiració de referència mensual (ET_o mm) per diferents probabilitats de no excedència.

Prob. no exced.	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Gener	9,8	11,5	13,2	14,9	16,7	18,4	20,1	21,8	23,6	25,3
Febrer	23,2	24,9	26,7	28,4	30,1	31,8	33,6	35,3	37,0	38,8
Març	50,3	52,9	55,4	58,0	60,6	63,1	65,7	68,3	70,9	73,4
Abril	75,8	78,3	80,7	83,2	85,6	88,1	90,6	93,0	95,5	97,9
Maig	100,4	103,2	105,9	108,7	111,4	114,2	117,0	119,7	122,5	125,2
Juny	114,9	120,1	125,3	130,5	135,7	140,9	146,2	151,4	156,6	161,8
Juliol	132,7	136,2	139,7	143,2	146,7	150,2	153,6	157,1	160,6	164,1
Agost	117,6	120,4	123,2	126,0	128,8	131,6	134,4	137,2	140,0	142,8
Setembre	76,1	78,3	80,5	82,6	84,8	86,9	89,1	91,3	93,4	95,6
Octubre	41,1	43,4	45,8	48,1	50,4	52,8	55,1	57,5	59,8	62,1
Novembre	15,4	16,9	18,4	19,9	21,4	22,9	24,4	25,9	27,5	29,0
Desembre	9,3	10,2	11,1	12,0	12,9	13,8	14,7	15,6	16,5	17,4
Total anual	766,6	796,3	825,9	855,6	885,2	914,9	944,5	974,2	1003,8	1033,5

3.1.3 DISTRIBUCIÓ DE PROBABILITATS DE LA PRECIPITACIÓ

Degut a la no repetitivitat dels valors de pluja mensual d'un any a un altre, a l'hora de definir les necessitats hidríques d'una combinatòria de conreus, cal emprar el paràmetre de precipitació probable que representa la precipitació amb que es pot

confiar amb una determinada probabilitat, determinada segons la freqüència i magnitud de les precipitacions d'una sèrie d'anys per una estació meteorològica concreta.

Segons la FAO, les precipitacions amb una probabilitat de no excedència del 50 %, estan pròximes a la mitjana mensual, i es considera un any "normal". La probabilitat de no excedència del 20 % (es supera aquesta precipitació 4 de cada 5 anys) serveix per caracteritzar un any "sec", mentre que els anys "humits" es caracteritzen amb el valor de precipitació de probabilitat de no excedència del 80%.

Les dades emprades han estat les de pluges diàries disponibles a les estacions de Lleida-Raimat i Vallfogona de Balaguer de la Xarxa Agroclimàtica de Catalunya (Taules A3-I-8 i A3-I-9 de l'annex 3-1). Aquestes dades s'han tractat per obtenir la pluja acumulada mensual, de cada estació per separat, a excepció dels mesos en que manquen més de 7 registres de pluja diària on no s'ha calculat la pluja mensual acumulada (Taules A3-I-10 i A3-I-11 de l'annex 3-1).

A partir de les dades de pluja mensual acumulada, obtingudes pels diferents mesos dels anys estudiats i per les dues estacions, s'han calculat les probabilitats de no excedència de les precipitacions enregistrades, mitjançant un ajust a una distribució Weibull, de manera anàloga al cas de l'Evapotranspiració de Referència. Posteriorment s'han calculat els paràmetres A i B de la recta d'ajust (Figura A3-I-5 de l'annex 3-1),

$$PPo^{\frac{1}{2}} = A \times F_a + B$$

A partir d'aquesta equació es poden obtenir els valors de precipitació (PPo) per qualsevol probabilitat de no excedència (Taules A3-I-12 i A3-I-13 i figures A3-I-6 i A3-I-7 de l'annex 3-1). S'ha optat per ajustar els valors de pluja transformats per mitjà de la seva arrel quadrada, ja que d'aquesta manera s'obté un ajust més acurat que l'ajust directe dels valors de pluja enregistrats (PPo).

El procediment s'ha aplicat de manera separada a les dues sèries de dades corresponents a les dues estacions considerades, Lleida-Raimat i Vallfogona de Balaguer (XAC). Posteriorment s'ha fet la mitjana entre els valors de pluja mensual acumulada, segons diferents probabilitats d'excedència, obtinguts per cada estació (Taula A3-I-14 i Figura A3-I-8 de l'annex 3-1). Finalment s'han obtingut els valors diaris per divisió dels valors mensuals entre el diferent nombre de dies de cada mes. Els valors probables diaris trobats es mostren gràficament a la Figura 3.3, mentre que a la Taula 3.3 es mostren, de manera resumida, els valors mensuals de precipitació probable per un any sec, un de normal i un d'humit.

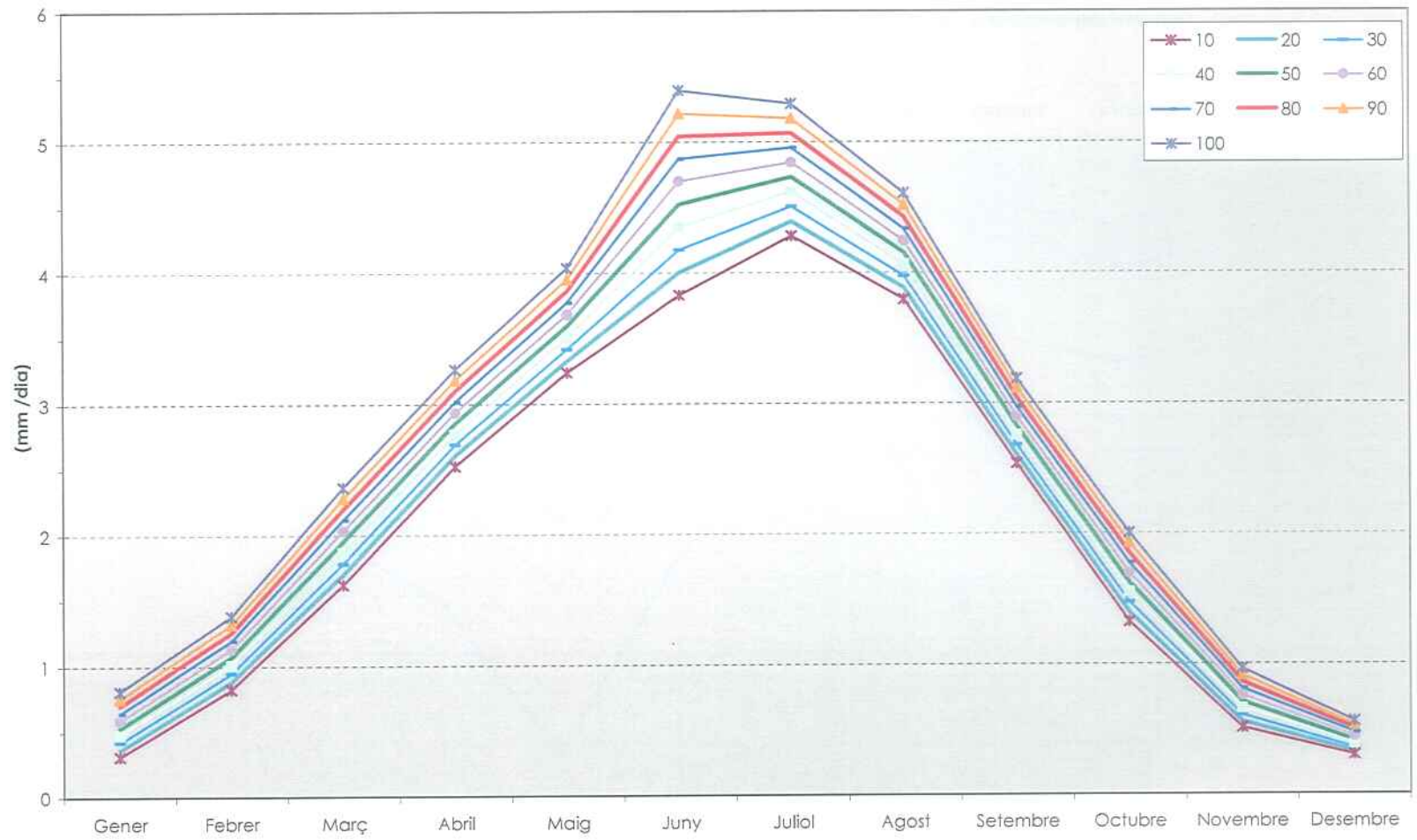


Figura 3.2.- Evapotranspiració de referència diaris (ET0 mm) segons probabilitat de no excedència, calculada a partir de la mensual mitjana de les estacions de Lleida-Raimat i Vallfogona de Balaguer (XAC).

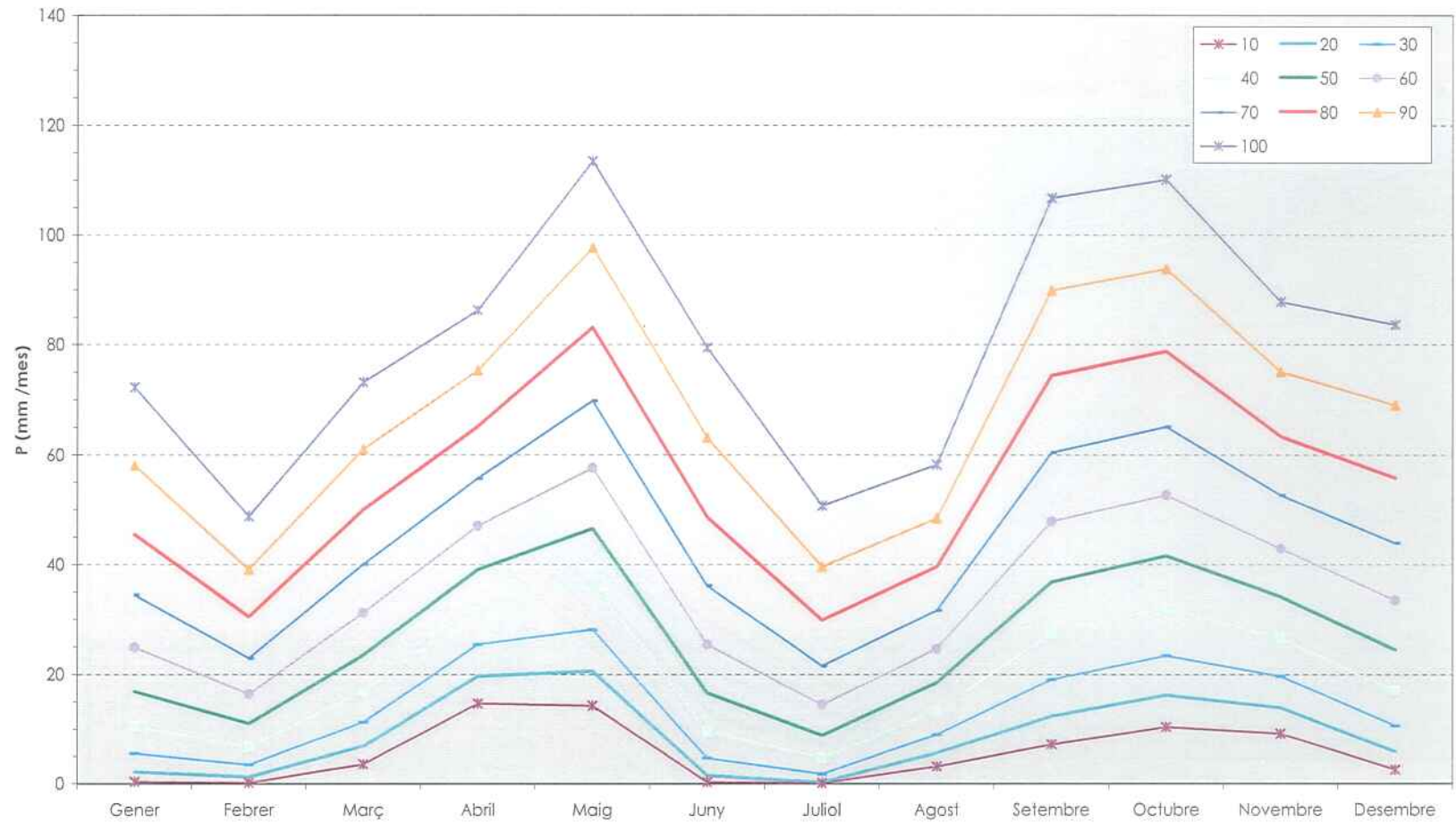


Figura 3.3.- Precipitació acumulada mensual (PPo mm) segons probabilitat de no excedència, mitjana de les estacions Lleida-Raimat i Vallfogona de Balaguer (XAC).

Taula 3.3 .- Valors probables de precipitació mensual acumulada (PPo mm) per un any sec, un de normal i un d'humit. Mitjanes dels valors per les estacions de Lleida-Raimat i Vallfogona de Balaguer (XAC)

PPo (mm)	Any sec	Any normal	Any humit
Probabilitat de no excedència	20 %	50%	80%
Gener	2,18	16,90	45,50
Febrer	1,26	11,04	30,47
Març	6,88	23,50	50,03
Abril	19,69	39,11	65,17
Maig	20,61	46,61	83,18
Juny	1,52	16,60	48,66
Juliol	0,25	8,86	29,85
Agost	5,62	18,53	39,62
Setembre	12,44	36,87	74,43
Octubre	16,26	41,63	78,79
Novembre	13,99	34,22	63,38
Desembre	5,93	24,52	55,78
Total	106,63	318,38	664,88

3.1.4 PRECIPITACIÓ EFECTIVA (P_e)

De la totalitat d'aigua de precipitació que cau sobre un sòl, només una part queda a disposició de les plantes, mentre que la resta es perd per escolament superficial, per percolació profunda o bé per evaporació de l'aigua de pluja interceptada per les fulles de la vegetació. Per quantificar les necessitats d'aigua dels conreus cal conèixer la proporció d'aigua de pluja accessible per les plantes o precipitació efectiva.

Per avaluar aquesta fracció d'aigua en cada cas existeixen diferents mètodes.

- El recomanat per USDA 1969, requereixen del coneixement de l'estat hídric del sòl en el moment anterior a la precipitació, dada que no es disposa habitualment i s'ha d'aproximar a partir de factors de correcció, cosa es considera que pot portar a imprecisions, motiu pel qual es descarta aquest mètode.
- D'altra banda, la FAO, al quadern 46 de la col·lecció de regs i drenatges, per mitjà del programa CROPWAT, proposa cinc mètodes més pel càlcul de la pluja efectiva,
 - En primer lloc es proposa no considerar la pluja, criteri que es desestima per massa conservador, ja que suposaria un sobredimensionat del reg.
 - Per precipitacions mensuals inferiors a 120 mm, es proposa considerar com a pluja efectiva un percentatge, entre el 70 i el 90 % de la precipitació caiguda. Aquest mètode abarca un interval molt ampli i es descarta ja que es disposa d'altres mètodes més precisos.

- Un tercer tipus de mètodes proposen un sistema d'equacions per calcular la precipitació efectiva, en funció de la precipitació total. El primer d'aquests mètodes és un sistema lineal d'equacions proposat per AGLW-FAO, el segon és la calibració local dels paràmetres del mètode anterior i el tercer és el sistema no lineal proposat per l'USBR.

La calibració local dels paràmetres de l'equació AGLW-FAO requereix de tota una xarxa experimental, no disponible en la major part dels casos motiu pel que es descarta aquest mètode.

Per precipitacions mitjanes mensuals inferiors a 190 mm, que és l'interval en que es troben els valors de precipitació a la zona de Pinyana, la proposta de la AGLW-FAO és la més conservadora. Per valors mitjans de precipitació mensuals superiors a 190 mm el mètode més conservador és el recomanat per USBR.

La precipitació efectiva s'avalua, en aquest treball, segons el mètode proposat per AGLW-FAO que es basa en un sistema d'equacions que permet calcular la precipitació efectiva per les plantes, en funció de la precipitació total i les pèrdues per escolament en climes àrids i sub-húmids.

$$P_{efectiva} = 0,6 \cdot P - 10 \text{ si } P < 70 \text{ mm} \cdot \text{mes}^{-1}$$

$$P_{efectiva} = 0,8 \cdot P - 24 \text{ si } P \geq 70 \text{ mm} \cdot \text{mes}^{-1}$$

A la Taula 3.4 es mostren les precipitacions mensuals efectives, segons criteri FAO, per les dades de pluja mensual acumulada mitjana de les estacions Lleida-Raimat i Vallfogona de Balaguer (XAC), segons probabilitat de no excedència, d'un any sec, un any normal i un any humit. Per la resta de probabilitats de no excedència es mostren a la Taula A3-I-15 de l'annex 3-1.

Taula 3.4.- Precipitació mensual efectiva segons criteri AGLW-FAO, a partir de les dades mitjanes segons dades de l'Estació de Lleida (XAC)

Pe (mm)	Any sec	Any normal	Any humit
Probabilitat de no excedència	20 %	50%	80%
Gener	0,00	0,14	17,30
Febrer	0,00	0,00	8,28
Març	0,00	4,10	20,02
Abril	1,81	13,47	29,10
Maig	2,37	17,96	42,55
Juny	0,00	0,00	19,20
Juliol	0,00	0,00	7,91
Agost	0,00	1,12	13,77
Setembre	0,00	12,12	35,54
Octubre	0,00	14,98	39,04
Novembre	0,00	10,53	28,03
Desembre	0,00	4,71	23,47
Total	4,18	79,13	284,21

3.2.- NECESSITATS HÍDRIQUES DE LA SITUACIÓ ACTUAL

En l'apartat anterior s'han avaluat els factors climàtics que condicionen les necessitats dels cultius, ja que determinen el dèficit hídric de l'ambient. A banda d'aquests factors climàtics, n'hi ha dos més que també cal tenir en compte per conèixer les necessitats hídriques a cobrir amb el reg,

- Característiques del conreu que condicionen els consums: espècies, fase de creixement, estat fenològic, etc... , ja que en cada cas el consum d'aigua per part de la planta, amb el mateix dèficit hídric ambiental, és diferent.
- Característiques del sistema de reg i de la xarxa de reg, ja que en funció de la seva eficiència caldrà, per un mateix aport d'aigua al cultiu, captar més o menys aigua a capçalera.

3.2.1 CULTIUS CONSIDERATS

Tal com ja s'ha dit l'avapotranspiració de referència (ET₀) és la d'un conreu d'una superfície extensa de graminies d'alçada uniforme, de 8 a 15 centímetres, que cobreix completament el sòl, està en creixement actiu i amb les seves necessitats hídriques permanentment satisfetes. Aquesta ET₀ ve condicionada pels elements climàtics, essent independent del sòl i de la planta. Com que no tots els conreus presenten aquestes característiques, hi ha una variabilitat en les seves necessitats d'aigua respecte a la evapotranspiració de referència (ET₀).

Aquesta variabilitat ve donada per les diferents espècies i varietats, ja que una planta evapotranspira més com més superfície foliar té i aquesta ve donada pel port propi de l'espècie. En el punt 1.1.6 d'aquest Pla Director s'ha determinat la distribució actual de cultius existents a l'ARCP, és a dir la superfície existent de les diferents espècies de fruita dolça (perera, presseguer i pomera), altres fruiters que tot i ser minoritaris respecte als anteriors també es troben a la zona (prunera, cirerer, albercoquer i figuera), les espècies més importants de conreus extensius (panís, alfals, ordi, blat, gira-sol) i d'hortícoles (tomàquet, pèsol, patata i ceba), així com olivera, ametller i vinya. Aquesta distribució es pot veure de manera percentual a la Taula 3.5

La variabilitat en els consums d'aigua per part de les plantes també ve donada per l'estadi de creixement i fenològic de la planta, ja que una fulla vella transpira més que una de jove i una planta quan es troba en estat vegetatiu consumeix més aigua que durant l'aturada hivernal. També, quan la planta està omplint el fruit consumeix més aigua que en altres estadis fenològics: naixença de fulles, inflat de borrons, floració, ...Finalment, el consum hídric de la planta també ve determinat per la seva agrupació en l'espai ja que consumeix més un camp ocupat al 100% pel conreu que un camp on el conreu es troba a rencs i el percentatge d'ocupació és menor. Al mateix temps el consum hídric és menor com més gran és la massa vegetal ja que les plantes de la part exterior de la massa transpiren molt més que les de la part interior on es crea un microclima més humit.

Per la quantificació d'aquesta variabilitat s'aplica un coeficient corrector de cada conreu (K_c) sobre l'evapotranspiració de referència (ET₀) per tal d'obtenir l'evapotranspiració del conreu (ET_c)

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c$$

Aquests coeficients de conreu (K_c) són específics de cada varietat, varien al llarg de l'any en funció de l'estat fenològic de la planta i es determinen de manera experimental .

En aquest treball s'empren els K_c disponibles que es consideren un estàndard a la nostra zona. Per tots els conreus considerats, excepte el gira-sol, les horticòles industrials, els farratges i la figuera, es consideren els K_c's recopilats, al document sobre Normalització de les variables de càlcul en la projecció de regadius (Joan Girona. IRTA, 1997), adjudicat per REGSA per encàrrec del DARP.

Pel que fa al gira-sol s'ha utilitzat el coeficient definit a l'Estudi agronòmic del regadiu Algeri-Balaguer (Sergio Mothe, 1994), adjudicat per REGSA per encàrrec del DARP.

Per les horticòles industrials s'ha emprat el valor mitjana dels valors de K_c's de tomates, pèsols, espinacs, col-i-flor i pebrot obtinguts de la primera font citada el primer i de la segona font citada els altres quatre. S'han seleccionat aquestes cinc horticòles possibles a la zona ja que la seva producció es distribueix al llarg de l'any i poden correspondre a una successió anual real de les explotacions horticòles.

Els farratges verds, tant anuals com pluriannals s'han assimilat als consums del panís, mentre que, en no disposar de dades de figuera, els seus consums s'han assimilat als de l'albercoquer.

Els valors temporals al llarg de l'any dels K_c's disponibles es poden veure a les taules de la A3-III-1 fins a la A3-III-15 de l'annex A3-III on es mostren les principals característiques del cicle del cultiu, la producció estimada i una estimació dels coeficients de cultiu quinzenals.

La Taula 3.6 mostra un resum amb els coeficients de conreu mensuals (K_c) corresponents als conreus presents a l'ARCP, indicant la varietat i els coeficients de cultiu mensuals, obtinguts com la mitjana dels dos coeficients de cultiu quinzenals que apareixen a les fitxes de cultiu individuals de l'annex A3-III.

Taula 3.5.- Combinatòria de conreus actual de l'ARCP

Cultius actuals	% superfície ocupada
Blat	5,21%
Ordi	5,00%
Panis	12,09%
Farratges verd anual	4,15%
Alfals	20,04%
Farratges verd plurianual	1,06%
Gira-sol	2,49%
Colza	0,48%
Ametller	0,15%
Noguer	0,01%
Patates	0,25%
Vinya	0,005%
Albercoc	0,04%
Cirera	0,38%
Figuera	0,05%
Pera	24,04%
Poma	10,81%
Prèssec	10,94%
Pruna	0,33%
Oliveres regadiu	0,40%
Hort regadiu	2,08%

Taula 3.6.- Coeficients de cultiu mensuals

Codi			Kc: Coeficient de Cultiu											
Cultiu	Cultiu	Varietat	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Kc-01	Presseguer	d'Agost	0,00	0,20	0,28	0,53	0,75	0,93	1,05	0,95	0,73	0,58	0,48	0,00
Kc-03	Ametller	Ferragnes	0,00	0,10	0,40	0,65	0,80	0,92	0,96	1,05	0,82	0,58	0,40	0,00
Kc-05	Cirerer	Burlat	0,00	0,20	0,28	0,53	0,78	0,55	0,52	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00
Kc-07	Prunera	Black diamont	0,00	0,20	0,39	0,63	0,76	0,90	0,93	0,80	0,68	0,57	0,48	0,00
Kc-08	Albercoquer	Modesto	0,00	0,20	0,28	0,53	0,75	0,93	0,65	0,55	0,50	0,20	0,00	0,00
Kc-10	Perera	Blanquilla	0,00	0,20	0,30	0,48	0,75	0,95	1,05	1,00	0,83	0,58	0,48	0,00
Kc-12	Pomera	Golden	0,00	0,10	0,30	0,53	0,80	0,95	1,05	1,05	1,00	0,78	0,48	0,00
Kc-14	Noguer		0,00	0,00	0,06	0,61	0,83	0,97	1,14	1,14	1,03	0,70	0,24	0,00
Kc-17	Olivera	Arberquina	0,00	0,55	0,58	0,63	0,70	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,00
Kc-21	Blat de moro		0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,09	1,10	0,94	0,00	0,00	0,00
Kc-22	Blat		0,75	0,98	1,08	1,08	0,94	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70
Kc-24	Ordi	C. curt	0,35	0,72	0,93	1,05	0,97	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kc-30	Alfals	Farratger	0,00	0,51	0,84	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,88	0,00
Kc-32	Tomàquet	Justar	0,00	0,00	0,20	0,88	1,20	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pèsol		0,81	1,13	1,13	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70
	Pebrot		-	-	-	-	-	0,50	0,70	0,95	0,93	0,42	-	-
	Espinac		-	0,45	0,90	0,93	0,95	0,95	0,46	-	-	-	-	-
	Col-i-flor		-	-	-	-	-	-	-	0,80	0,82	0,91	0,95	0,40
Kc-35	Patata	Mig temps	0,00	0,00	0,20	0,40	0,78	1,05	1,05	0,87	0,82	0,00	0,00	0,00
Kc-37	Gira-sol	C. curt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,53	0,92	1,10	1,07	0,00	0,00	0,00
Kc-40	Vinya		0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,60	0,70	0,70	0,60	0,50	0,00	0,00
	Colza		0,93	0,95	0,95	0,93	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,46	0,72

3.2.2 CARACTERÍSTIQUES DE LA XARXA I EL SISTEMA DE REG

Tal com ja s'ha dit anteriorment en funció de les característiques d'eficiència de la xarxa de reg (transport, emmagatzemament i distribució) i del sistema de reg (a tesa, presuritzat...), cal fer una captació de més o menys volum d'aigua per tal que a la planta li arribi la mateixa quantitat d'aigua que necessita.

En la situació actual, tal com es descriu en el punt 1.7.5 del mòdul 1 d'aquest Pla Director, el transport primari es du a terme en primer lloc per canals i séquies revestits i en condicions força correctes de manteniment, mentre que el transport secundari i la distribució realitza per un entramat de ramals que fan ambdues funcions alhora, a més a més de la de drenatge en alguns casos. Aquesta xarxa es troba en un estat molt pitjor de conservació respecte la principal, ja que està formada molts cops per séquies i braçals de terra. Només existeix una bassa d'emmagatzematge, situada a Vallcalent, a peu de la Séquia del Cap.

Les eficiències estimades per cada part de la xarxa són les que es mostren a la Taula 3.7. Les parts de la xarxa establertes no corresponen estrictament a l'organització de la xarxa del Canal de Pinyana perquè, tal com s'ha dit el transport secundari i la distribució no es duen a terme de manera separada. Tot i això s'ha volgut classificar d'aquesta manera per tal d'establir una sistemàtica similar a la plantejada en el cas de les xarxes futures proposades, amb la finalitat de poder-les comparar.

Taula 3.7.- Estimació de l'eficiència en el transport, emmagatzematge i distribució de l'aigua de reg en la situació actual.

Part de la xarxa	Elements que comprèn	Eficiència
Xarxa primària de transport	Canal i séquies principals revestides	80,0%
Xarxa secundària de transport	Dels anteriors fins a la bassa, inclosa aquesta	97,5%
Xarxa de distribució	De bassa o conducció principal a presa parcel·lària	77,0%
Eficiència global		60%

Finalment, en quant a l'eficiència del sistema d'aplicació del reg s'han considerat dues variants de càlcul. Davant la incertesa respecte la superfície de l'ARCP regada amb cada sistema de reg, a la primera variant es considera que tota la superfície es rega encara a tesa, mentre que a la segona es fa una estimació de les superfícies regades amb cadascun dels sistemes a partir de les dades disponibles del cens agrari i l'enquesta feta als regants.

Les dades del cens agrari, del que cal recordar que engloba tota la superfície dels termes afectats pel Canal de Pinyana, inclosa la superfície d'altres regs o de secà, fixa la superfície presuritzada en el 45,5% on l'aspersió representa el 24,4% de tota la superfície, mentre que el degoteig en representa el 21,1%. L'enquesta, per la seva banda recolza aquestes dades ja que s'obtenen resultats d'un 43,3% de superfície presuritzada dins de l'ARCP. Per tant es prenen com a vàlides per fer estimacions de necessitats hidriques.

Taula 3.8.- Estimació de la superfície ocupada actualment i eficiència dels diferents sistemes de reg.

Sistema de reg	Superfície ocupada	Eficiència d'aplicació
VARIANT 1		
Tesa	100%	60%
VARIANT 2		
Tesa	54,5%	60%
Aspersió	24,4%	85%
Degoter	21,1%	90%

3.2.3 ESTUDI DE LES NECESSITATS DE LA COMBINATÒRIA DE CONREUS

Amb la definició de variables meteorològiques, de xarxa, de sistema de reg i dels cultius existents (coeficients de cultiu característics de cadascun dels conreus, Taula 3.6,i la combinatòria actual de conreus estimada per l'ARCP, Taula 3.5), s'han obtingut les necessitats netes d'aigua dels diferents conreus. Aquestes necessitats s'han calculat per a un any considerat mitjà (probabilitat de no excedència de la ET₀: 50% i probabilitat de no excedència de la PP₀: 50%) i per un any considerat sec (probabilitat de no excedència de la ET₀: 80% i probabilitat de no excedència de la PP₀:20%). A la Taula 3.10 i la Taula 3.11 es mostren les necessitats netes dels conreus actuals de l'ARCP per un any normal i sec respectivament.

Posteriorment, sobre aquestes necessitats netes a peu de parcel·la, o necessitats reals dels conreus cal afegir-hi la quantitat d'aigua requerida per fer front a la ineficiència del sistema d'aplicació per tal d'obtenir les necessitats brutes a peu de parcel·la. A la Variant 1 s'ha considerat que tota la superfície encara es rega a tesa amb una eficiència del 60%, mentre que a la Variant 2 s'ha considerat la coexistència de diferents sistemes de reg segons les superfícies estimades i eficiències d'aplicació de la Taula 3.8. La superfície estimada d'aspersió (24,4% de la total) s'ha considerat conreada d'alfals i de blat de moro, de manera proporcional a la superfície que ocupen en la combinatòria de conreus actual, Taula 3.5, restant part d'aquest conreus amb reg a tesa (Taules de la A3-III-56 a A3-III-59 de l'annex 3-III). La superfície estimada de goter (21,1%) s'ha considerat cultivada del principals fruiters de la combinatòria de conreus de l'ARCP que són pera, poma i préssec, per aquest ordre, i distribuïda segons la superfície ocupada per aquests a la combinatòria de conreus actuals, Taula 3.5.

Les necessitats brutes a peu de parcel·la per les dues variants plantejades, tant per un any sec com per un any mitjà es poden veure de manera detallada a les taules A3-III-52 i 53 i A3-III-56 i 57 de l'annex 3-III.De manera resumida es mostren a la Taula 3.9.

Finalment, per tal d'obtenir les necessitats brutes a captació cal afegir la quantitat d'aigua requerida per la ineficiència de la xarxa, des de captació fins al punt de presa parcel·laria. En aquest cas es considera la xarxa eficient en un 60% i s'obtenen els resultats detallats a les taules A3-III-54 i 55 i A3-III-58 i 59 de l'annex 3-III i resumits a la Taula 3.9.

En aquesta taula (Taula 3.9) es pot veure com, per un any sec, a igual disponibilitat d'aigua per la planta (necessitats netes a peu parcel·la) un reg a tesa del 100% de la superfície consumeix un 24 % més d'aigua a capçalera, que un reg a tesa de poc més de la meitat de la superfície i la resta a reg presuritzat. Aquest estalvi d'aigua és en volum de 3.383,89 m³/ha i any, que per les 14.575,92 ha que es consideren regables dins de l'ARCP en aquest treball, representa un total de 49,47 hm³/any.

Les taules de la A3-III-16 a la A3-III-49 de l'annex 3-III mostren tots els resultats, pas a pas, d'aquest procés per cada conreu amb reg 100% a tesa, amb la xarxa actual, tant per un any sec, com per un de mitjà. El resum per la combinatòria actual es mostra de la Taula A3-III-50 a la A3-III-55 de l'annex 3-III per la Variant 1. Les necessitats per a la Variant 2 s'han calculat de manera anàloga (Taula A3-III-50 a la A3-III-55, annex 3-III). Considerar que les necessitats netes a peu parcel·la són iguals per ambdues variants. Per al càlcul de les necessitats brutes a peu parcel·la i a captació per a la Variant 2, s'han considerat els coeficients corresponents al sistema de reg de cada conreu. El càlcul de les necessitats s'ha fet tant per un any sec com per un de mitjà i són les que es mostren de la Taula A3-III-56 a la A3-III-59 de l'annex 3-III.

Taula 3.9.- Resum de les necessitats netes, brutes a peu parcel·la i a captació de la combinatòria de conreus actual amb reg a tesa 100% i amb coexistència de diferents sistemes de reg , expressades en (m³ ha⁻¹) per un any mitjà (50% - 50%) i un any sec (80%-20%)

		Any mig		Any sec	
		100% reg a tesa	Diferents sistemes de reg	100% reg a tesa	Diferents sistemes de reg
Més màxima demanda	Necessitats netes a peu parcel·la	1.303,78	1.303,78	1.396,74	1.396,74
	Necessitats brutes a peu parcel·la	2.172,96	1.823,10	2.327,89	1.953,09
	Necessitats brutes a captació	3.621,60	3.038,51	3.879,82	3.140,78
Total anual	Necessitats netes a peu parcel·la	5.526,12	5.526,12	6.649,81	6.649,81
	Necessitats brutes a peu parcel·la	9.210,19	7.767,86	11.083,02	9.353,54
	Necessitats brutes a captació	15.350,32	12.946,44	18.471,70	15.077,81

Taula 3.10.- Necessitats netes d'aigua a peu de parcel·la de la combinatòria de conreus actual, expressades en (m³ ha⁻¹ mes⁻¹), per un any mitjà, pel qual es considera una probabilitat de no excedència de la ETo del 50% i una probabilitat de no excedència de la Ppo del 50%

		Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Any
Blat	5,21%	123,54	295,10	613,14	790,35	867,92	230,74	-	-	-	-	-	43,49	2.964,28
Ordi	5,00%	56,91	216,81	522,28	764,66	901,35	244,31	-	-	-	-	-	-	2.706,32
Blat de moro	12,27%	-	-	-	-	377,57	1.017,96	1.598,74	1.405,42	675,73	-	-	-	5.075,43
Farratges verds	4,20%	-	-	-	-	377,57	1.017,96	1.598,74	1.405,42	675,73	-	-	-	5.075,43
Alfals	17,57%	-	153,57	467,77	636,19	823,34	1.221,55	1.320,06	1.147,86	641,82	304,13	83,32	-	6.799,62
Gira-sol	2,33%	-	-	-	-	110,11	719,36	1.349,40	1.405,42	785,95	-	-	-	4.370,24
Colza	0,36%	153,53	286,06	534,40	661,88	711,90	-	-	-	-	51,95	-	46,08	2.445,81
Ametller	0,11%	-	21,08	128,58	255,05	444,44	874,09	985,65	935,37	365,43	54,98	-	-	4.064,66
Olivera Arbequina	0,40%	-	115,93	204,90	243,06	366,43	712,57	770,04	664,93	323,89	115,00	7,22	-	3.523,96
Noguer	0,04%	-	-	-	387,80	745,33	1.316,56	1.672,08	1.456,94	752,03	203,26	-	-	6.534,01
Patates	0,25%	-	-	80,13	207,94	689,61	1.425,14	1.540,07	1.109,22	573,99	-	-	-	5.626,12
Vinya	3,67%	-	-	-	-	377,57	814,37	1.026,72	890,30	387,48	102,39	-	-	3.598,81
Albercoc	0,04%	-	60,22	128,58	319,29	656,18	1.262,27	953,38	697,12	302,70	-	-	-	4.379,74
Cirera	0,38%	-	60,22	128,58	319,29	689,61	746,50	762,70	594,10	-	-	-	-	3.301,01
Figuera	0,05%	-	60,22	128,58	319,29	656,18	1.262,27	953,38	697,12	302,70	-	-	-	4.379,74
Pera	23,96%	-	60,22	140,70	276,46	656,18	1.289,41	1.540,07	1.276,64	582,47	142,74	-	-	5.964,90
Poma	10,77%	-	30,11	140,70	319,29	711,90	1.289,41	1.540,07	1.341,03	726,60	243,61	-	-	6.342,72
Pruna	0,33%	-	60,22	195,21	404,93	667,32	1.221,55	1.364,07	1.019,08	455,30	137,69	-	-	5.525,38
Presseguer	10,91%	-	60,22	128,58	319,29	656,18	1.262,27	1.540,07	1.212,25	497,69	142,74	-	-	5.819,29
Hort regadiu	2,15%	25,59	95,15	229,13	175,40	299,56	597,20	340,28	439,56	175,52	-	-	-	2.377,40
Total	100,0%	10,38	83,43	217,46	348,50	648,19	1.084,50	1.310,13	1.117,81	545,14	136,74	14,67	2,43	5.519,38

Taula 3.11.- Necessitats netes d'aigua a peu de parcel·la de la combinatòria de conreus actual, expressades en (m³ ha⁻¹ mes⁻¹), per un any sec, pel qual es considera una probabilitat de no excedència de la ETo del 80% i una probabilitat de no excedència de la Ppo del 20%

		Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Any
Blat	5,21%	163,78	345,96	737,48	986,39	1.101,71	257,33	-	-	-	-	-	109,49	3.702,15
Ordi	5,00%	76,43	254,17	635,05	958,49	1.137,63	272,47	-	-	-	-	-	-	3.334,24
Blat de moro	12,27%	-	-	-	-	574,93	1.135,29	1.712,73	1.508,99	857,97	-	-	-	5.789,92
Farratges verds	4,20%	-	-	-	-	574,93	1.135,29	1.712,73	1.508,99	857,97	-	-	-	5.789,92
Alfals	17,57%	-	180,04	573,59	818,97	1.053,82	1.362,34	1.414,18	1.234,63	821,46	517,13	228,34	-	8.204,52
Gira-sol	2,33%	-	-	-	-	287,60	802,27	1.445,61	1.508,99	976,63	-	-	-	5.021,10
Colza	0,36%	203,08	335,37	648,71	846,87	934,10	-	-	-	-	229,84	119,36	112,62	3.429,96
Ametller	0,11%	-	24,71	191,20	405,07	646,77	974,83	1.055,92	1.008,28	523,91	233,28	72,65	-	5.136,63
Olivera Arbequina	0,40%	-	135,91	277,24	392,05	562,96	794,70	824,94	720,20	479,19	301,66	136,23	-	4.625,07
Noguer	0,04%	-	-	40,97	549,24	970,02	1.468,30	1.791,30	1.563,87	940,12	402,21	62,27	-	7.788,30
Patates	0,25%	-	-	136,57	353,91	910,16	1.589,40	1.649,88	1.193,48	748,44	-	-	-	6.581,84
Vinya	3,67%	-	-	-	-	574,93	908,23	1.099,92	960,27	547,64	287,30	-	-	4.378,29
Albercoc	0,04%	-	70,60	191,20	474,83	874,24	1.407,75	1.021,36	754,50	456,37	114,92	-	-	5.365,76
Cirera	0,38%	-	70,60	191,20	474,83	910,16	832,54	817,08	644,75	-	-	-	-	3.941,16
Figuera	0,05%	-	70,60	191,20	474,83	874,24	1.407,75	1.021,36	754,50	456,37	114,92	-	-	5.365,76
Pera	23,96%	-	70,60	204,86	428,32	874,24	1.438,03	1.649,88	1.371,81	757,57	333,26	124,55	-	7.253,12
Poma	10,77%	-	35,30	204,86	474,83	934,10	1.438,03	1.649,88	1.440,40	912,74	448,18	124,55	-	7.662,86
Pruna	0,33%	-	70,60	266,31	567,84	886,21	1.362,34	1.461,32	1.097,45	620,66	327,52	124,55	-	6.784,81
Presseguer	10,91%	-	70,60	191,20	474,83	874,24	1.407,75	1.649,88	1.303,22	666,30	333,26	124,55	-	7.095,84
Hort regadiu	2,15%	35,38	111,55	304,55	318,57	491,13	666,03	364,55	480,13	319,46	152,84	49,30	34,41	3.327,90
Total	100,0%	13,85	95,53	275,30	465,90	854,10	1.190,47	1.383,60	1.186,53	695,07	272,80	99,51	6,85	6.539,51

3.3.- NECESSITATS HÍDRIQUES DE LA SITUACIÓ FUTURA

Així com en el punt 3.2.- s'estimaven les necessitats de la situació actual, en aquest punt s'estudiaran les necessitats d'aigua de la situació futura que variaran respecte l'anterior en funció de,

- La variació de la combinatòria de conreus derivada del procés de modernització dels sistemes de reg, ja que la disponibilitat de reg a pressió pot suposar una intensificació dels conreus, amb increment de conreus fruiters i hortícoles, o fins i tot un increment de parcel·les que realitzen dobles conreus.
- Augment de l'eficiència d'aplicació a causa de la substitució del reg a tesa encara existent per sistemes reg pressuritzats.
- Augment de les eficiències de la xarxa de transport, d'emmagatzematge i de distribució a causa de la seva millora

Respecte a l'evolució de la combinatòria de conreus, d'acord amb la valoració agronòmica de l'ARCP realitzada (punt 3.2.3) en la que s'ha determinat quins cultius podrien realitzar-se a la zona, s'estudia quins d'aquests grups de cultius podrien implantar-se a l'ARCP en funció, no només d'aquesta valoració agrària, sinó també de l'estructura de les explotacions existents, de la viabilitat d'implantació del cultiu considerant les infraestructures existents i futures a la zona, etc...

Respecte les modificacions a introduir per la modernització a la xarxa i al sistema de reg interior de parcel·la, s'estudien diferents variants, en ordre creixent de grau de canvi,

- Variant 1: es considera una primera variant on el sistema de reg emprat seria a tesa però millorat i en la que s'inclouen algunes millores en la xarxa de transport, primària i a la de distribució, de manera que s'augmenta lleugerament l'eficiència tant d'aplicació com de la xarxa.
- Variant 2: en aquesta variant es considera la xarxa de transport a làmina lliure i la xarxa de distribució pressuritzada. Només es consideren els sistemes de reg a pressió: aspersió i degoteig.
- Variant 3: les xarxes de transport i de distribució estarien pressuritzades. També en aquest cas es consideren només els sistemes de reg a pressió.

3.3.1 CULTIUS CONSIDERATS

3.3.1.1 Anàlisi de la implantació de nous conreus

S'estudia en aquest punt la possibilitat d'introducció de nous conreus a l'ARCP que representin veritables alternatives de conreu a les espècies tradicionals. Tot i que és clar que a petita escala hi pot haver altres conreus que poden representar una alternativa per situacions concretes d'alguns productors, el que s'estudia aquí són els conreus que podrien suposar una alternativa en una àmplia zona de Pinyana.

Els conreus intensius estudiats són d'una banda els llenyosos, concretament el caqui i la figuera, ja que a l'ARCP ja hi són presents una gran varietat dels fruiters convencionals i d'altra banda les hortícoles molt presenta anys enrera però

substituïdes fa unes dècades pels fruiters. Els conreus extensius estudiats són de tipus farratger (sorgo i veça), industrial (soja, colza i girasol) o energètic.

L'avaluació de les espècies candidates a ser implantades es fa tant des dels punts de vista de la seva adaptabilitat a l'ARCP, de la seva productivitat, de la dificultat del conreu i del tractament postcollita, així com de les seves possibilitats de comercialització.

Cap d'elles ha presentat unes qualitats suficients com per considerar-la la impulsora d'un canvi important de la combinatòria de conreus de l'ARCP en un futur proper.

3.3.1.1.1 Conreus llenyosos

Els fruiters menors com ara la figuera i el caqui, han anat prenent més importància en els darrers anys com a conseqüència de l'excés de producció de bona part dels fruiters més clàssics, com ara la poma o la pera. Aquestes espècies a més, estan generalment ben adaptades al clima mediterrani presentant-se com una alternativa interessant. En aquest sentit l'IRTA va endegar un assaig per tal d'estudiar l'adaptació agroclimàtica de nous conreus que puguin ser complementaris dels habituals a la zona frutera de Lleida, que permeti un plantejament productiu i econòmicament viable de les noves plantacions i hi incloïa aquests dos conreus.

3.3.1.1.1.1 El caqui

Originari de Xina i Japó, és un arbre de fulla caduca que s'ha adaptat molt bé al clima mediterrani, allà on es cultiven cítrics, figueres i oliveres. En un principi fou un arbre ornamental, més tard es va apreciar la qualitat de la seva fusta i actualment es cultiva principalment pel seu fruit. És un arbre amb una floració tardana, evitant-se per tant els problemes de gelades primaverals, tot i que les baixes temperatures poden danyar les gemes. Presenten baixos requeriments d'hores-fred, però floreix més tard degut als requeriments de graus-dia. És una espècie que necessita estius llargs i càlids per a la maduració dels fruits, la fulla cau abans de que el fruit maduri.

Les varietats cultivades a Espanya són generalment de fruit astringent en el moment de la recol·lecció, això implica que no poden comercialitzar-se sense passar abans per un procés de maduració artificial, que permetrà una millor comercialització. Per tant, es requerirà una indústria associada capaç de realitzar aquest procés, cosa que no hauria de resultar excessivament difícil si s'aprofita el teixit de centrals hortofructícoles presents a l'ARCP.

És un cultiu exigent en llum, sensible als vents forts, sobretot al final de l'estiu, degut al pes dels fruits. Prefereix sòls franco-argilosos o franc-argilocalcaris, fèrtils, profunds i amb abundant matèria orgànica i que tinguin un drenatge adequat ja que és un cultiu molt sensible a l'excés d'humitat.

Segons l'estudi de l'IRTA, el caqui es mostra com una de les espècies de més lenta entrada en producció, sobretot quan es parla de varietats no astringents, a més les seves produccions són molt inferiors a les obtingudes amb les varietats astringents tradicionals.

Els principals països productors de caqui a escala mundial són Japó, Xina, Estats Units de Nord-amèrica, Índia i Brasil. En el mercat europeu competeixen les

produccions d'Itàlia, Espanya i Israel. Del total de la producció espanyola entre un 65 i 70% es destina a l'exportació, majoritàriament cap a França, Portugal i Alemanya. El cultiu del caqui ha seguit una evolució molt important a la Ribera del Xúcar i en diverses comarques d'Andalusia. En aquests moments en el Centre Mas Bové de l'IRTA a Reus, es manté el banc de germoplasma espanyol de caqui.

El consum del caqui es fa principalment en fresc, després de l'esmentat procés de maduració artificial o d'eliminació de l'astringència. La transformació industrial està poc desenvolupada, elaborant-se principalment postres, begudes i gelats.

Abans d'implantar noves plantacions també s'haurien d'investigar les possibilitats de nous mercats, augmentar la gama varietal i la transformació industrial, per tant encara no representa una alternativa a gran escala als fruiters tradicionals, tot i que pot ser-ho a petita escala per alguna zona.

Segons les Estadístiques agràries i pesqueres de Catalunya de l'any 2000, a Lleida hi havia comptabilitzades 30 ha de caquis totes en regadiu, amb un rendiment de 16.567 kg/ha i una producció total, segons l'estadística de 497 t, de les quals 471 t es venen per a consum en fresc.

3.3.1.1.1.2 La figuera

La figuera cultivada està entre els fruiters més antics dels que es té referència escrita. És un arbre típic de secà en els països mediterranis, de gran rusticitat i fàcil propagació.

Tradicionalment la figuera s'ha considerat com una espècie marginal i les seves plantacions regulars es dedicaven exclusivament a la producció de figues per secar. Generalment ha estat considerat com un arbre de marges que un cop plantat i arrelat no requereix massa cura, únicament se'n collien els fruits quan maduraven, alguns per al seu consum en fresc i altres per conserva.

Actualment però, es detecta una major demanda de les figues fresques, cosa que ha fet variar la consideració dels fructicultors cap a l'espècie i van apareixent plantacions regulars destinades al consum en fresc. Al mateix temps van apareixent una gran quantitat de problemes que afecten tant a les varietats disponibles (nombroses però sense seleccionar), com a les tècniques de cultiu i a la comercialització.

És un arbre de fusta tova i fulles grans. Se'n coneixen més de 750 espècies, de totes les regions càlides, essent la més coneguda la figuera ordinària (*Ficus carica* L.). Les figueres majoritàriament cultivades es classifiquen en dos grups, en funció del nombre de collites que donen per any. Si donen fruit un cop l'any ho fan entre agost i setembre, i si donen dues collites, la primera és al juny-juliol i la segona a l'agost, setembre o octubre.

És un cultiu que tolera bé tant les altes com les baixes temperatures, vegetant amb normalitat, de fet es troben figueres en regions molt variades de climes molt diversos. Tot i així el cultiu comercial de la figuera requereix unes condicions climàtiques molt específiques. Els fruits que tenen un major valor al mercat són les "brevs" o "figaflor" que varien molt de preu si són primarenques o tardanes. D'altra

banda l'humitat excessiva i les pluges freqüents perjudiquen la qualitat del fruit, és per això que és un cultiu especialment indicat en climes benignes a l'hivern i amb estius calorosos, amb poques precipitacions, és a dir un clima mediterrani càlid i sec. És un arbre molt resistent a la sequera ja que, quan és intensa, l'arbre resta en repòs desenvolupant poques fulles i donant pocs fruits.

És poc exigent en sòls, però per donar fruits de qualitat han de ser sòls rics en calci i no massa humits, ja que és un arbre molt sensible a la podridura radicular.

Segons s'explica a l'estudi realitzat per l'IRTA, la figuera és un dels cultius tradicionals a les terres de Lleida, però és dels cultius del qual es disposa de menys coneixements tècnics, tot i que es coneix que els factors més limitants que són la sensibilitat a les glaçades de les varietats productores de figaflor, ja que aquest tipus d'inflorescència es desenvolupa sobre fusta de l'any anterior i que les varietats tardanes es mostren molt sensibles a les afeccions fúngiques i/o descomposicions per pluges i els primers freds de tardor.

Segons les Estadístiques agràries i pesqueres de Catalunya de l'any 2000, a Lleida hi havia comptabilitzades 39 ha de figueres, pràcticament totes en regadiu, amb un rendiment de 7.500 kg/ha i una producció total segons l'estadística de 318 t, de les quals 248 t es venen fora de l'explotació per a consum en fresc.

Es disposa també de dades estadístiques d'exportacions i importacions de figues en fresc realitzades a Catalunya i a Lleida. El total de les importacions realitzades a Catalunya tenen com a destinació Barcelona. Pel que fa a les exportacions, l'evolució entre els anys 1.999 i 2.004 tant de les exportacions realitzades per Catalunya com per Lleida, es mostren a la Figura 3.4 següent,

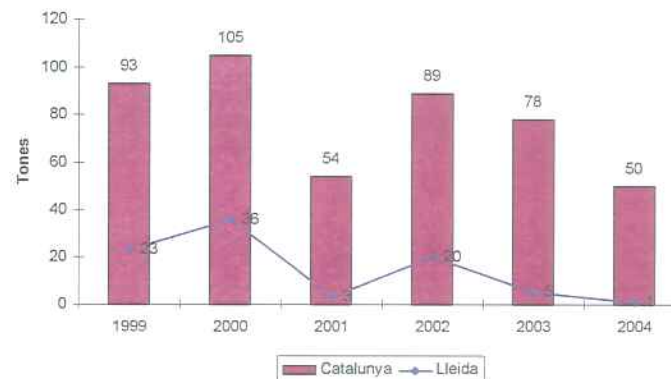


Figura 3.4. – Evolució de les exportacions de figues fresques de Catalunya i de Lleida (Font: Departament de Duanes i Impostos Especials de l'Agència Estatal d'Administració Tributària)

La figuera és un clar exemple d'espècie que per la seva desconexió no representa, encara, una alternativa a gran escala als fruiters tradicionals, tot i que ho és per Alguaire, on està experimentant una forta implantació en terres no regades pel Canal de Pinyana. Es tracta de fruits selectes comercialitzats per consum en fresc fets en plantacions semi-intensives de regadiu.

3.3.1.1.2 Conreus hortícoles

La superfície destinada al conreu d'hortalisses a Lleida, l'any 2.000, estava xifrada en 2.561 ha, de les quals 2.539 ha eren en reg i les 22 ha restants eren en secà. Això representava el 0,6% de la superfície de conreu de Lleida.

Segons dades més recents i en referència a Catalunya (font: Dades Bàsiques de l'Agricultura, la Ramaderia i la Pesca a Catalunya, de l'any 2002, editat pel Gabinet Tècnic del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca), la superfície de Catalunya destinada al cultiu d'hortalisses és de 20.429 ha, que representen el 2,2% de la superfície agrícola (920.426 ha). Les hortalisses representarien, amb una producció de 513.764 t, el 5,63% de la producció total de conreus herbacis (9.130.780 tones).

Aquestes dades fan referència a espècies destinades al consum humà com poden ser tomàquets, pebrots, mongeta tendra, pèsols, faves tendres, maduixes, melons, etc., s'exclouen les patates.

El consum alimentari per càpita, en les llars catalanes l'any 2.000, estava xifrat en 170,61 kg de fruites i hortalisses fresques (incloent patates fresques) i en 19,90 kg de fruites i hortalisses transformades (incloent patates congelades i transformades).

Pel que fa a cultius, l'hortalissa més conreada a Catalunya és la tomata, amb una superfície de 3.194 ha i una producció anual de 126.236 t, seguida de l'enciam (2.476 ha i 80.447 t) i de la carxofa (1.864 ha i 24.391 t).

Tot i que actualment no són cultius propis de l'ARCP, si que ho havien estat abans de la forta irrupció dels fruiters i per tant, s'han de considerar com a cultius possibles dintre de les moltes alternatives a analitzar. L'absència de canals comercials i la forta competència d'altres àrees de la Península que reuneixen millors condicions agronòmiques per al seu conreu són alguns dels factors que condicionen la seva implantació.

Entre el ventall de possibilitats d'aquests conreus, s'han escollit productes industrialitzables i algunes de les espècies més representatives com el tomàquet per indústria, la col-i-flor, el pebrot, el meló, la ceba i també la patata sabent que n'hi ha d'altres que serien igualment possibles.

Es disposa també de dades estadístiques d'exportacions i importacions de hortalisses. L'objectiu principal d'aquestes dades és presentar els fluxos comercials de les exportacions i importacions de béns entre Catalunya i l'estranger. Cal esmentar però que la informació següent fa referència únicament al comerç amb l'estranger, és a dir que faltaria el component de comerç amb la resta de l'Estat. No podem dir, doncs, que la informació derivada de les operacions d'importacions i exportacions constitueixen el conjunt sencer del sector exterior català.

La font d'informació és el fitxer territorial d'operacions del Departament de Duanes i Impostos Especials de l'Agència Estatal d'Administració Tributària. Aquest fitxer territorial conté totes les operacions que tenen origen o destinació a una de les quatre províncies catalanes, més totes les operacions promogudes per empreses amb domicili fiscal situat a Catalunya.

Taula 3.12.- Exportacions catalanes d'hortalisses (Font: Departament de Duanes i Impostos Especials de l'Agència Estatal d'Administració Tributària)

Anys	Europa (tones)	Amèrica (tones)	Àsia (tones)	Àfrica (tones)	Oceania (tones)	Total export (tones)
1999	85284	75	566	1311	2	87238
2000	96746	270	339	1689	3	99047
2001	113698	314	230	1408	0	115850
2002	113322	384	169	1081	1	114957
2003	117074	486	100	2159	10	119829
2004	115506	374	155	1898	0	117933

Taula 3.13.- Exportacions lleidatanes d'hortalisses (Font: Departament de Duanes i Impostos Especials de l'Agència Estatal d'Administració Tributària)

Anys	Europa (tones)	Amèrica (tones)	Àsia (tones)	Àfrica (tones)	Oceania (tones)	Total export (tones)
1999	4830	73	53	11	2	4969
2000	5850	6	193	272	2	6323
2001	9413	6	125	1	0	9545
2002	4161	11	32	8	0	4212
2003	4386	3	31	109	0	4529
2004	3403	4	36	0	0	3443

Segons aquestes dades, les exportacions de Lleida, pel que fa a hortalisses, representen (de mitjana de les dades disponibles) un 5,11% de les exportacions totals de Catalunya cap al mon. L'evolució de les exportacions tant catalanes com estrictament de Lleida pot observar-se a la Figura 3.5.

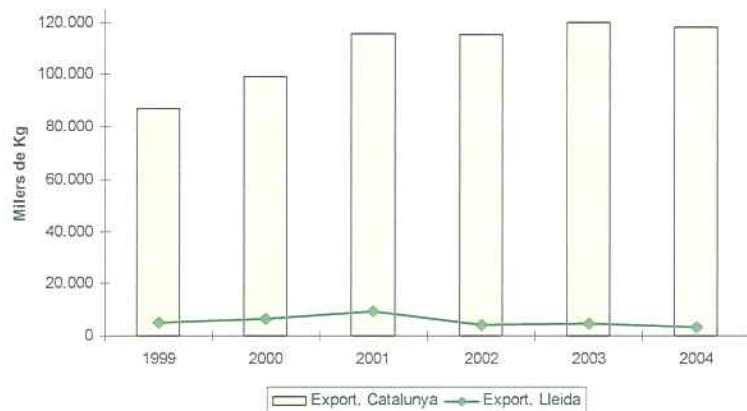


Figura 3.5. – Evolució de les exportacions de Catalunya i de Lleida a la resta del món (Font: Departament de Duanes i Impostos Especials de l'Agència Estatal d'Administració Tributària)

Les taules següents mostren dades referents a les importacions d'hortalisses que es fan a Catalunya (Taula 3.14) i a Lleida (Taula 3.15).

Taula 3.14.- Importacions catalanes d'hortalisses (Font: Departament de Duanes i Impostos Especials de l'Agència Estatal d'Administració Tributària)

Anys	Europa (tones)	Amèrica (tones)	Àsia (tones)	Àfrica (tones)	Oceania (tones)	Total import (tones)
1999	185.683	348.016	373.410	2.325	142	909.576
2000	194.230	308.212	408.163	1.914	80	912.599
2001	241.055	224.005	499.959	1.495	4.167	970.681
2002	291.157	35.053	505.279	1.986	23	833.498
2003	285.536	88.961	603.241	2.072	98	979.908
2004	366.426	377.394	685.110	4.569	160	1.433.659

Taula 3.15.- Importacions lleidatanes d'hortalisses (Font: Departament de Duanes i Impostos Especials de l'Agència Estatal d'Administració Tributària)

Anys	Europa (tones)	Amèrica (tones)	Àsia (tones)	Àfrica (tones)	Oceania (tones)	Total import (tones)
1999	5.625	22		598		6.245
2000	9.624	20		37	60	9.741
2001	6.107		42	695	20	6.864
2002	9.739	9	50	333	20	10.151
2003	5.652	9	24	469	20	6.174
2004	4.273	300	11	332	35	4951

Així doncs, segons aquestes dades les importacions realitzades des de Lleida pel que fa a hortalisses, representen un 0,78% (mitjana dels anys disponibles) de les importacions realitzades a Catalunya. L'evolució de les importacions a Catalunya i a Lleida, pot observar-se a la figura següent,

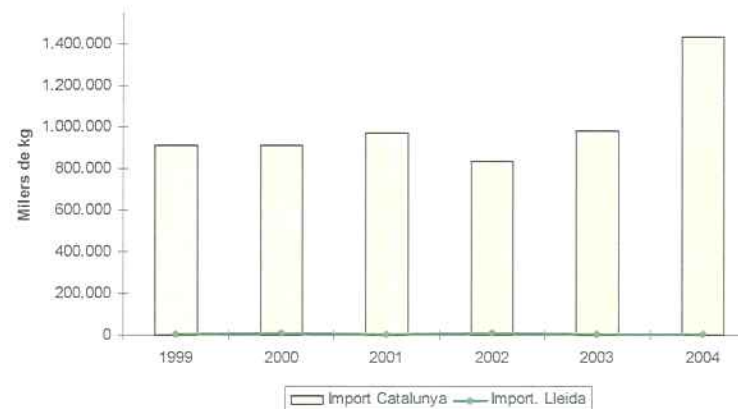


Figura 3.6. – Evolució de les importacions d'hortalisses de Catalunya i de Lleida (Font: Departament de Duanes i Impostos Especials de l'Agència Estatal d'Administració Tributària)

La seva adaptabilitat a la zona ve avalada pel conreu històric que se n'havia fet, d'altra banda son espècies ben conegudes que se'n domina el conreu per diferents objectes: consum en fresc, indústria...

Les principals dificultats per la implantació d'aquests conreus és la competitivitat d'altres zones properes del sud que presenten condicions agroclimàtiques més favorables i la manca de indústria i canals de distribució associats a la producció.

3.3.1.1.3 *Cultius extensius*

Els cultius extensius ocupen una gran part del territori català. La regió agrícola lleidatana és una gran productora de farratges. A l'entorn d'aquest sector ha sorgit una important activitat industrial dedicada a l'assecat, el pesatge i l'ensacada d'aquests productes, d'aquí la importància d'estudiar alternatives als cultius extensius per excel·lència.

3.3.1.1.3.1 *El sorgo*

El sorgo farratger, pasto del sudan i els seus híbrids es presenten com una alternativa especialment important en zones en les quals la dotació d'aigua és limitada.

Aquests cultius tenen una major eficiència d'ús de l'aigua que el panís, suporten temperatures lleugerament més elevades, són cultius relativament tolerants a la salinitat i produeixen gran volum de farratge, resultant doncs un cultiu interessant per a les deshidratadores de la zona.

Els rendiments a la zona de Lleida i en regadiu estan entre 25-35 t/ha de matèria seca. Les produccions dels híbrids solen ser superiors a les del sorgo farratger.

Així doncs la producció de sorgo per a farratge podria ser una alternativa interessant als regadius de la zona, en funció del nombre de dalls que se'n faci, ja que a major freqüència de dalls es redueix la producció total però s'incrementa la qualitat del farratge obtingut.

L'any 2.000 a Catalunya hi havia comptabilitzades 3.956 ha, de les quals només 5 ha estaven a Lleida, amb una producció de 6 tones destinades íntegrament a l'elaboració d'ensitjat per a l'alimentació animal.

D'altra banda i pel que fa a la producció de sorgo per a gra, s'ha de considerar que és el cinquè cereal en importància després del blat, l'arròs, el panís i l'ordi. Es cultiva principalment en àrees amb escassos recursos hídrics i el seu aprofitament és per a l'alimentació animal. En regadiu el seu rendiment per a gra està entre 6.000 i 8.000 kg/ha (fins a 9.000 kg/ha sota condicions d'humitat no limitants), presentant-se per tant com una alternativa a considerar sobretot en anys o àrees on les dotacions del reg poden limitar els rendiments del panís.

L'any 2.000 de les 5.149 ha de sorgo per a gra existents a Catalunya, 1.423 ha estaven localitzades a Lleida, de les quals 1.379 ha eren de regadiu. La producció de sorgo per a gra l'any 2.000 es va xifrar en 11.133 t.

3.3.1.1.3.2 *La veça*

La potencialitat d'aquesta espècie tradicional a les nostres comarques, encara que no ha estat avaluada fins ara, pot ser interessant especialment per ser un cultiu conegut pels agricultors.

L'any 2.000 a Catalunya hi havia declarades 734 ha de veça per gra, de les quals 341 ha eren a Lleida. D'aquestes 341 ha, 307 ha estaven al secà i només 51 ha en regadiu. El rendiment de la veça per a gra, en secà va ser de 1.178 kg/ha i en regadiu de 2.000 kg/ha, cosa que la fa poc productiva comparada amb els conreus actuals.

Pel que fa a veça per a farratge, a Catalunya hi havia un total de 4.611 ha, de les quals a Lleida n'hi havia 1.885 ha en secà i 1.318 ha en reg. La producció de la veça per farratge va ser de 69.172 t, consumida totalment per a l'alimentació animal, de les quals un 71% va ser en forma d'ensitjat i el 29% directament en verd.

Aquestes dades constaten el fet que l'aprofitament de la veça per a gra és molt inferior al de la veça per farratge.

L'IRTA va realitzar un assaig durant la campanya 1.999-2.000 per tal d'avaluar la producció de veça, per gra i per farratge a les comarques de Lleida, tant en reg com en secà. En aquest assaig es va determinar que tot i disposant de poques dades, la veça es mostraria com un cultiu alternatiu d'interès enfront dels cereals, i que en regadiu, els millors resultats es varen obtenir quan la veça es cultivava per a la producció de farratge.

3.3.1.1.4 *Cultius industrials*

3.3.1.1.4.1 *La soja*

Actualment la soja és la lleguminosa més important del món i la primera font per a l'obtenció de proteïna i d'oli. Es tracta d'un producte estratègic, a causa de la seva importància en la fabricació de pinsos i perquè la producció després de la Segona Guerra Mundial, es va concentrar als Estats Units.

El 90% de la producció mundial de soja es reparteix bàsicament entre 4 països, Brasil, Argentina Xina i Estats Units. A la Figura 3.7 es mostren les dades de superfície i producció de l'any 2004 en aquests quatre països.

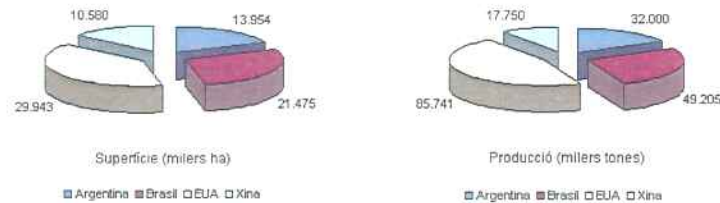


Figura 3.7.- Superfície i producció de soja als principals països productors (Font: FaoStat. Darrera actualització febrer, 2005)

Aquest cultiu s'introdueix a Espanya cap als anys 50, en els regadius de Lleida però la superfície dedicada a aquest conreu és molt baixa comparada amb altres conreus d'estiu com ara el panís o l'alfals i existeix molt poca informació publicada.

La Taula 3.16 mostra les dades de superfície i producció de soja a Espanya (són dades definitives per al 2003 i provisionals per al 2004).

Taula 3.16.- Superfície i producció de soja a Espanya (Font: web MAPA. Cuaderno abril 2005)

	Superfície (ha)	Producció (t)
2003	300	600
2004	100	300

Segons dades del Butlletí d'Estadística i Cojuntura Agrària, l'any 2.003 la superfície definitiva dedicada al cultiu de soja va ser, a tot Catalunya de 30 ha, amb només 1 ha a Lleida i la resta a Girona. La previsió per l'any 2.004 era de 35 ha (29 ha a Girona i 6 ha a Lleida). Pel que fa a les produccions, el total de tones a Catalunya l'any 2.003 va ser de 55 t (3 t a Lleida) mentre que la previsió pel 2.004 era de 67 t (15 t a Lleida).

Dins de la UE, Espanya destaca pel que fa a les importacions de llavor de soja, al volum de mòlta i pel consum de farines proteïques derivades de la soja, en canvi el consum d'oli és molt menys important que en el conjunt de la UE.

L'evolució de les importacions de soja que s'han realitzat tant a Catalunya com a Lleida, entre el 1.999 i el 2.004 es mostren gràficament a la Figura 3.8. D'altra banda l'any 2.004, al Port de Barcelona, es va produir un tràfic de llavor de soja de 1.329.138 t.



Figura 3.8.- Evolució de les importacions de farina de soja a Catalunya i Lleida. (Font: Departament de Duanes i Impostos Especials de l'Agència Estatal d'Administració Tributària)

Com ja s'ha esmentat anteriorment la soja és una espècie lleguminosa amb un elevat contingut en proteïna i en lisina, per això ha esdevingut una de les principals fonts de proteïna vegetal en alimentació animal. Són molts els usos d'aquesta planta però els més importants són l'obtenció de proteïnes, oli, lecitina i farratges. Es cultiva principalment per a la producció de llavors i la seva transformació en farina per a l'elaboració de pinsos animals. L'oli s'empra per a l'alimentació humana i per a usos industrials en la fabricació de margarines, mantegues, xocolata, confiteria, etc.

Segons un estudi realitzat per l'IRTA l'any 1991, els rendiments de soja als regadius de Lleida oscil·len entre els 2.000 i 3.000 kg/ha, segons les varietats, algunes fins i tot poden arribar als 4.000 kg/ha. Tot i així caldria realitzar més treballs per conèixer millor com es comporta el conreu de la soja per tal de saber si podria ser una opció interessant a introduir en les rotacions o en els dobles cultius als regadius de Lleida.

3.3.1.1.4.2 La colza

La colza, cultiu que engloba diverses espècies del gènere *Brassica* és actualment una de les principals fonts d'oli del món. És una planta anual, que pot assolir una alçada superior als 150 cm, té una arrel pivotant, amb tendència natural a aprofundir que pot ajudar a millorar l'estructura i drenatge del sòl, substituïnt en certa mesura el subsolador.

L'oli de colza tradicional era poc adequat per a l'alimentació humana, pel seu elevat contingut en àcid erúic. Així mateix la farina de colza tradicional també

era limitant en el seu ús en alimentació animal a causa de la presència de compostos sulfurosos que ocasionaven diverses disfuncions en els animals. Aquests problemes però es varen corregir gràcies a la millora genètica, amb l'aparició de les varietats anomenades doble zero.

Així doncs entre els aprofitaments del cultiu es destaca l'extracció d'oli, tant per consum humà com per usos industrials, i l'elaboració de tortó com a residu de l'extracció que s'utilitza en alimentació animal; la producció de biocombustibles i l'ús de certes varietats per a la producció de farratges verds.

El 80% de la producció mundial de colza es reparteix bàsicament entre 5 països: Xina, Canadà, Índia, Alemanya i França. A la Figura 3.9 es mostren les dades de superfície i producció de colza, l'any 2.004, en aquests cinc països.

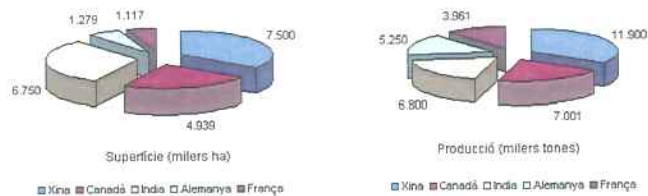


Figura 3.9.- Superfície i producció de colza als principals països productors (Font: FaoStat. Darrera actualització febrer, 2005)

La Taula 3.17 mostra les dades de superfície i producció de colza a Espanya, les dades per al 2.003 són definitives i provisionals per al 2.004.

Taula 3.17.- Superfície i producció de colza a Espanya (Font: web MAPA. Cuaderno abril 2.005)

	Superfície (ha)	Producció (t)
2.003	4.300	5.800
2.004	4.600	8.200

Segons dades del Butlletí d'Estadística i Cojuntura Agrària, l'any 2.003 la superfície dedicada al cultiu de colza va ser, a tot Catalunya de 1.659 ha, 749 ha de les quals eren a Lleida. La previsió per l'any 2.004 era de 1.787 ha (800 ha a Lleida). Pel que fa a les produccions, el total de tones a Catalunya l'any 2.003 va ser de 1.996 t (1.028 t a Lleida) mentre que la previsió pel 2.004 era de 3.158 t (1.200 t a Lleida). Aquestes dades coincideixen amb les dades del MAPA.

Amb dades sobre producció de l'any 2.000 extretes de l'Anuari d'Estadístiques Agràries i Pesqueres de Catalunya, el 99,9% de la producció obtinguda a Lleida es destina a la molturació, de la qual s'obté un 59% de farina de colza i un 41% d'oli de colza.

L'evolució de les importacions de colza que s'han realitzat tant a Catalunya com a Lleida, entre el 1.999 i el 2.004 es mostren gràficament a la Figura 3.10.

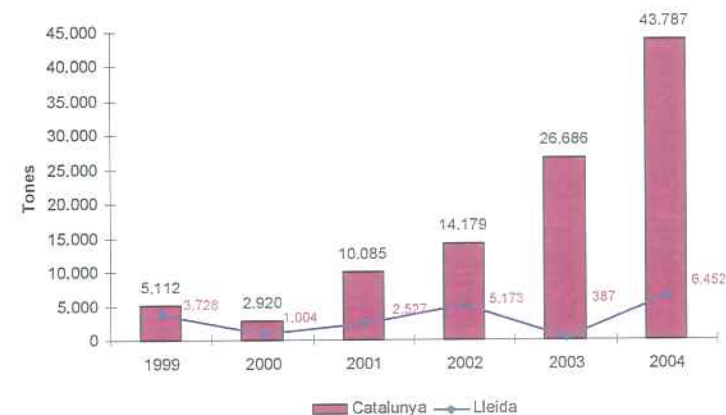


Figura 3.10.- Evolució de les importacions de colza a Catalunya i Lleida. (Font: Departament de Duanes i Impostos Especials de l'Agència Estatal d'Administració Tributària)

3.3.1.1.4.3 El gira-sol

El gira-sol és una planta típicament oleaginosa que té un paper fonamental en l'alimentació humana i també com a planta farratgera. És una de les plantes herbàcies d'extracció d'oli més cultivades al món. És un cultiu interessant no només pel seu producte sinó també perquè s'adapta fàcilment a diversos sistemes de producció en les zones temperades, fins i tot com a cultiu extensiu en zones marginals i és en aquest darrer sentit que es va desenvolupar el seu cultiu a Espanya.

El gira-sol és poc exigent amb el tipus de sòl, però és essencial que tingui un bon drenatge. D'altra banda és un cultiu molt poc tolerant a la salinitat i el contingut d'oli disminueix si aquesta augmenta en el sòl. És una de les plantes amb major capacitat per utilitzar els residus químics aportats per les explotacions anteriors, propiciant així un millor aprofitament del sòl, d'aquesta manera la rendibilitat de les explotacions agrícoles es veu incrementada.

La llavor de gira-sol és una font de greixos i energia, així com d'hidrats de carboni i proteïnes, emprada també en alimentació animal, aprofitant-se fins i tot el residu que queda després de l'extracció de l'oli.

El gira-sol no va esdevenir un cultiu d'importància econòmica a escala mundial fins al darrer segle i actualment ocupa el quart lloc entre els cultius oleaginosos, després de la soja, el cacauet i la colza. Si bé és un cultiu que trobem en els cinc continents, la producció es concentra en alguns països, com ara Argentina, Índia, França, Xina, Rússia, Romania o Bulgària, tal i com es mostra a la Figura 3.11.

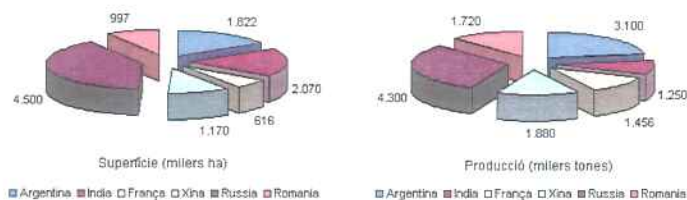


Figura 3.11.- Superfície i producció de gira-sol als principals països productors (Font: FaoStat. Darrera actualització febrer, 2005)

La Taula 3.18 mostra les dades de superfície i producció de gira-sol a Espanya. Les dades per al 2.003 són definitives i provisionals per al 2.004.

Taula 3.18.- Superfície i producció de gira-sol a Espanya (Font: web MAPA.Cuaderno abril 2005)

	Superfície (ha)	Producció (t)
2.003	786.800	762.500
2.004	749.600	785.300

L'evolució de les importacions de gira-sol que s'han realitzat tant a Catalunya com a Lleida, entre el 1.999 i el 2.004 es mostren gràficament a la Figura 3.12.

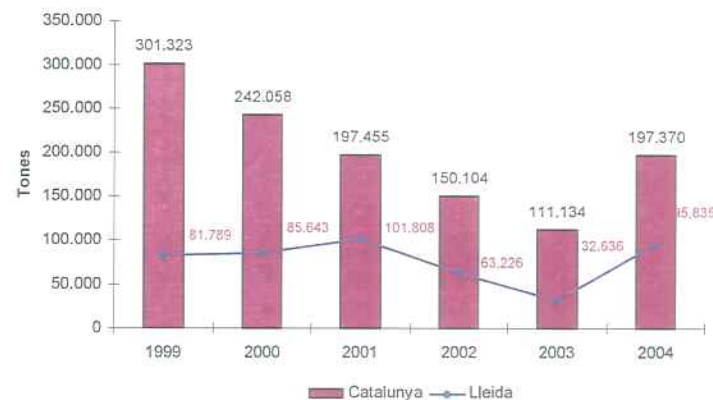


Figura 3.12.-Evolució de les importacions de llavor de gira-sol a Catalunya i Lleida. (Font: Departament de Duanes i Impostos Especials de l'Agència Estatal d'Administració Tributària)

3.3.1.1.5 Cultius energètics

S'anomenen cultius energètics aquells cultius destinats a la producció de biocarburants o d'energia elèctrica o tèrmica, són plantes de creixement ràpid destinades únicament a l'obtenció d'energia, ja sigui en forma de biomassa sòlida o de biocarburants o combustibles líquids. En aquest sentit doncs és una alternativa per al sector agrícola. Els cultius conreats amb aquesta finalitat es caracteritzen per dos aspectes en concret, d'una banda per la seva alta producció per unitat de superfície i any i per l'altra pels pocs requeriments que exigeix el seu cultiu.

Per tal que els cultius energètics surtin rendibles cal que estiguin enfocats cap a grans produccions per unitat de superfície i en períodes curts de temps. D'aquesta

manera es pot compensar el menor valor afegit que té la seva utilització energètica enfront de l'ús alimentari potencial per unitat de producte.

Per millorar la rendibilitat de les explotacions és convenient orientar els cultius cap a espècies o sistemes de producció que tinguin pocs requeriments. Aquesta reducció comporta d'una banda importants estalvis econòmics enfront dels cultius agroalimentaris tradicionals i, d'altra banda, importants avantatges ambientals quan es redueix la utilització de biocides o fertilitzants comuns en els cultius agroalimentaris. En aquest sentit són preferibles les espècies particularment eficients en la utilització dels recursos hídrics i els nutrients.

Els principals cultius que es conreen per a l'obtenció de d'energia podrien separar-se en dos grups,

- Cultius destinats a la producció energètica que no necessiten cap mena de transformació complexa a l'hora de fer l'aprofitament energètic: aquest grup inclou els productes agrícoles i forestals destinats a la producció de materials lignocel·lulòsics i que se separen en cultius herbacis i llenyosos.
- Cultius destinats a la producció dels biocarburants: cultius amilacis o ensucrats destinats a la producció de bioetanol i els cultius oleaginosos per a la producció de biodièsel.

Entre els diferents tipus de cultiu, els més interessants per al nostre país són els cultius que podrien considerar-se com a convencionals, és a dir, els cultius agrícoles tradicionals destinats a finalitats energètiques en lloc d'alimentàries. La canya de sucre, el blat de moro, els cereals, la patata o la remolatxa per produir bioetanol i la soja, el gira-sol i la colza per fabricar biodièsel.

Un dels cultius amb rendiment més elevat d'oli per hectàrea és la colza, de la qual s'aconsegueixen 937 litres d'oli vegetal/ha. Una altra planta oleaginosa de distribució important és la soja, que produeix 467 litres d'oli vegetal/ha.

Quant a l'obtenció de bioetanol els cultius més interessants són els cereals i la remolatxa. Per causa dels condicionaments agronòmics del cultiu de la remolatxa i altres factors propis del procés de producció de l'etanol com ara les possibilitats d'emmagatzematge o generació de residus, etc fan que la majoria d'iniciatives al nostre país prefereixin el cultiu de cereals com a matèria primera per obtenir bioetanol.

El moment en el que es troba el sector agrari europeu resulta molt favorable per a l'expansió dels biocarburants. La nova Política Agrària Comunitària (PAC) té com a criteri principal concedir subvencions d'acord a la superfície. Des de la PAC es proposa d'altra banda la retirada de terres destinades a la producció agroalimentària amb la finalitat de reduir els excedents de determinats productes, argumentant que aquests excedents estan causats per l'augment dels rendiments que s'obtenen per unitat de superfície. En aquest context doncs la producció de matèries primeres per fabricar biocombustibles s'apunta com una forma de mantenir productives les terres retirades del cultiu per a l'alimentació.

3.3.1.2 Combinatòria de cultius futura proposada

Tal com ja s'ha fet esment anteriorment, l'ARCP presenta, a més a més de les característiques pròpies de l'agricultura catalana, unes particularitats que poden condicionar l'evolució de la combinatòria de conreus. Aquestes particularitats no obeeixen a criteris previsibles, sinó que faran que les explotacions de Pinyana prenguin una o altra opció segons la cojuntura de més d'una d'elles.

Actualment a l'ARCP, s'observen les següents tendències generals en el funcionament de les explotacions,

- Abandó de les superfícies de conreu ja sigui per les expectatives immobiliàries que crea la forta pressió urbanística que estan sofrint alguns municipis o bé perquè no hi ha successió en les explotacions i les finques no presenten unes condicions suficients per tal que siguin arrendades amb facilitat per un agricultor jove amb una visió més empresarial de l'explotació.
- Una tendència a la disminució de plantacions arbòries a favor de plantacions extensives que per la mida petita de les parcel·les de l'ARCP, no són els conreus que més s'adeqüen al medi productiu. Aquesta situació s'explica en part per l'increment d'explotacions que produeixen conreus amb menors requeriments de mà d'obra, bé perquè l'explotador ho és a temps parcial o bé perquè és ja gran. D'altra banda les finques extensives són les més fàcils d'arrendar per empreses de mida important.
- Aquesta tendència a l'extensivisme es veu incrementada per l'actual PAC que dona ajuts a la dessecació de faratges de manera conjunta als productors i a les empreses deshidratadores.

Per tal de veure la concreció numèrica d'aquestes tendències s'ha d'analitzar l'evolució dels principals grups de conreu als municipis que tenen terres a l'ARCP, segons el cens agrari de l'IDECAT, entre els anys 1.982 i 1.999. Cal tenir en compte que el cens abarca la totalitat del terme municipal, inclosos altres regadius, cosa que pot distorsionar les dades si no es manegen amb cura. Tot seguit es fa un repàs detallat d'aquestes tendències i es particularitzen per la zona de Pinyana.

- Una clara tendència al recés de la superfície de cereals en regadiu, que tot i lleu repunt mostrat al cens de l'any 89, perd durant el període 82-89 un 34% de la superfície ocupada. Aquesta tendència es veu clarament reflectida a l'ARCP.
- Un augment, en el període 82-99, del 18% de la superfície dedicada a conreus extensius d'aprofitament faratger o industrial, tot i la davallada que aquests conreus mostren l'any 89. Certament, amb una visita a l'ARCP és freqüent trobar parcel·les amb conreus d'aquest tipus, principalment alfals. Aquesta tendència refrenda els arguments abans esmentats sobre la influència que tenen, sobre la tria de conreus, factors com la PAC o l'abandó de l'activitat agrària a temps complet.
- Un augment del 57% de la superfície cultivada d'arbres fruiters, tot i que en l'últim cens presenta una davallada del 12% de la superfície respecte a l'any 89, cosa que concorda amb la facilitat amb que es poden observar plantacions abandonades en visitar l'ARCP. A la vista d'aquestes informacions es considera que aquest és un conreu actualment en recessió.

- Un espectacular augment, del 606 i 124% respectivament, de l'olivera de regadiu i la vinya, cultius que fins ara resultaven no significatius però que s'estan fent un lloc entre els conreus minoritaris. Cal dir que en visites a camp s'ha pogut observar que l'olivera és present a la zona centre nord de Pinyana, mentre que la vinya s'hi deu trobar a nivell testimonial.
- Un manteniment de conreus com les horticcoles, la patata, els fruits secs en regadiu, les lleguminoses en gra i les ornamentals, que es pot aplicar perfectament a l'ARCP.

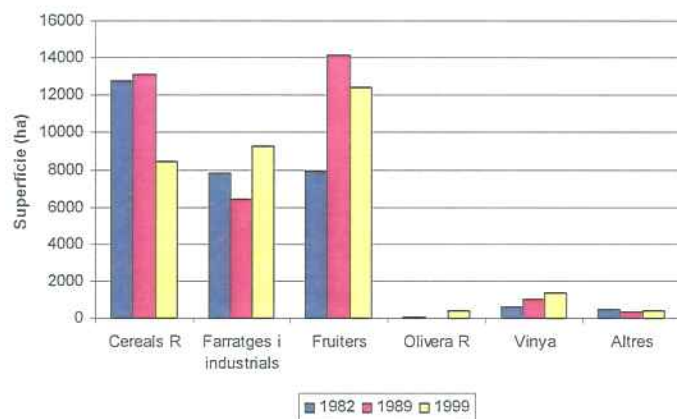


Figura 3.13.- Evolució dels principals grups de conreu als municipis de l'ARCP

Davant la incertesa de l'evolució de la combinatòria de conreus futura de l'ARCP i amb la necessitat de definir unes necessitats hidriques per a l'avaluació de les alternatives de modernització, s'han fet els següents supòsits que han premès establir una alternativa de càlcul que es mostra a la Taula 3.19. L'objectiu d'aquesta combinatòria no és predir la correcta distribució futura dels conreus sinó fer una previsió a grans trets de les necessitats hidriques de l'ARCP .

- La necessitat de pagament de la modernització farà que hi hagi una tendència a la intensificació o bé al conreu d'espècies altament productives i en conseqüència fortes consumidores d'aigua
- Els cereals d'hivern (blat i ordi), així com altres conreus poc productius i lligats a subvenció (colza i girasol) disminuiran de manera dràstica
- Aquests conreus, conjuntament amb altres marginals com l'ametller, el noguer i la vinya, passaran a ocupar només un 5% de la superfície, aproximadament.

- L'olivera i la vinya continuaran la seva progressió al mateix ritme que ho han fet fins ara, essent el primer conreu apreciable dins del global de conreus, mentre que la vinya continua essent present a nivell testimonial.
- Els conreus de les horticcoles, la patata, els fruits secs en regadiu, les lleguminoses en gra i les ornamentals es mantindran estables.
- Com que els fruiters estan en clar recés a l'ARCP no sembla que hagin de ser la resposta global a la necessitat d'intensificació, tot i que serien el principal conreu candidat per complir aquest objectiu. Es considera que aquest grup de conreu es manté estable en el temps, ja que si bé és cert que estan en recessió, també és cert que hi haurà algunes explotacions que els escolliran per intensificar la seva activitat de cara al pagament de la modernització.
- És probable que la necessitat d'augment del marge brut que requereix el pagament de la modernització es faci a través de conreus herbacis d'alta producció.
- Avui en dia l'alfals és el conreu herbaci més productiu i de major presència a l'ARCP, però la petita mida de les explotacions de Pinyana i la gran mida de la maquinària requerida pels seus treballs, sembla que portaran a una disminució de la superfície que ocupa , quan amb la reforma de la PAC disminueixin les ajudes a la seva producció i assecat.
- En l'estudi de conreus alternatius als actuals no se n'ha trobat cap que pugui ser un revulsiu per la zona
- Per tal de cobrir el percentatge de superfície que es considera que perdran algunes espècies i sense poder saber quins conreus la cobriran s'opta per assimilar aquesta a una espècie, o conjunt d'espècies herbàcies productives en les quals llur consum hidric s'assimila al panís. Es selecciona el panís com a model de consum hidric ja que, sense ser tant exigent com l'alfals, presenta un consum elevat, del mateix ordre que les espècies fruïteres de la zona. Aquesta magnitud de consum hidric permet fer un disseny folgat de la xarxa modernitzada que permeti en un futur cultivar una àmplia gamma d'espècies productives (proteaginoses, oleaginoses, energètiques, arbres fruïters, ...) a la superfície que deixaran lliure les espècies en retrocés.

Taula 3.19.- Distribució de cultius considerada pels càlculs de les necessitats hidrífiques futures, expressada en percentatge.

Cultius actuals	Superfície (ha)	% sobre grup	% sobre total superfície
Cereals regadiu	2.101,7	100%	15,94%
Blat	343,5	16,3%	2,61%
Ordi	164,8	7,8%	1,25%
Panís	1.593,3	75,8%	12,09%
Farratges	4.124,7	100%	31,29%
Farratges verd anual	687,3	16,7%	5,21%
Alfals	2.641,6	64,0%	20,04%
Altres alt consum	795,8	19,3%	6,04%
Industrials	173,2	100%	1,31%
Gira-sol	109,5	63,2%	0,83%
Colza	63,7	36,8%	0,48%
Fruits secs regadiu	20,2	100,0%	0,15%
Ametller	19,5	96,6%	0,15%
Noguer	0,7	3,4%	0,01%
Fruita dolça	6.143,8	100%	46,60%
Albercoc	5,7	0,1%	0,04%
Cirera	50,6	0,8%	0,38%
Figuera	6,4	0,1%	0,05%
Pera	3.169,7	51,6%	24,04%
Poma	1.425,4	23,2%	10,81%
Prèssec	1.442,2	23,5%	10,94%
Pruna	43,7	0,7%	0,33%
Patates	32,7	100%	0,25%
Vinya	0,9	100%	0,01%
Oliveres regadiu	313,1	100%	2,38%
Hort regadiu	273,8	100%	2,08%
TOTAL	13.184,09		100%

3.3.2 CARACTERÍSTIQUES DE LA XARXA I EL SISTEMA DE REG

Els valors d'eficiència que caracteritzen els diferents nivells de modernització considerats per la xarxa i el sistema de reg es mostren a la Taula 3.20, Taula 3.21 i Taula 3.22 tenint en compte les diferents variants estudiades.

A la Taula 3.20 es mostra l'estimació de l'eficiència per a la Variant 1, és a dir aquella en la que s'inclouen algunes millores a la xarxa de transport i a la de distribució. A la Taula 3.21 es mostra l'estimació de l'eficiència a la Variant 2 en la que la xarxa de transport seria a làmina lliure i la xarxa de distribució estaria pressuritzada. A la Taula 3.22 es mostra l'estimació de l'eficiència a la Variant 3 en la que tant la xarxa de transport com la de distribució estarien pressuritzades.

Taula 3.20.- Estimació de l'eficiència a la Variant 1.

	TESA MILLORADA [*]	ASPERSIÓ	DEGOTEIG
Xarxa primària de transport	90,0%	90,0%	90,0%
Xarxa secundària de transport	97,5%	97,5%	97,5%
Xarxa de distribució	80,0%	80,0%	80,0%
Eficiència de la xarxa	70,2%	70,2%	70,2%
Eficiència d'aplicació	65,0%	85,0%	90,0%
Eficiència global	45,6%	59,7%	63,2%

Taula 3.21.- Estimació de l'eficiència a la Variant 2.

	TESA [*]	ASPERSIÓ	DEGOTEIG
Xarxa primària de transport		90,0%	90,0%
Xarxa secundària de transport		97,5%	97,5%
Xarxa de distribució		95,0%	95,0%
Eficiència de la xarxa		83,4%	83,4%
Eficiència d'aplicació		85,0%	90,0%
Eficiència global		70,9%	75,1%

*No es contempla la possibilitat de reg a tesa

Taula 3.22.- Estimació de l'eficiència a la Variant 3.

	TESA ¹	ASPERSIÓ	DEGOTEIG
Xarxa primària de transport		95,0%	95,0%
Xarxa secundària de transport		97,5%	97,5%
Xarxa de distribució		95,0%	95,0%
Eficiència de la xarxa		88,0%	88,0%
Eficiència d'aplicació		85,0%	90,0%
Eficiència global		74,8%	79,2%

*No es contempla la possibilitat de reg a tesa

3.3.3 ESTUDI DE LES NECESSITATS DE LA COMBINATÒRIA DE CONREUS.

Amb la definició de variables meteorològiques, de xarxa, de sistema de reg i dels cultius existents (coeficients de cultiu característics de cadascun dels conreus, Taula 3.6, i la combinatòria futura de conreus estimada per l'ARCP, Taula 3.19), s'han obtingut les necessitats netes d'aigua dels diferents conreus.

Com en el cas del càlcul de les necessitats netes a peu de parcel·la de la situació actual, les necessitats futures s'han calculat per a un any considerat mitjà (probabilitat de no excedència de la ETo: 50% i probabilitat de no excedència de la PPO: 50%) i per un any considerat sec (probabilitat de no excedència de la ETo: 80% i probabilitat de no excedència de la PPO:20%). A la Taula 3.25 i la Taula 3.26 es mostren les necessitats netes a peu de parcel·la de la combinatòria de conreus proposada com a futura per un any mitjà i sec respectivament.

Posteriorment, sobre aquestes necessitats netes a peu de parcel·la, o necessitats reals dels conreus, cal afegir-hi la quantitat d'aigua requerida per la ineficiència del sistema d'aplicació per obtenir les necessitats brutes a peu de parcel·la. A la Variant 1 es considera el 100% de la superfície regada a tesa millorada amb una eficiència d'aplicació del 65%, mentre que a les Variants 2 i 3 s'ha considerat el 100% de la superfície regada amb un sistema pressuritzat, en funció del cultiu tal com indica la Taula 3.23, amb unes eficiències del 85% pel reg per aspersió i 90% pel reg per degoteig. Les necessitats brutes a peu de parcel·la per les tres variants plantejades, tant per un any sec com per un any mitjà poden veure's detalladament a les taules de la A3-III-62 a la A3-III-65 de l'Annex 3-III. Aquestes necessitats poden veure's de forma resumida a la Taula 3.24.

Finalment, per tal d'obtenir les necessitats brutes a captació cal afegir a les necessitats brutes a peu parcel·la la quantitat d'aigua requerida per fer front a la ineficiència de la xarxa, des de captació fins al punt de presa parcel·laria, per la qual cosa es considera una eficiència de la xarxa del 70,2%, el 83,4% o el 88%, per les variants 1, 2 i 3 respectivament, obtenint-se els resultats detallats a les taules de la A3-III-66 a la 71 de l'annex 3-III i resumits a la Taula 3.24

En aquesta última taula pot veure's com, per un any sec, a igual disponibilitat d'aigua per la planta (iguals necessitats netes a peu parcel·la) un reg a tesa del 100% de la superfície, encara que millorada, amb una xarxa similar a l'actual, tota a cel obert, consumeix un 60 % més d'aigua a capçalera, que un reg pressuritzat amb una xarxa de transport a làmina lliure però amb una distribució pressuritzada.

Taula 3.23.- Sistema de reg considerat per la situació futura segons variant i conreu

Conreu	Variant 1 ¹	Variant 2 ² i 3 ³
Blat	Tesa millorada	Aspersió
Ordi	Tesa millorada	Aspersió
Blat de moro	Tesa millorada	Aspersió
Farratges verds	Tesa millorada	Aspersió
Alfals	Tesa millorada	Aspersió
Altres alt consum	Tesa millorada	Aspersió
Gira-sol	Tesa millorada	Aspersió
Colza	Tesa millorada	Aspersió
Ametller	Tesa millorada	Degoteig
Noguer	Tesa millorada	Degoteig
Albercoc	Tesa millorada	Degoteig
Cirera	Tesa millorada	Degoteig
Figuera	Tesa millorada	Degoteig
Pera	Tesa millorada	Degoteig
Poma	Tesa millorada	Degoteig
Préssec	Tesa millorada	Degoteig
Pruna	Tesa millorada	Degoteig
Patates	Tesa millorada	Degoteig
Vinya	Tesa millorada	Degoteig
Oliveres regadiu	Tesa millorada	Degoteig
Hort regadiu	Tesa millorada	Degoteig

¹ Variant 1: Reg a tesa

² Variant 2: Reg a pressió, xarxa de transport a làmina lliure i xarxa de distribució pressuritzada

³ Variant 3: Reg a pressió, xarxa de transport i distribució pressuritzada

Taula 3.24.- Resum de les necessitats netes, brutes a peu parcel·la i a captació de la combinatòria de conreus futura per les tres variants proposades, expressades en m³ ha⁻¹ per un any mitjà i un any sec

		Any mitjà			Any sec		
		Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Més màxima demanda	Necessitats netes a peu parcel·la	1.393,1	1.393,1	1.393,1	1.492,4	1.492,4	1.492,4
	Necessitats brutes a peu parcel·la	2.143,3	1.594,8	1.594,8	2.296,1	1.708,5	1.708,5
	Necessitats brutes a captació	3.053,1	1.912,4	1.811,8	3.270,8	2.048,7	1.941,0
Total anual	Necessitats netes a peu parcel·la	5.650,9	5.650,9	5.650,9	6.786,0	6.786,0	6.786,0
	Necessitats brutes a peu parcel·la	8.693,8	6.474,4	6.474,4	10.440,0	7.770,9	7.770,9
	Necessitats brutes a captació	12.384,3	7.763,1	7.354,9	14.871,8	9.318,1	8.828,4

Taula 3.25.- Necessitats netes d'aigua a peu parcel·la de la combinatòria de conreus futura proposada, expressades en m³ ha⁻¹ mes⁻¹, per un any mitjà

		Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Any
Blat	2,61%	123,54	295,10	613,14	790,35	867,92	230,74	-	-	-	-	-	43,49	2.964,28
Ordi	1,25%	56,91	216,81	522,28	764,66	901,35	244,31	-	-	-	-	-	-	2.706,32
Blat de moro	12,09%	-	-	-	-	377,57	1.017,96	1.598,74	1.405,42	675,73	-	-	-	5.075,43
Farratges verds	5,21%	-	-	-	-	377,57	1.017,96	1.598,74	1.405,42	675,73	-	-	-	5.075,43
Alfals	20,04%	-	153,57	467,77	636,19	823,34	1.221,55	1.320,06	1.147,86	641,82	304,13	83,32	-	6.799,62
Altres alt consum	6,04%	-	-	-	-	377,57	1.017,96	1.598,74	1.405,42	675,73	-	-	-	5.075,43
Gira-sol	0,83%	-	-	-	-	110,11	719,36	1.349,40	1.405,42	785,95	-	-	-	4.370,24
Colza	0,48%	153,53	286,06	534,40	661,88	711,90	-	-	-	-	51,95	-	46,08	2.445,81
Ametller	0,15%	-	21,08	128,58	255,05	444,44	874,09	985,65	935,37	365,43	54,98	-	-	4.064,66
Noguer	0,01%	-	-	-	387,80	745,33	1.316,56	1.672,08	1.458,94	752,03	203,26	-	-	6.534,01
Albercoc	0,04%	-	60,22	128,58	319,29	656,18	1.262,27	953,38	697,12	302,70	-	-	-	4.379,74
Cirera	0,38%	-	60,22	128,58	319,29	689,61	746,50	762,70	594,10	-	-	-	-	3.301,01
Figuera	0,05%	-	60,22	128,58	319,29	656,18	1.262,27	953,38	697,12	302,70	-	-	-	4.379,74
Pera	24,04%	-	60,22	140,70	276,46	656,18	1.289,41	1.540,07	1.276,64	582,47	142,74	-	-	5.964,90
Poma	10,81%	-	30,11	140,70	319,29	711,90	1.289,41	1.540,07	1.341,03	726,60	243,61	-	-	6.342,72
Prèssec	10,94%	-	60,22	128,58	319,29	656,18	1.262,27	1.540,07	1.212,25	497,69	142,74	-	-	5.819,29
Pruna	0,33%	-	60,22	195,21	404,93	667,32	1.221,55	1.364,07	1.019,08	455,30	137,69	-	-	5.525,38
Patates	0,25%	-	-	80,13	207,94	689,61	1.425,14	1.540,07	1.109,22	573,99	-	-	-	5.626,12
Vinya	0,01%	-	-	-	-	377,57	814,37	1.026,72	890,30	387,48	102,39	-	-	3.598,81
Oliveres regadiu	2,38%	-	115,93	204,90	243,06	366,43	712,57	770,04	664,93	323,89	115,00	7,22	-	3.523,96
Hort regadiu	2,08%	25,59	95,15	229,13	175,40	299,56	597,20	340,28	439,56	175,52	-	-	-	2.377,40
Total	100,00%	5,20	72,12	193,19	309,92	620,64	1.127,17	1.393,12	1.189,63	581,00	140,74	16,87	1,36	5.650,95

Taula 3.26.- Necessitats netes d'aigua a peu parcel·la de la combinatòria de conreus futura proposada, expressades en m³ ha⁻¹ mes⁻¹, per un any sec

		Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Any
Blat	2,61%	163,78	345,96	737,48	986,39	1.101,71	257,33	-	-	-	-	-	109,49	3.702,15
Ordi	1,25%	76,43	254,17	635,05	958,49	1.137,63	272,47	-	-	-	-	-	-	3.334,24
Blat de moro	12,09%	-	-	-	-	574,93	1.135,29	1.712,73	1.508,99	857,97	-	-	-	5.789,92
Farratges verds	5,21%	-	-	-	-	574,93	1.135,29	1.712,73	1.508,99	857,97	-	-	-	5.789,92
Alfals	20,04%	-	180,04	573,59	818,97	1.053,82	1.362,34	1.414,18	1.234,63	821,46	517,13	228,34	-	8.204,52
Altres alt consum	6,04%	-	-	-	-	574,93	1.135,29	1.712,73	1.508,99	857,97	-	-	-	5.789,92
Gira-sol	0,83%	-	-	-	-	287,60	802,27	1.445,61	1.508,99	976,63	-	-	-	5.021,10
Colza	0,48%	203,08	335,37	648,71	846,87	934,10	-	-	-	-	229,84	119,36	112,62	3.429,96
Ametller	0,15%	-	24,71	191,20	405,07	646,77	974,83	1.055,92	1.008,28	523,91	233,28	72,65	-	5.136,63
Noguer	0,01%	-	-	40,97	549,24	970,02	1.468,30	1.791,30	1.563,87	940,12	402,21	62,27	-	7.788,30
Albercoc	0,04%	-	70,60	191,20	474,83	874,24	1.407,75	1.021,36	754,50	456,37	114,92	-	-	5.365,76
Cirera	0,38%	-	70,60	191,20	474,83	910,16	832,54	817,08	644,75	-	-	-	-	3.941,16
Figuera	0,05%	-	70,60	191,20	474,83	874,24	1.407,75	1.021,36	754,50	456,37	114,92	-	-	5.365,76
Pera	24,04%	-	70,60	204,86	428,32	874,24	1.438,03	1.649,88	1.371,81	757,57	333,26	124,55	-	7.253,12
Poma	10,81%	-	35,30	204,86	474,83	934,10	1.438,03	1.649,88	1.440,40	912,74	448,18	124,55	-	7.662,86
Prèssec	10,94%	-	70,60	191,20	474,83	874,24	1.407,75	1.649,88	1.303,22	666,30	333,26	124,55	-	7.095,84
Pruna	0,33%	-	70,60	266,31	567,84	886,21	1.362,34	1.461,32	1.097,45	620,66	327,52	124,55	-	6.784,81
Patates	0,25%	-	-	136,57	353,91	910,16	1.589,40	1.649,88	1.193,48	748,44	-	-	-	6.581,84
Vinya	0,01%	-	-	-	-	574,93	908,23	1.099,92	960,27	547,64	287,30	-	-	4.378,29
Oliveres regadiu	2,38%	-	135,91	277,24	392,05	562,96	794,70	824,94	720,20	479,19	301,66	136,23	-	4.625,07
Hort regadiu	2,08%	35,38	111,55	304,55	318,57	491,13	666,03	364,55	480,13	319,46	152,84	49,30	34,41	3.327,90
Total	100,00%	6,94	84,55	252,86	433,70	836,05	1.257,09	1.492,45	1.278,61	749,82	281,68	108,15	4,11	6.786,00

3.4.- CABAL PUNTA DE DISSENY DE LA XARXA

Tal com ja s'ha esmentat anteriorment, els valors de pluja (P) i evapotranspiració (ET_o) són valors no repetitius, és a dir no es pot conèixer amb certesa quin serà el seu valor un determinat dia de l'any, sinó que s'ha d'emprar l'estadística per poder conèixer quines quantitats de pluja i evapotranspiració podem esperar amb una determinada probabilitat.

Aquests valors s'obtenen a partir del tractament de dades diàries de sèries històriques d'estacions meteorològiques i varien, per una mateixa probabilitat en funció de la mida de la mostra treballada. Com més petita és aquesta mostra més extrems són els valors d'ET_o i P diaris obtinguts. És per això que cal adequar la mida de la mostra de dades meteorològiques segons quin és l'ús que es vol fer de la dada resultant.

A l'hora d'obtenir les necessitats anuals dels conreus, donades mes a mes, les dades de pluja i ET_o es tracten en mostres mensuals, però pel disseny de la xarxa s'opta per fer un tractament setmanal de les dades d'ET_o. Això és degut a que el disseny de la xarxa s'ha de fer per tal que aquesta sigui suficient per donar servei la setmana més desfavorable d'un any caracteritzat com a sec, ja que els sistemes de reg es dissenyen per un funcionament de cicle setmanal amb l'objecte d'adaptar-los a les jornades laborals dels regants. Cal recordar que un any sec, segons criteris FAO, es caracteritza per valors d'ET_o amb una probabilitat de no excedència del 80% i per valors de pluja amb una probabilitat de no excedència del 20%.

No es fa així amb la pluja ja que, a les nostres latituds resulta freqüent trobar setmanes amb precipitació 0 i seria aquest el valor que trobaríem amb una possibilitat de no excedència del 20%.

Per calcular les necessitats mensuals no és vàlid multiplicar pel nombre de setmanes del mes les dades d'ET_o obtingudes per la probabilitat que caracteritza un any sec a partir d'un tractament setmanal de dades. Si es fes així es suposaria que totes les setmanes del més són així de seques i majoràriem les necessitats mensuals, error que dut a terme cada més majoraria en gran manera les necessitats anuals. És per això que cal fer també el càlcul estadístic d'ET_o mensualment, per determinar les necessitats anuals, més a més, tal com s'ha fet al punt. 3.1.2.

En el punt següent es calculen els valors setmanals d'ET_o per un any sec i un de mitjà dels mesos de juny, juliol i agost, més extrems que els mensuals, per determinar les necessitats a partir de les quals dissenyar la xarxa. Els valors de pluja i pluja efectiva emprats pel càlcul del cabal punta de disseny de la xarxa seran els calculats per intervals mensuals Taula 3.3 (pàg 308) i Taula 3.4 (pàg 308), respectivament.

3.4.1 DISTRIBUCIÓ DE PROBABILITATS DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓ DE REFERÈNCIA (ET_o)

Pel càlcul de l'Evapotranspiració de referència (ET_o) es treballa amb les dades diàries de les estacions climàtiques de Lleida-Raimat i Vallfogona de Balaguer que disposen totes dues de tanc evaporimètric.

Com s'ha esmentat anteriorment, pel càlcul del cabal punta de disseny de la xarxa es treballa amb dades d'ET_o setmanals, calculades com la suma de les dades diàries. Les dades diàries, s'agrupen de 7 en 7 dies, independentment del dia de la setmana en que s'escauen, de manera que l'any queda dividit en 52 setmanes teòriques. D'aquestes dades s'empen només les del període comprès entre la setmana 22 i la setmana 35, és a dir del 27 de maig al 2 de setembre, corresponent al període de màxima demanda.

Les dades setmanals (Taules A3-I-5 i A3-I-6 de l'Annex 3-I) s'obtenen per suma dels valors diaris agrupats de 7 en 7 de manera independent per cadascuna de les dues estacions meteorològiques considerades, a excepció de les setmanes en que manquen més de 1 registre en les que el valor setmanal no s'ha calculat. Sobre les dades setmanals obtingudes per cada estació s'han calculat les probabilitats de no excedència dels diferents valors d'ET_o ajustant-los a una distribució Weibull, de la següent manera,

- Per cadascun dels mesos del període de màxima demanda s'ordenen els N valors d'evapotranspiració setmanals de referència de menor a major, assignant un número d'ordre creixent (m). S'ha de tenir en compte que
 - Juny comprèn de la setmana 22 a la setmana 25
 - Juliol comprèn de la setmana 26 a la setmana 30
 - Agost comprèn de la setmana 31 a la setmana 35
- Es calcula la probabilitat de no excedència (F_a), per mitjà de l'equació de Weibull, amb m (número d'ordre) i N (nombre total d'observacions).

$$F_a = \frac{100 \cdot m}{N + 1}$$

- Es representa gràficament la probabilitat de no excedència (F_a) en un gràfic, on l'eix d'abscisses representa l'ET_o i l'eix d'ordenades la probabilitat de no excedència. (Figura A3-I-1 de l'Annex 3-I)
- Es calculen els paràmetres A i B de la recta d'ajust d'aquests valors (Figura A3-I-2 i Taules A3-I-10 i A3-I-11 de l'Annex 3-I),

$$ET_o = A \times F_a + B$$

- A partir d'aquesta equació s'obtenen els valors d'evapotranspiració de referència (ET_o) per qualsevol probabilitat de no excedència, per cada setmana i per cadascuna de les estacions considerades (Taules A3-I-10 i A3-I-11 de l'Annex 3-I).

Posteriorment s'ha fet la mitjana entre els valors setmanals d'Evapotranspiració de referència, segons diferents probabilitats de no excedència, obtinguts per cada estació (Taula A3-I-5 i Taula A3-I-6 de l'Annex 3-1) i s'han dividit entre el nombre de dies de la setmana per obtenir-ne els valors diaris. A la Taula 3.27 (Taula A3-I-12 de l'Annex A3-I) es mostren de forma resumida els valors de ETo probable mensual per diferents probabilitats de no excedència en els mesos de màxima demanda. Com ja s'ha esmentat amb anterioritat, la probabilitat de no excedència fa referència a la probabilitat d'un determinat valor de ETo, de no ser superat al llarg dels anys

Per calcular les necessitats de consums per al posterior disseny de la xarxa s'ha emprat el valor d'ETo equivalent a un any sec, és a dir amb una probabilitat de no excedència del 80%.

Taula 3.27.- Evapotranspiració de referència mensual en el període de màxima deman.

da (ETo mm) per diferents probabilitats de no excedència.

Prob. no exced.	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Juny	102,4	110,0	117,6	125,2	132,8	140,4	148,0	155,6	163,2	170,8
Juliol	129,0	133,7	138,3	142,9	147,6	152,2	156,9	161,5	166,1	170,8
Agost	110,2	115,2	120,2	125,2	130,3	135,3	140,3	145,3	150,3	155,3

3.4.2 CÀLCUL DE LES NECESSITATS HÍDRIQUES PUNTA

Determinats els valors estadístics d'ETo d'un any sec, per intervals setmanals i emprant els valors de Pe calculats per intervals mensuals Taula 3.4 (pàg 308), es disposa de totes les dades meteorològiques per calcular el balanç hídric necessari per obtenir el cabal punta pel dimensionament de la xarxa.

Amb aquestes dades meteorològiques, la combinatòria de conreus futura (Taula 3.19 , pàg 326) i les eficiències de xarxa i sistema de reg fixades a les taules Taula 3.20, Taula 3.21 i Taula 3.22 (pàg 326) per definir les tres variants de modernització proposades, es fa el càlcul de les necessitats futures punta de la xarxa corresponent als mesos de juny, juliol i agost que es mostra a les taules següents,

En referència a les taules anteriors i partint de la base de que per a les tres variants les necessitats netes a peu parcel·la són les mateixes, ja que aquestes depenen del cultiu, si es pren com a exemple el mes de juliol, que és el de màxima demanda s'observa que les necessitats brutes a peu parcel·la per a la variant 1 (2.360,16 m³/ ha) són un 25,62% superiors a les de les variants 2 i 3 (1.755,56 m³/ ha).

Pel que fa a les necessitats brutes a captació per a la variant 1 (3.362,05 m³/ ha) són respecte a les de la variant 2 (2.105,05 m³/ ha), un 37,36% més grans i respecte a les de la variant 3 (1.995,09 m³/ ha) un 40,66% superiors.

Taula 3.28.- Necessitats brutes i netes a peu parcel·la i necessitats brutes a captació per la combinatòria de conreus futura, per a les variants 1, 2 i 3 de grau de modernització proposades en un any sec, que es caracteritza per valors d'ETo amb una probabilitat de no excedència del 80% i per valors de pluja amb una probabilitat de no excedència del 20%. expressades en m³ ha⁻¹ mes⁻¹

CONREU	SUPERF	NECESSITATS NETES PEU PARCEL·LA			NECESSITATS BRUTES PEU PARCEL·LA						NECESSITATS BRUTES A CAPTACIÓ								
		Variants 1, 2 i 3			Variant 1			Variants 2 i 3			Variant 1			Variant 2			Variant 3		
		JUNY	JULIOL	AGOST	JUNY	JULIOL	AGOST	JUNY	JULIOL	AGOST	JUNY	JULIOL	AGOST	JUNY	JULIOL	AGOST	JUNY	JULIOL	AGOST
Blat	2,61%	264,48	-	-	406,89	-	-	311,15	-	-	579,61	-	-	373,25	-	-	353,60	-	-
Ordi	1,25%	280,03	-	-	430,82	-	-	329,45	-	-	613,70	-	-	395,20	-	-	374,40	-	-
Blat de moro	12,09%	1.166,80	1.760,25	1.598,20	1.795,08	2.708,07	2.458,77	1.372,71	2.070,88	1.880,23	2.557,10	3.857,65	3.502,52	1.646,68	2.484,19	2.255,49	1.560,01	2.353,44	2.136,78
Farratges verds	11,25%	1.166,80	1.760,25	1.598,20	1.795,08	2.708,07	2.458,77	1.372,71	2.070,88	1.880,23	2.557,10	3.857,65	3.502,52	1.646,68	2.484,19	2.255,49	1.560,01	2.353,44	2.136,78
Alfals	20,04%	1.400,16	1.453,42	1.307,62	2.154,10	2.236,02	2.011,72	1.647,25	1.709,90	1.538,37	3.068,52	3.185,22	2.865,70	1.976,01	2.051,16	1.845,40	1.872,01	1.943,21	1.748,28
Gira-sol	0,83%	824,54	1.485,71	1.598,20	1.268,52	2.285,71	2.458,77	970,05	1.747,90	1.880,23	1.807,01	3.256,00	3.502,52	1.163,65	2.096,74	2.255,49	1.102,41	1.986,39	2.136,78
Colza	0,48%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ametller	0,15%	1.001,89	1.085,22	1.067,89	1.541,38	1.669,56	1.642,90	1.136,45	1.230,96	1.211,31	2.195,69	2.378,30	2.340,32	1.363,26	1.476,64	1.453,06	1.291,51	1.398,92	1.376,58
Olivera Arbequina	2,38%	816,76	847,83	762,78	1.256,56	1.304,35	1.173,50	907,51	942,03	847,53	1.789,97	1.858,04	1.671,66	1.088,64	1.130,04	1.016,68	1.031,34	1.070,56	963,17
Noguer	0,01%	1.509,07	1.840,99	1.656,32	2.321,64	2.832,30	2.548,18	1.683,66	2.053,99	1.847,95	3.307,18	4.034,61	3.629,88	2.019,69	2.463,93	2.216,76	1.913,39	2.334,25	2.100,09
Patates	0,25%	1.633,52	1.695,65	1.264,03	2.513,11	2.608,69	1.944,66	1.921,79	1.994,88	1.487,09	3.579,94	3.716,09	2.770,17	2.305,35	2.393,02	1.783,89	2.184,01	2.267,07	1.690,00
Vinya	0,01%	933,44	1.130,43	1.017,04	1.436,07	1.739,13	1.564,67	1.058,80	1.282,25	1.153,63	2.045,68	2.477,39	2.228,88	1.270,12	1.538,16	1.383,87	1.203,27	1.457,21	1.311,03
Albercoc	0,04%	1.446,84	1.049,69	799,10	2.225,90	1.614,91	1.229,38	1.626,75	1.180,22	898,47	3.170,80	2.300,44	1.751,26	1.951,42	1.415,77	1.077,79	1.848,72	1.341,26	1.021,06
Cirera	0,38%	855,66	839,75	682,87	1.316,39	1.291,92	1.050,56	973,89	955,78	777,22	1.875,20	1.840,35	1.496,53	1.168,25	1.146,54	932,34	1.106,77	1.086,19	883,27
Figuera	0,05%	1.446,84	1.049,69	799,10	2.225,90	1.614,91	1.229,38	1.626,75	1.180,22	898,47	3.170,80	2.300,44	1.751,26	1.951,42	1.415,77	1.077,79	1.848,72	1.341,26	1.021,06
Pera	24,04%	1.477,95	1.695,65	1.452,91	2.273,77	2.608,69	2.235,24	1.648,95	1.891,83	1.621,01	3.238,99	3.716,09	3.184,11	1.978,04	2.269,41	1.944,53	1.873,94	2.149,96	1.842,18
Poma	10,81%	1.477,95	1.695,65	1.525,55	2.273,77	2.608,69	2.347,01	1.648,95	1.891,83	1.702,06	3.238,99	3.716,09	3.343,31	1.978,04	2.269,41	2.041,75	1.873,94	2.149,96	1.934,29
Pruna	0,33%	1.400,16	1.501,86	1.162,33	2.154,10	2.310,56	1.788,20	1.588,21	1.703,56	1.318,43	3.068,52	3.291,39	2.547,29	1.905,18	2.043,56	1.581,56	1.804,91	1.936,01	1.498,32
Presseguer	10,94%	1.446,84	1.695,65	1.380,26	2.225,90	2.608,69	2.123,48	1.614,23	1.891,83	1.539,96	3.170,80	3.716,09	3.024,90	1.936,40	2.269,41	1.847,30	1.834,48	2.149,96	1.750,08
Hort regadiu	2,08%	684,52	374,66	508,52	1.053,11	576,40	782,34	779,11	426,43	578,78	1.500,16	821,08	1.114,44	934,60	511,53	694,30	885,41	484,61	657,75
Total	100,0%	1.292,20	1.534,10	1.354,43	1.988,01	2.360,16	2.083,74	1.477,04	1.755,56	1.551,05	2.831,92	3.362,05	2.968,30	1.771,83	2.105,93	1.860,61	1.678,57	1.995,09	1.762,69

3.5.- QUALITAT DE L'AIGUA DE REG

Les aigües que circulen pel Canal de Pinyana provenen directament del riu Noguera Ribagorçana, però les particularitats de la xarxa de distribució, fan que la qualitat d'aigua de reg no sigui homogènia al llarg de tota la xarxa. És per això que en aquest apartat s'estudia la qualitat d'aigua de la captació al riu i la qualitat de l'aigua en diferents punts de la xarxa de distribució de manera separada.

Les esmentades particularitats de la xarxa de distribució de Pinyana que afecten a la qualitat de l'aigua són la reutilització de l'aigua de reg i els abocaments rebuts per les conduccions de reg.

• REUTILITZACIÓ DE L'AIGUA DE REG

La reutilització d'aigua d'escolament del reg, per fer un altre reg a cota més baixa, és un recurs emprat en els regs tradicionals per paliar la manca d'eficiència que aquests presenten. Si bé és cert que s'obté una certa millora a nivell quantitatiu ja que es pot regar major superfície, no succeeix així a nivell qualitatiu, ja que es fa amb una aigua de menor qualitat i que en alguns casos no presenta aptitud per aquest ús.

En el cas d'usar sistemes de reg a pressió no cal fer la reutilització ja que, a banda de presentar problemes tècnics, no és necessària ja que aquests sistemes eleven l'eficiència del reg de tal manera que tota la superfície pot ser regada directament d'aigua del canal.

A l'àrea regable del Canal de Pinyana, la reutilització té dos graus d'afectació:

– Aigua de drenatge

El sistema de drenatge de l'àrea regable de Pinyana es basa en que cada séquia recull les aigües d'escolament, superficial i profund, de les terres regades per la séquia situada a cota superior. Tot i que l'aigua reutilitzada és només una part de la que circula per les canalitzacions, la qualitat de l'aigua va empitjorant, de les cotes més altes a les més baixes.

Les terres regades per la séquia més baixa drenen a un reguer o desguàs per on, juntament amb les aigües sobrants del final de les canalitzacions, són conduïdes fins un curs natural d'aigua.

– Captacions a reguers

Com molts regs històrics, a la zona regable del Canal de Pinyana, s'han aprofitat aquests reguers per ampliar la zona regable a base de la construcció de nous ramals que prenen el 100% de les seves aigües d'aquestes conduccions, amb la conseqüent baixa qualitat d'aigua de reg que això comporta. A més a més l'ambició d'augmentar la superfície regable, porta a fer insuficients els cabals normalment circulants pels reguers i a haver d'obrir les pales d'algun ramal proper al canal, encara que cap dels seus usuaris estigui regant, per tal de tenir al reguer un cabal de desguàs suficient. És a dir que, per tal que funcioni el reaprofitament, que rega amb aigües de baixa qualitat, és necessari fer ineficient la xarxa de distribució principal, que rega amb les aigües de major qualitat.

• ABOCAMENTS

La particularitat que presenta la zona regable del Canal de Pinyana d'estar interconnectada amb zones urbanes i industrials fa que la xarxa de reg serveixi en molts casos com a transport d'aigües residuals urbanes i industrials i per tant es rebaixi la qualitat d'aigua per a reg.

En el cas dels nuclis urbans, encara que siguin petits, es tracta d'una situació a extingir quan es conclouí el Pla de Sanejament de Catalunya que preveu recollir i depurar totes les aigües residuals urbanes. Una situació més difícil de resoldre presenta tota la zona de l'horta de Lleida amb multitud d'habitatges disseminats sense xarxa de clavegueram. Caldrà pensar en dipòsits soterrats i un servei organitzat de buidat d'aquestes.

En el cas de la indústria és preceptiu disposar, en molts dels casos, d'estació depuradora d'aigües residuals (EDARS), així com també és normativa la inspecció periòdica dels abocaments dels efluentes d'aquestes EDARS per part de l'ACA. Tot i això les canalitzacions de Pinyana reben freqüentment aigües amb fortes càrregues de diferents productes.

Sigui com sigui, aquesta és una situació a resoldre, no tan sols per que aquests abocaments disminueixen la qualitat d'aigua de reg sinó perquè poden suposar un problema per la Comunitat General de Regants ja que se li traspassa la responsabilitat tant en el cas d'un vessament agressiu com en el cas que es fes pagar a la comunitat per la càrrega contaminant dels seus desguassos.

3.5.1 QUALITAT AIGUA CAPTACIÓ

La Confederació Hidrogràfica de l'Ebre (CHE) disposa d'una xarxa d'estacions de mesura de la qualitat de l'aigua anomenada Red Integrada de Calidad de las Aguas (ICA). Aquesta xarxa realitza un control sistemàtic de la qualitat físico-química i microbiològica de les aigües superficials de tota la conca hidrogràfica del riu Ebre, mitjançant mostres mensuals en punts fixos, on es fan mesures "in-situ" i determinacions analítiques al Laboratorio de Calidad de Aguas de la Confederación, dels paràmetres de qualitat rellevants pels diferents usos de l'aigua.

La xarxa ICA disposa d'una estació, identificada amb el codi 97, situada a la dreta de la captació del Canal de Pinyana. A partir de les dades d'aquesta estació facilitades per la CHE s'ha realitzat una avaluació de la qualitat de l'aigua captada pel Canal de Pinyana al riu Noguera Ribagorçana, situada al terme Municipal de Castellonroi.

El període estudiat va d'octubre de 1980 fins a desembre de 2003. Malgrat que les anàlisis es realitzen mensualment, només s'empraran les analítiques dels mesos publicats que presentin el major nombre de dades, ja que les analítiques publicades no inclouen sempre totes les variables necessàries per a una correcta avaluació. A la Taula A3-II-1 de l'Annex 3-II es mostren només aquelles anàlisis que proporcionaven el suficient nombre de dades necessàries per poder realitzar una correcta avaluació.

La majoria dels mètodes d'anàlisi basen la qualitat de l'aigua en funció del seu contingut en sals solubles. Per alguns autors (Pizarro, F. 1985; Fuentes, J.L. 1998), quan es parla de

qualitat d'aigua de reg el més important és tractar la qualitat en relació amb la salinitat en sentit ampli, encara que la qualitat de l'aigua es defineix en funció de tres criteris:

- De la salinitat en sentit restringit
- De la sodicitat
- De la toxicitat iònica específica

Amb els índex i classificacions emprats, es pretén avaluar la possibilitat de que l'aigua de reg evolucioni en el sòl i origini determinats problemes. Aquesta evolució depèn en gran mesura del sòl i del maneig que es faci de l'aigua. El sistema de reg condicionarà també l'acció de l'aigua sobre el sòl i les plantes. El risc potencial de l'ús de l'aigua s'ha de valorar en cada cas.

Per realitzar l'avaluació de la qualitat de l'aigua de reg s'ha utilitzat la classificació de la FAO (1985) i de l'USSL (UNITED STATES SALINITY LABORATORY).

Les determinacions necessàries per a classificar l'aigua de reg són les següents:

- Conductivitat elèctrica a 25 °C
- Sòlids dissolts totals
- Cations: Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺
- Anions: CO₃⁼, CO₃H⁻, SO₄⁼ i Cl⁻
- R.A.S.: Relació d'adsorció del sodi
- PSI: Percentatge de sodi intercanviable
- Nitrogen nítric i amoniacal

Abans d'interpretar les anàlisis disponibles, s'hauran de fer unes comprovacions per verificar que no hi ha hagut errors de determinació. Aquestes comprovacions serien les següents:

- La suma de la concentració de cations expressada en meq/l haurà d'ésser aproximadament igual a la suma d'anions també en meq/l.
- Concentració de cations (meq/l) = K (80 a 110) x CE (mS/cm)

Aquestes relacions són aproximades, i això no significa que si no es compleixen s'hagi de rebutjar l'anàlisi, si no que s'ha de buscar una explicació que ho justifiqui.

3.5.1.1 Classificació segons les directrius de la FAO

La FAO ha establert unes directrius per a una primera interpretació de la qualitat de l'aigua de reg, en funció de la salinitat, permeabilitat del sòl, toxicitat iònica específica i efectes diversos. Aquestes directrius fan referència, sobretot, als efectes a llarg termini de la qualitat de l'aigua sobre la producció dels cultius, les condicions del sòl i el maneig agrícola.

Per aplicar les normes FAO, s'ha realitzat el càlcul de la Relació d'Adsorció de Sodi (R.A.S) i la Conductivitat Elèctrica de l'aigua (CE) a 25 °C.

3.5.1.1.1 Salinitat

Les sals del sòl i de l'aigua redueixen la disponibilitat d'aigua per les plantes i afecten, per tant als seus rendiments. En funció de la salinitat de l'aigua de reg aquesta presenta diferents graus de restricció segons les directrius de la FAO.

Taula 3.29. – Directrius de la FAO per avaluació dels problemes de salinització en sòls

	GRAU DE RESTRICCIÓ D'ÚS DE L'AIGUA		
	Cap	Lleuger a moderat	Sever
dS/m	<0,7	0,7 - 3	>3
mg/l	<450	450 - 2000	> 2000

Les dades de salinitat disponibles per l'estació 97 de la xarxa de l'ICA, situada prop de la captació de Pinyana, es poden veure a la Figura 3.14, mentre que els valors màxims, mínims i mitjans mensuals es mostren a la Taula 3.30. La salinitat és un dels pocs paràmetres dels que es tenen valors de gairebé tots els mesos i s'ha treballat amb totes les dades disponibles, tot i que per la resta de variables sols s'ha treballat amb les dades recollides a la Taula A3-II-1 de l'Annex 3-II.

Els valors de CE a 25° obtinguts varien entre 0,245 i 1,38 dS/m, amb un valor mitjà, en el període estudiat de 0,429 dS/m, que d'acord amb la taula anterior, no presenta cap restricció d'ús. Si es considera només el valor mitjà dels valors de salinitat dels mesos on hi ha reg, de març a setembre, aquest és encara inferior i tampoc presentarà doncs, cap restricció d'ús. El valors màxims tampoc presenten cap grau de restricció excepte en els mesos de gener i novembre, en els que presentarien restriccions lleugeres. No obstant en aquests dos mesos no hi ha reg.

Taula 3.30. – Valors de salinitat mensuals de l'estació ICA-97 de la CHE

CE 25°C dS/m	Mitjana	Màx	Min
Gener	0,464	1,149	0,311
Febrer	0,435	0,663	0,327
Març	0,427	0,554	0,289
Abril	0,418	0,625	0,310
Maig	0,432	0,613	0,316
Juny	0,419	0,559	0,300
Juliol	0,431	0,609	0,300
Agost	0,413	0,585	0,289
Setembre	0,394	0,553	0,245
Octubre	0,399	0,510	0,265
Novembre	0,451	1,383	0,300
Desembre	0,469	0,921	0,320
Annual	0,429	1,383	0,245
Mesos reg Març-Setembre	0,419	0,625	0,245

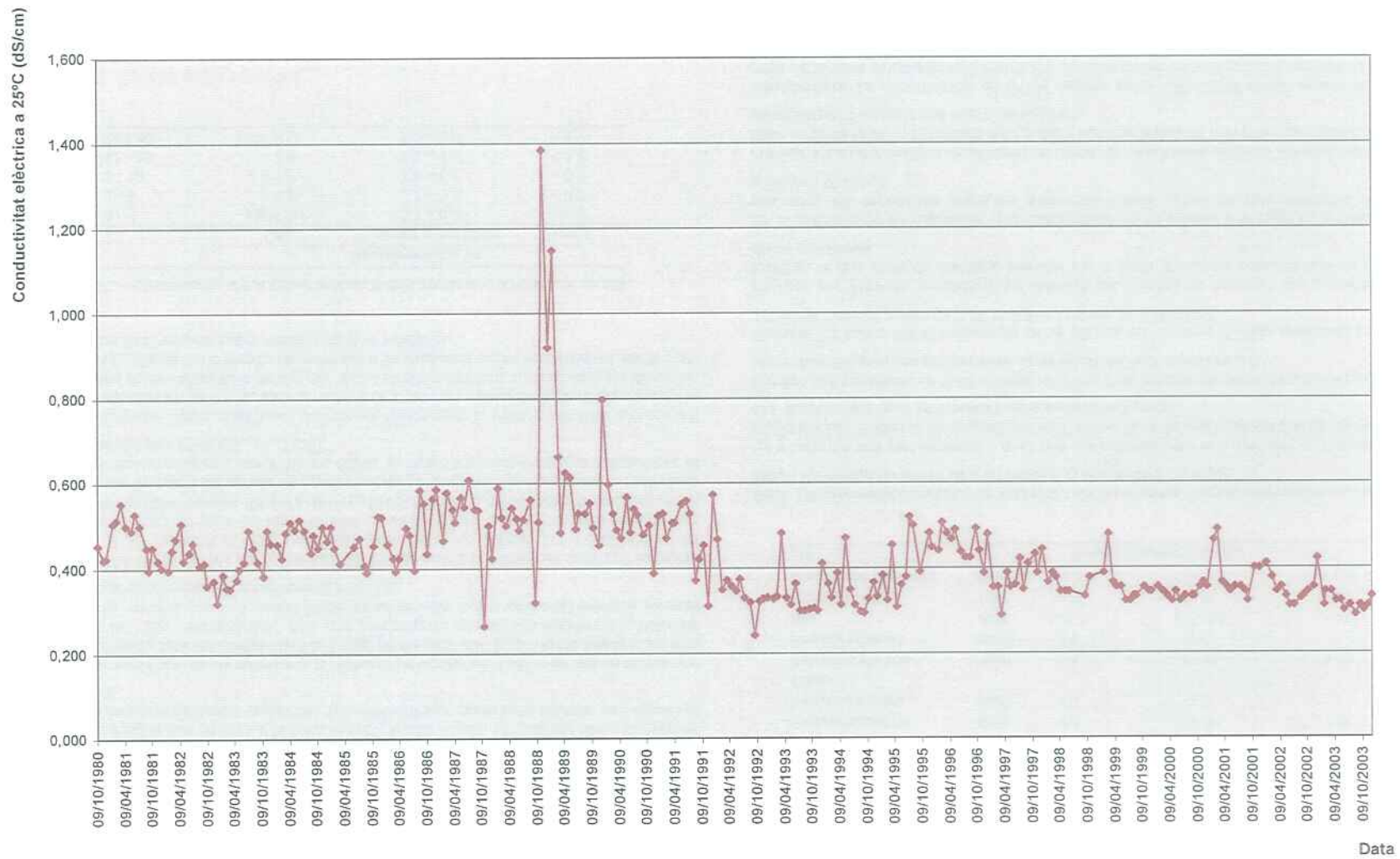


Figura 3.14. – Dades de conductivitat elèctrica de l'aigua a captació

3.5.1.1.2 Infiltració de l'aigua en el sòl.

Una baixa velocitat d'infiltració d'aigua al sòl pot comportar que les plantes no disposin de la quantitat d'aigua que requereixen però, així com en el cas de la salinitat, es redueix la disponibilitat d'aigua continguda a la zona radical, amb una infiltració deficient es redueix la quantitat d'aigua que penetra a la zona radical. A més a més, pot originar altres problemes com ara formació de crosta superficial, falta d'airejament, podridures d'arrels, etc, deguts al negament.

Fent referència només als problemes d'infiltració provocats per l'aigua de reg en la química del sòl, s'ha de tenir en compte tant el contingut de sals com la proporció relativa del sodi respecte del calci i del magnesi. Així, una concentració alta de sals augmenta la velocitat d'infiltració, mentre que una concentració baixa en sals o una proporció elevada de sodi respecte al calci i magnesi, disminueix la velocitat.

L'índex RAS té en compte els problemes d'infiltració com a resultat d'un contingut excessiu de sodi al sòl respecte al calci i magnesi, però no té en compte les modificacions del contingut de calci després del reg. Per això es va proposar l'anomenat RAS corregit que considera l'equilibri esperat després del reg. El RAS corregit pressuposa l'existència al sòl de minerals de calci i l'absència de precipitacions de magnesi. No es recomana l'utilització del RAS ajustat (proposat per FAO en 1976), ja que s'ha comprovat que sobrevalora la perillositat del sodi (Fuentes, J.L, 1998).

D'acord amb les dades analítiques de què es disposaven, la mitjana del RAS corregit del període estudiat és de 0,659, amb un mínim de 0,44 i un màxim de 1,52. D'altra banda la CE mitjana durant el període de reg era de 0,419 dS/m Per tant, d'acord amb les directrius de la F.A.O. (Taula 3.31) el grau de restricció d'ús d'aquesta aigua es considera de lleuger a moderat fins i tot pels valors màxims de RAS mostrats.

Taula 3.31. – Directrius de la F.A.O. per avaluació dels problemes d'infiltració en sòls.

	Restriccions d'ús		
	Cap	Lleuger a moderat	Sever
RAS= 0 - 3	CE> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
RAS= 3 - 6	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
RAS= 6 - 12	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
RAS= 12 - 20	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
RAS= 20 - 40	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9

3.5.1.1.3 Toxicitat iònica específica

Determinats ions continguts en el sòl o a l'aigua, s'acumulen en els cultius en concentracions suficientment altes per, si són cultius sensibles, causar danys i reduir-ne els rendiments. Un mateix contingut d'un ió específic pot comportar més o menys problemes segons el grau de tolerància cap aquest ió del conreu que s'implanti.

Les directrius per avaluar els problemes de toxicitat, es mostren a la Taula 3.32.

Taula 3.32.- Directrius per avaluar els problemes de toxicitat i altres efectes (FAO).

	Unitat	Grau de restricció d'ús		
		Cap	Lleuger a moderat	Sever
Sodi				
Reg per superfície	RAS	< 3	3 - 9	> 9
Reg per aspersió	meq/l	< 3	> 3	
Clorur				
Reg per superfície	meq/l	< 4	4 - 10	> 10
Reg per aspersió	meq/l	< 3	> 3	
Bor	mg/l	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
Nitrogen (nitrat)	mg/l	< 0,7	5 - 30	> 30
Bicarbonat (aspersió)	meq/l	< 0,7	1,5 - 8,5	> 8,5
pH		Amplitud normal: 6,5 – 8,4		

Sodi: La concentració mitjana de sodi (Na⁺) de les mostres d'aigua analitzades és de 0,97 meq/l. Presenten un mínim de 0,63 meq/l i un màxim de 2,73 meq/l.

En el cas de reg per aspersió, amb una concentració de sodi inferiors a 3 meq/l no impliquen cap problema de toxicitat per sodi, ni cap tipus de restricció pel seu ús. En aquest cas podrien apareixer problemes lleus a partir dels 3 meq/l.

En regs per superfície, un RAS corregit inferior a 3 no representa problemes. En aquest cas els problemes greus es presentarien amb valors de RAS superiors a 9.

Clorur: La concentració mitjana de clorur (Cl⁻) de les mostres d'aigua analitzades és de 1,2 meq/l, amb un mínim de 0,60 meq/l i un màxim de 6,60 meq/l.

En regs per aspersió concentracions inferiors als 3 meq/l no suposen cap problema de toxicitat, ni cap tipus de restricció pel seu ús. A partir d'aquesta concentració es poden donar problemes.

En el cas de regs en superfície, una concentració de Cl⁻ inferior a 4 meq/l no suposa cap problema. Els problemes greus es presentarien amb valors de concentracions de Cl⁻ superiors 10 meq/l.

Nitrogen: La concentració de nitrogen en forma de nitrats varia entre 0 i 3,3 mg/l, essent el valor mitjà de la sèrie estudiada de 1,6 mg/l, aquesta aigua no presenta cap restricció d'ús en qualsevol d'aquests tres valors considerats.

Bicarbonats: La concentració de CO₃H⁻ oscil·la entre 1,48 i 3,28 meq/l, essent el valor mitjà de la sèrie estudiada 1,82 meq/l. Pel cas d'aspersió foliar el grau de restricció d'ús és de lleuger a moderat pel risc de que apareguin dipòsits blanquinosos sobre les fulles.

pH: El pH de la sèrie emprada de les mostres analitzades es situa entre 7,3 i 8,4 i per tant es pot considerar dintre de l'amplitud de pH assenyalada com a normal.

3.5.1.1.4 Qualitat de l'aigua de Reg segons els Criteris de la F.A.O

En resum, i d'acord amb les directrius de la FAO, l'aigua de reg del Canal de Pinyana, no presenta cap restricció d'ús pel que fa a la possibilitat de salinització del sòl.

Pel que fa a problemes d'infiltració de l'aigua de reg al sòl, d'acord amb el RAS corregit de l'aigua del Canal de Pinyana i la seva conductivitat elèctrica, les restriccions d'ús serien de lleugeres a moderades. A igual RAS, el risc d'impermeabilització del sòl és menor com major és la salinitat de l'aigua de reg.

Finalment pel que fa referència a la toxicitat específica, es determina que en el cas del sodi i del nitrogen, no hi ha cap restricció d'ús en reg per aspersió i gravetat. En el cas dels bicarbonats, les restriccions serien de lleugeres a moderades, pel reg a aspersió foliar, on hi ha un risc moderat de danys per deposicions blanquinoses sobre les fulles. Pels clorurs no es presenten restriccions d'ús pels valors mitjans de les mostres però sí pels valors màxims que podrien comportar riscos de cremades en fulles amb el reg per aspersió, així com danys lleus per reg a tesa.

3.5.1.2 Classificació segons l'USSL

La classificació d'aigües de reg feta per l'United States Salinity Laboratory es basa en dos paràmetres, la Conductivitat Elèctrica (CE) i la Relació d'Adsorció de Sodi (RAS) de l'aigua de reg. Suposa a més, que l'aigua s'utilitzarà en condicions mitjanes de textura del sòl, infiltració, drenatge, dotació d'aigua de reg, clima i tolerància dels conreus a les sals.

Com s'ha esmentat anteriorment, l'aigua de captació analitzada té una CE mitjana durant el període de regs de 0,419 dS/m (419 µmho/cm) i un RAS mitjà de 0,659. D'acord amb aquests paràmetres, l'aigua es considera de classe **C2-S1**. Es tracta doncs, d'una aigua amb un risc de salinitat mitjà que pot utilitzar-se sempre que es produeixi un correcte grau de rentat i s'utilitzi per produir conreus moderadament tolerants a la salinitat. Aquesta mateixa classe és la que s'obté si es consideren els valors màxims de RAS i de salinitat en el període de reg.

En quant al perill del sodi, que amb un alt contingut en l'aigua de reg pot induir elevats valors de Percentatge de Sodi Intercanviable (PSI) en el sòl, amb la conseqüent pèrdua d'estructura i infladura, és una aigua d'un baix contingut de sodi, i pot emprar-se pel reg en quasi tots els sòls, vigilants en cas de conreus sensibles.

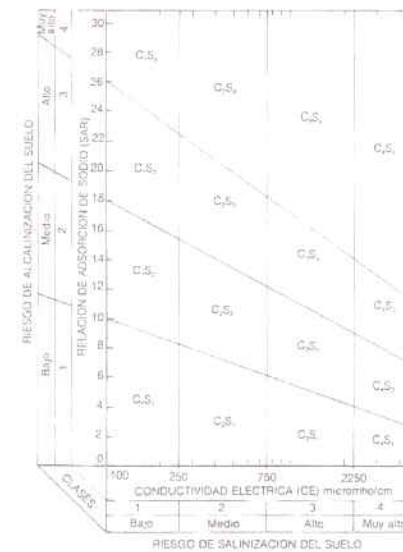


Figura 3.15. – Diagrama d'avaluació de la qualitat de l'aigua de reg segons els criteris USSL

3.5.2 QUALITAT DE L'AIGUA DE LA XARXA

Tal com ja s'ha dit, la qualitat dins la xarxa de reg varia en funció de la situació de cada artèria i els aportats d'aigües reutilitzades o abocaments que rep. Per tal d'avaluar aquestes variacions, s'estudien tot seguit les dades facilitades per la Comunitat General de Regants del Canal de Pinyana que corresponen a les analítiques de mostres preses pel seu cos tècnic en 7 punts de la xarxa, un cop l'any, durant els anys 2.002, 2.003 i 2.004.

Els punts mostrejats es mostren gràficament a la Figura 3.16, mentre que la Taula 3.33 indica la conducció a la que corresponen i els valors mitjans i màxims de Conductivitat Elèctrica i RAS de cadascun. Els resultats de les analítiques es mostren a les Taules de la A3-II-2 a la A3-II-20 de l'Annex 3-II.

A l'hora de fer comparacions entre els resultats de les diferents anàlisis de l'aigua a captació i les analítiques de la xarxa, cal tenir en consideració en primer lloc, que les anàlisis han estat realitzades per laboratoris diferents, i que per tant poden existir diferències entre elles i en segon lloc, que no hi ha coincidència en el temps en els mostres, ja que mentre que en el cas de l'aigua a captació es disposava d'una analítica mensual dels anys 1.980 al 2.003, en el cas de l'aigua de la xarxa es disposa d'una analítica anual dels anys 2.002, 2.003 i 2.004.

Taula 3.33. – Punts de mostratge i conducció analitzada. Mitjanes i valors màxims de CE i RAS.

Punt mostratge	Llera	CE (25° C) dS/m		RAS corretgit	
		Mitjana	Màxim	Mitjana	Màxim
Inici Canal	Canal Principal	0,340	0,355	0,406	0,506
Angles Rosselló	Canal Principal	0,342	0,355	0,403	0,438
Angles Torrefarrera	Canal Principal	0,345	0,357	0,378	0,448
Bassa S. Del Cap	Séquia del Cap	0,384	0,419	0,569	0,640
Séquia Adall	Corbins	0,442	0,447	0,588	0,694
Torre-serona	Torre-serona	0,846	0,900	3,934	4,026
Cadireta	Clamor Bosch	0,443	0,447	0,699	0,749

En general es pot observar com la qualitat de l'aigua transportada decreix de nord a sud i d'oest a est, essent aquesta última direcció la que més influeix en la variació. Els tres punts de mostratge del canal principal són els que presenten una millor qualitat, mentre que el punt de Torre-serona és el que presenta la pitjor, amb considerables limitacions d'ús en alguns paràmetres.



Figura 3.16.– Punts de mostratge a la xarxa.

3.5.2.1 Classificació segons les directrius de la FAO

Pel que fa a la classificació FAO respecte al risc de salinització del sòl amb l'aigua de reg i d'acord amb els resultats analítics obtinguts, només l'aigua de Torre-serona, amb una CE mitjana de 0,846 dS/m, presentaria un grau de restricció d'ús de lleuger a moderat, mentre que l'aigua de les altres lleres no presentaria cap restricció per a l'ús.

D'altra banda, respecte el risc de tenir problemes d'infiltració per l'ús continuat de l'aigua de reg, els criteris FAO estableixen que les aigües de tota la xarxa presenten restriccions d'ús lleugeres i moderades.

Les mostres d'aigua analitzades no presenten restriccions d'ús per toxicitat específica d'ió sodi, clorur, bor a excepció de les mostres de Torre-serona on les restriccions d'ús per toxicitat d'ió són lleugeres. El risc de deposicions blanques en fulla, en el reg per aspersió, a causa dels bicarbonats porta a restriccions, en l'ús de l'aigua, de lleugeres a moderades en tots els punts, d'entre els que destaca Torre-serona pels elevats valors de concentració de bicarbonats, situats a la part alta d'aquest interval de classificació FAO, ja propers a l'interval de restriccions severes.

Menció a part mereixen els nitrats, que presenten diferents graus de restricció segons els punts de mostratge i els diferents anys mostrejats. Com que hi ha molta variabilitat entre els tres anys de dades disponibles per cada punt, els nitrats s'avaluaran resultat a resultat, sense treballar amb mitjanes. Així doncs, els tres punts de mostratge situats sobre el canal principal no presenten cap tipus de restricció en cap dels tres mostratges fets a cadascun d'ells. En el cas dels punts de mostratge de la séquia del Cap i de la clamor del Bosc, en un dels anys mostrejats, 2002 i 2004 respectivament, s'obtenen valors de concentració de nitrats que comporten restriccions lleugeres en l'ús de l'aigua per reg. En el cas de Corbins i Torre-serona totes les mostres analitzades presenten restriccions lleugeres o moderades a excepció d'un dels anys a Torre-serona on les restriccions són severes, ja que la concentració de nitrats és de 70 mg/l. A banda de constatar que aquests dos punts presenten habitualment lleus restriccions per l'ús de l'aigua, l'excepcional valor de l'any 2002 constata la realitat dels abocaments incontrolats a les conduccions de Pinyana que suposen un important greuge per la Comunitat General i pels usuaris de la xarxa.

Finalment el pH de totes les mostres es troba dins del rang admissible, situat a la banda alta de l'interval, però sense presentar cap restricció en l'ús de l'aigua per a reg.

3.5.2.2 Classificació segons l'USSL

D'acord amb la classificació USSL, basada en la CE i en el RAS, l'aigua del Canal Principal, en els 3 punts de mostratge, de la Séquia del Cap, de Corbins i de la Clamor de Bosch, pot considerar-se de la classe C2-S1. Es tracta doncs d'una aigua amb un risc de salinització del sòl mig i un risc d'alcalinització del sòl baix. L'aigua de Torre-serona, en canvi, es consideraria de classe C3-S1, és a dir amb un alt risc de salinització del sòl i amb un risc d'alcalinització del sòl baix.

3.5.3 RECOMANACIONS MANEIG DE L'AIGUA

3.5.3.1 Salinitat

L'aportació de sals amb l'aigua de reg a un sòl, pot provocar una salinització anomenada secundària deguda a l'evolució d'aquestes sals a la matriu del sòl. Aquesta evolució depèn en gran mesura del tipus de sòl i del maneig que se'n faci de l'aigua mentre que la magnitud de l'acumulació de sals en el sòl depèn, a més a més d'aquests dos factors de la qualitat de l'aigua de reg i de l'eficiència del drenatge.

L'ús d'una determinada aigua pel reg porta, a llarg termini, un equilibri entre la salinitat de l'aigua i la del sòl. Per obtenir unes correctes produccions s'ha d'aconseguir que la salinitat del sòl en el punt d'equilibri, no limiti la producció dels conreus. Aquest equilibri depèn de diversos factors, l'aigua de reg, el clima, el tipus de sòl, etc on el principal és la qualitat de l'aigua de reg.

Pel que fa salinitat, als apartats anteriors s'ha comprovat com l'aigua de captació i dels punts de mostreig de la xarxa de Pinyana no presenten restriccions d'ús per possibles problemes de salinitat a excepció del punt de mostreig de Torre-serona on la restricció és moderada.

Per tal que en aquests casos on es poden presentar, a llarg termini problemes per acumulació al sòl de sals aportades per l'aigua de reg, es pugui arribar al potencial màxim de rendiment és recomanable:

- L'aplicació de dosis de reg addicionals per efectuar un rentat de sals de la zona radicular.
- Tenir una xarxa de drenatge eficient que permeti eliminar les sals, ja que si no és així ascendiran un altre cop per capil·laritat fins la zona radicular.
- Realitzar regs freqüents a baixes dosis.
- Emprar els sistemes de reg que millor s'adapten davant els problemes de salinització, com el reg per aspersió i el reg localitzat.
- L'elecció de cultius que siguin tolerants a la salinitat

3.5.3.2 Càlcul de la fracció de rentat o requeriment de lixiviació.

AIGUA DE CAPTACIÓ

S'han aprofitat les dades de salinitat disponibles per avaluar quina fracció de l'aigua de reg s'ha de lixiviar per mantenir la salinitat del sòl en uns marges acceptables.

Les necessitats de rentat són diferents pel cas de reg per gravetat i reg per aspersió de baixa freqüència que pel cas de goter o aspersió d'alta freqüència, essent superiors pels dos primers sistemes. En reg per gravetat i aspersió de baixa freqüència, els requeriments de lixiviació poden obtenir-se a partir de l'expressió,

$$R.L.Neta = \frac{CEa}{5 \cdot CEe - CEa}$$

on:

C_e : és la conductivitat elèctrica de l'aigua de reg. [dS/m]

CE_e : és la conductivitat elèctrica de l'extracte de saturació del sòl, pel qual el descens és un % que s'imposa com objectiu a aconseguir. [dS/m]

Dels conreus de regadiu més àmpliament cultivats a la zona, les espècies més sensibles a la salinitat són en arbres fruiters, la pomera, la perera i el presseguer i el blat de moro en el cas de cultius extensius. En tots els conreus que es poden trobar a la zona, valors de CE_e superiors a 1,5 dS/m, podrien produir descensos en el rendiment del cultiu. Amb aquests paràmetres els requeriments de lixiviació nets són del 5,92%.

$$R.L. Neta = \frac{0,419}{5 \cdot 1,5 - 0,419} = 0,0592$$

S'ha de tenir en compte però, l'eficiència de rentat, que pot variar des del 100% en sòls arenosos, fins el 30% en sòls argilosos de fàcil dilatació. D'acord amb això es calcularan els requeriments de lixiviació reals o bruts,

$$R.L. Bruta = \frac{R.L. Neta}{f}$$

on:

f : és l'eficiència de la neteja de les sals segons el tipus de sòl. [%]

Els sòls més comuns a la zona de l'ARCP presenten textures franques, amb una eficiència de neteja de sals del 50 %, pel que resulten necessaris, de mitjana, uns requeriments de lixiviació bruts del 11,84%.

Al avaluar els requeriments de lixiviació s'ha de tenir en compte si la pèrdua d'aigua per percolació profunda és suficient per satisfer aquest requeriment. Si considerem que els regs per aspersió i degoteig tenen respectivament, una eficiència del 85 i 90% això vol dir, que el 15 i el 10% de l'aigua de reg servirà per fer el rentat de sals.

Degut a la varietat de cultius existents a l'ARCP, s'ha calculat també quina seria la dosi de rentat necessària per a cada un d'ells considerant que el sòl presenta una textura franca. Els resultats de les diferents dosis de reg es mostren a la Taula 3.34.

Taula 3.34.- Dosis de rentat per als diferents cultius existents a l'ARCP.

Cultiu	CEe (0%)*	RL neta	RL real	
			Franc=0,5	%
Blat	6	0,0142	0,028	2,834
Ordí	8	0,0106	0,021	2,118
Blat de moro	1,7	0,0519	0,104	10,376
Alfals	2	0,0438	0,088	8,751
Soja	5,5	0,0155	0,031	3,096
Presseguer	1,7	0,0519	0,104	10,376
Prunera	1,5	0,0592	0,118	11,841
Albercoquer	1,6	0,0553	0,111	11,060
Olivera	2,7	0,0320	0,064	6,410
Ametller	1,5	0,0592	0,118	11,841
Noguer	1,7	0,0519	0,104	10,376
Patata	1,7	0,0519	0,104	10,376
Vinya	1,5	0,0592	0,118	11,841
Pebrots	1,5	0,0592	0,118	11,841
Tomata	2,5	0,0347	0,069	6,940
Pomera	1,7	0,0519	0,104	10,376
Perera	1,7	0,0519	0,104	10,376

* CEe (0%) representa el valor de salinitat de l'aigua de reg a 25°C, expressada en dS/m, per sobre del qual hi comença a haver pèrdues de rendiment en el conreu.

AIGUA DE LA XARXA

S'ha calculat, per cada conducció, la dosi de rentat corresponent per avaluar quina fracció de l'aigua de reg s'hauria de lixiviar per tal de mantenir la salinitat del sòl dins d'uns marges acceptables. Tal com s'ha esmentat anteriorment els requeriments de lixiviació s'han obtingut a partir de l'expressió,

$$R.L. Neta = \frac{CEa}{5 \cdot CE_e - CEa}$$

Dels conreus de regadiu més àmpliament cultivats a la zona, les espècies més sensibles a la salinitat són en arbres fruiters, la pomera, la perera i el presseguer i el blat de moro en el cas de cultius extensius. En tots els conreus que es poden trobar a la zona, valors de CE_e superiors a 1,5 dS/m, podrien produir descensos en el rendiment del cultiu. Amb aquests paràmetres els requeriments de lixiviació nets i bruts, per a cada punt de mostratge, es mostren a la Taula 3.35.

Taula 3.35. – Dosis de lixiviació netes i brutes per a cada punt de mostratge pels cultius més sensibles a la salinitat.

Punt mostratge	Conducció	RL nets (%)	RL reals (%)
Inici Canal	Canal Principal	4,7%	9,5%
Angles Rosselló	Canal Principal	4,8%	9,6%
Angles Torrefarrera	Canal Principal	4,8%	9,6%
Bassa S. Del Cap	Séquia del Cap	5,4%	10,8%
Séquia Adall	Corbins	6,3%	12,5%
Torre-serona	Reguer Cadireta	12,7%	25,4%
Cadireta	Clamor Bosch	6,3%	12,6%

Per a calcular els requeriments de lixiviació reals s'ha considerat, com en el cas anterior, que els sòls de la zona són majoritàriament francs, amb una eficiència del 50%. Cal destacar el cas de Torre-serona, amb una fracció de rentat del 25,4%, molt superior a la resta, i que ni en el cas de reg per aspersió ni en el de reg per degoteig, es veurien cobertes per la ineficiència del sistema, sinó que s'hauria de fer una aportació d'aigua extra pel rentat de sals. En els casos de Corbins i la Cadireta només caldria fer un petit aport d'aigua pel rentat de sals pel reg a goter, mentre que en la resta de casos la ineficiència d'aplicació del sistema de reg ja cobreix les necessitats de rentat de sals.

A la Taula 3.36 es mostra la superfície regada per cadascuna de les conduccions esmentades a la Taula 3.35.

Taula 3.36. – Superfície (ha) regada per cada conducció.

Conducció	Superfície regada (ha)
Canal Principal	10.950,80
Séquia del Cap	2.686,31
Séquia Adall	865,30
Reguer Cadireta	388,40
Clamor Bosch	428,14

3.5.3.3 Infiltració

La velocitat d'infiltració d'aigua al sòl ve donada per les seves característiques físiques i químiques. En aquest punt no es tracten els problemes de sòls amb una deficiente textura constitutiva, sinó aquells que presenten problemes d'alteració de composició química degut a un aport continuat de sals sòdiques, que pot arribar a alterar les seves propietats físiques. Els ions calci i magnesi mantenen estable l'estructura del sòl, mentre que el sodi la destrueix de tal manera que s'obturen els porus per la dispersió dels agregats del sòl en partícules més petites.

D'acord amb la classificació FAO, l'aigua de captació del Canal de Pinyana i de la resta de la xarxa, presenta de lleugeres a moderades restriccions d'ús pel que fa a impermeabilització del sòl. Això requereix tenir cura tant en la selecció dels cultius com en les alternatives de maneig, per arribar al potencial màxim de rendiment.

Per tal de prevenir o retardar els problemes d'infiltració deguts a la baixa qualitat de l'aigua es poden emprar els següents procediments.

- Regs freqüents a dosis baixes.
- Mescla amb aigües de millor qualitat
- Ús de sistemes de reg que minimitzen la problemàtica com l'aspersió, indicat per sòls de textura lleugera, o el degoteig, que s'adapta millor als sòls argil·losos.
- Incorporació de matèria orgànica al sòl per millorar-ne l'estructura i, per tant la infiltració.
- Incorporació d'altres esmenes que rectifiquin la composició química de l'aigua o al sòl.

3.5.3.4 Toxicitat

La minimització de la toxicitat per ions passa per pràctiques similars a les emprades per evitar la salinització, principalment el rentat de sals.

Els ions clorur, sodi i bor són els més perjudicials. En el cas del clor la fracció de rentat requerida és la mateixa que la calculada pel rentat del total de sals. L'ió sodi requereix major fracció de rentat per RAS superiors a 9, que no és el cas de cap de les mostres disponibles de l'aigua de Pinyana. L'ió bor requereix el triple de fracció de rentat que el total de sals, però a les aigües de Pinyana aquest ió no presenta cap mena de restricció.

En el cas del reg per aspersió, les deposicions en fulla són tòxiques en alguns casos i en fruit en deprecien el seu valor comercial. Per tal de minimitzar aquest efecte és convenient,

- Regar de nit per minimitzar l'evaporació
- Evitar el reg amb vent i no emprar aspersió en zones on el vent és freqüent
- Emprar aspersors que no pulveritzin excessivament l'aigua
- Donar una velocitat de gir a l'aspersor superior a 1 rpm per poder rentar les acumulacions en fulla.
- En el cas de fruiter, regar per sota del nivell de la capçada per minimitzar el fullatge mullat durant el reg.

3.5.4 PROBLEMÀTIQUES PER REG AMB AIGUA DE BAIXA QUALITAT

3.5.4.1 Agronòmica

La reutilització d'aigües d'escolament i residuals comporta l'ús d'una aigua de qualitat inferior que presenta tres problemàtiques principals.

3.5.4.1.1 Salinitat

Tal com ja s'ha dit, l'aigua reutilitzada serà de menor qualitat que l'aigua que prové directament del canal. Això és degut a que la seva concentració salina haurà augmentat considerablement ja que durant el primer reg aquesta haurà dut a terme el rentat de les sals del sòl i dels adobs, especialment els nitrogenats.

D'altra banda l'aigua residual fruit de l'ús domèstic augmenta el seu contingut de sals entre 150-400 mg/l, moltes d'elles no eliminables amb els actuals processos de depuració (Ramos, et al)

A l'estudi dut a terme per Armengol, Cots, Barragán i Pascual "Qualitat d'aigua a l'aqüífer al·luvial de la zona regada pels Canals d'Urgell" fet pel Departament d'Enginyeria Agroforestal de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària Universitat de Lleida i l'Agència Catalana de l'Aigua es van mostrejar 30 pous al llarg de 17 mesos i es va poder detectar un augment de la salinitat coincidint amb les èpoques immediatament posteriors a l'adobat (abril-juliol), principalment s'hi detectaren nitrats.

El grau mitjà de salinitat detectat, expressat com a valors de conductivitat elèctrica, fou d'entre 1 i 1,4 dS/m que, segons els criteris FAO, representen limitacions lleugeres o moderades pel seu ús, és a dir que es requereix un maneig especial d'aquestes aigües. En alguns pous i en determinats mesos s'arriben a detectar valors punta de 3 dS/m que en limiten severament el seu ús.

Així doncs, l'aigua reutilitzada augmentarà el risc de salinització del sòl i comportarà una davallada de productivitat dels conreus més o menys important segons la seva sensibilitat. Per tal d'evitar-ho s'aplicarà un fracció de rentat superior a la del primer reg que farà que el segon reg resulti molt menys eficient que el primer. Si a això hi afegim el fet que durant el transport de les aigües de drenatge es produeixen pèrdues, ja que es fa fins i tot per cursos fluvials oberts i no revestits, aquest maneig del reg resulta menys eficient que un reg directe dels canals.

És a dir, amb la mateixa dotació de la que es disposa, un reg directe des de canal a tota la superfície, fet de manera eficient, aportaria una fracció neta disponible per les plantes superior a la que s'aporta actualment.

Cal tenir en compte que a la zona en estudi l'aigua és el principal factor limitant de la producció si exceptuem els anys on es donen condicions meteorològiques excepcionalment adverses (gelades, pedregades.....).

3.5.4.1.2 Control UF aplicades

Una altra de les principals problemàtiques que presenta la reutilització d'aigües d'escolament o residuals és la poca capacitat de control de les UF aportades amb el reg, ja que la concentració de nutrients de les aigües a reutilitzar pot variar i es requeriria d'anàlisis a cada reg per garantir una quantitat correcta d'adobat que no representés carències ni toxicitats pels conreus.

La variació estacional de les concentracions de nutrients a l'aigua pot no coincidir amb la variació de requeriments nutricionals i hídrics del conreu en funció del seu estadi. A més a més no es poden deslligar els aports d'aigua dels de nutrients, de tal manera que el reg amb aigües riques en nutrients pot resultar poc recomanable com en el cas en que una planta es trobi en una fase que no requereix importants aports nitrogenats, ans al contrari li

resulten perjudicials si són en quantitats considerables, i en canvi tingui elevats requeriments hídrics.

3.5.4.1.3 Obturacions

Un altre efecte no desitjat de la reutilització d'aigües és el risc d'obturació dels emissors en el cas del reg localitzat (goter o microaspersor). Aquestes obturacions poden ser degudes a l'elevada quantitat de sòlids en suspensió que contenen i pel creixement de microorganismes. Per evitar-ho es requereixen importants filtracions i cloracions respectivament, que augmenten el cost de les infraestructures tant en la seva implantació com en la seva explotació i manteniment.

3.5.4.2 Sanitària

L'ús per al reg d'aigua provinent d'escolament pot provocar bàsicament dos tipus de problemàtiques sanitàries importants: la contaminació per microorganismes i per substàncies tòxiques.

3.5.4.2.1 Contaminació per microorganismes de les aigües reutilitzades per reg

Actualment aquests cursos fluvials reben les aigües residuals urbanes de petits nuclis que encara no han estat sanejats pel "Programa de Sanejament d'Aigües Residuals Urbanes a Catalunya". D'aquesta manera es posen en contacte les aigües de reg reutilitzades amb importants quantitats de microorganismes, alguns dels quals poden ser agents patògens. Tot i que aquesta situació millorarà quan s'apliqui el Programa de Sanejament de Catalunya per nuclis de menys de 2.000 habitants amb la posada en funcionament d'EDAR's, no cal oblidar que l'efluent continuarà contenint importants quantitats de microorganismes ja que el pla no inclou tractaments terciaris de desinfecció per petits nuclis.

A més a més cal esperar que no es canviï sensiblement el punt d'abocament, ja que la depuradora s'acostuma a situar al final de la xarxa existent de clavegueram pel gran cost econòmic que suposaria canviar la posició del clavegueram de la població, en cas que això fos tècnicament viable.

Una planta de tractament d'aigua residual ben gestionada pot reduir les concentracions de microorganismes patògens en molts ordres de magnitud. No obstant això, la dificultat per assegurar una eliminació completa i continua d'aquests microorganismes fa que no pugui descartar-se la possibilitat de transmissió de malalties a través de la reutilització.

Durant els últims decennis, el nombre de microorganismes patògens presents en l'aigua residual dels països desenvolupats ha minvat considerablement a causa de les millores en el sanejament i de la utilització d'antibiòtics. No obstant això, el nombre de patògens presents en l'aigua residual durant un brot epidèmic augmenta apreciablement. Els principals agents infecciosos per a l'home i els animals que poden trobar-se en l'aigua residual bruta poden classificar-se en tres grans grups: els bacteris, els paràsits (protozous i helmints) i els virus.

El perill principal de l'ús de l'aigua residual, fins i tot un cop recuperada, és, a curt termini, l'augment d'exposició de la població als patògens i substàncies tòxiques. A llarg termini pot ser l'acumulació de determinats elements o compostos en plantes i productes de consum, que poden afectar l'home o els animals.

La possibilitat de contacte amb agents perillosos per a la salut-població no és deguda només a la ingestió d'aigua residual depurada o al contacte amb pell i mucoses. En els sistemes de reutilització poden resultar afectades diverses matrius ambientals entre les quals cal destacar l'aire, les aigües subterrànies, el sòl i els vegetals.

Al document "Prevenició del risc sanitari derivat de la reutilització d'aigües depurades com a aigües de reg", editat per la Direcció General de Salut Pública del Departament de Sanitat de la Generalitat de Catalunya al 1.994 es recullen diferents estudis epidemiològics a nivell mundial que constaten el risc sanitari que suposa l'ús aigües depurades.

Els estudis realitzats sobre els efectes sanitaris associats amb el reg amb aigües residuals demostren clarament que molts tipus de microorganismes patògens estan presents en concentracions elevades en l'aigua residual sense tractar o parcialment tractada i poden sobreviure durant dies, setmanes i fins i tot anys en el sòl i en els conreus que han estat en contacte amb l'aigua residual.

Aquests estudis conclouen que es pot establir evidència, que la transmissió de certes malalties s'associa a l'ús d'aigua en els casos de:

- ↳ L'aigua residual aplicada a conreus comestibles o pastures que causa malalties en les persones que ingereixen els vegetals i/o carn i llet d'animals de pastura.
- ↳ L'aigua residual utilitzada en agricultura que causa malalties a treballadors agrícoles en contacte amb els sistemes de reg.
- ↳ L'aigua usada en agricultura que causa malalties a les poblacions properes no agrícoles, incloent-hi contactes familiars dels treballadors i població exposada a aerosols.

Així doncs seria recomanable evitar l'ús d'aquestes aigües per a reg o com a mínim fer-ne anàlitzes completes i periòdiques per tal de comprovar que no es sobrepassen els límits recomanats en les normatives i recomanacions citades més avall.

3.5.5 RECOMANACIONS I NORMATIVA APLICABLES A L'ÚS D'AIGÜES REUTILITZADES

S'ha fet una recopilació de normatives i recomanacions disponibles. Totes elles consideren la reutilització d'aigua depurada o regenerada com a aigua de reg per agricultura o usos recreatius.

3.5.5.1 Organització Mundial de la Salut

L'Organització Mundial de la Salut va publicar les "Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture: Measures for public health protection". En aquestes es reflecteixen els resultats del "First Project Meeting on the Safe Use of Human Wastes in Agriculture and Aquaculture" celebrat a Engelbert (Suïssa) al 1.985 on es van formular les "Engelberg Guidelines for the Microbiological Quality of Treated Wastewater Intended for Crop Irrigation".

L'objectiu d'aquestes recomanacions és garantir un ús segur, des del punt de vista sanitari, de les aigües residuals i les excrecions a l'agricultura de tal manera que es protegeixi la salut dels treballadors del camp i dels consumidors dels productes conreats.

Tot i que l'Àrea Regable del Canal de Pinyana es troba en una zona desenvolupada, lliure de les principals malalties causants d'epidèmies, no es pot deixar de respectar la mínima càrrega contaminant microbiològica recomanada per l'OMS. Aquesta varia segons l'ús de l'aigua de reg, un cop tractada, i és,

Ús	Pnemàtodes intestinals (Ous viables/l)	Coliformes fecals (CF/100 ml)
Reg d'arbres, cereals, farratges, conreus industrials, arbres fruiters i gespes no accessibles pel públic.	≤ 1	No recomanació
Conreus comestibles en cru, camps d'esports, jardins i parcs públics	≤ 1	<1.000
Gespes on el públic hi entra reiteradament en contacte: piscines, hotels...	≤ 1	<200

Els límits de microorganismes establerts corresponen a la mitjana aritmètica dels diferents mostrejors.

A més a més s'especifica:

- ↳ No fer aplicacions amb el sistema d'aspersió excepte per pastures i farratgeres en cas d'aigües que no compleixin els criteris d'Engelber.
- ↳ No regar per inundació les horticoles
- ↳ El reg pel subsòl és el que presenta majors garanties sanitàries, al mateix temps que és el més exigent en tractaments d'aigua per tal d'evitar obturacions dels petits forats emissors.

3.5.5.2 Food and Agriculture Organization of United Nations

La FAO també ha fixat les seves directrius de qualitat mínima per aigua de reg reutilitzada "Wastewater treatment and use in agriculture" FAO irrigation and drainage. Paper 47. Es marquen paràmetres de qualitat relacionats amb la protecció de la salut humana i paràmetres d'importància agronòmica relacionats amb la productivitat del conreu.

En el cas d'aquests segons, els estàndards de qualitat són els mateixos que per qualsevol altre tipus d'aigua on el seu ús ve limitat pel risc de salinitat, sodicitat i toxicitat per ió específic que pot comportar aquest ús. A banda d'això es fan recomanacions pel correcte maneig com ajustar les unitats de fertilitzants aportades, incloses les de l'aigua de reg, la fracció de rentat necessària pel rentat de les sals, la selecció de varietats no salino-sensibles, etc...

En el cas de la qualitat vinculada al risc sanitari, la FAO recull i amplia els criteris de la OMS. Cal destacar que en tots els casos es parla d'aigua residual tractada.

Ús	Coliformes fecals (CF/100 ml)	
	Pnemàtodes intestinals (Ous viables/l)	1 mostra
Reg localitzat de conreus de cereal, industrials, farratges, pastures i arbres.	No restricció	No restricció
Reg no localitzat de conreus de cereal, industrials, farratges, pastures i arbres ⁽¹⁾	≤ 1	No restricció
Reg de vegetals per consum en cru, camps d'esports i gespes accessibles al públic.	≤ 1	≤ 1.000
Gespes on el públic hi entra reiteradament en contacte: piscines, hotels...	≤ 1	≤ 200

⁽¹⁾ En el cas dels arbres fruiters l'irrigació amb aigua depurada ha d'aturar-se un mínim de dues setmanes abans de la collita i no es podrà recollir cap fruit de terra. Es desaconsella l'ús d'aspersió.

Ús	Coliformes fecals (CF/100 ml)	
	Mitjana	1 mostra
Reg superficial de fruiters i vinya	No restricció	No restricció
Gespes inaccessibles pel públic i camps de golf	< 23	No restricció
Reg superficials de conreus on no es mulla la part comestible	< 2,2	No restricció
Reg per aspersió de conreus per consum en cru. Gespes accessibles al públic	< 2,2	<23

3.5.5.3 Environmental Protection Agency

L'agència nordamericana per la protecció del medi ambient empra els estàndards de l'estat de Califòrnia detallats més avall i realitza estudis en els que corrobora que l'aigua depurada que compleix les restriccions californianes no causa problemes pel seu ús.

3.5.5.4 California Department of Health Services

El California Department of Health Services, Sacramento, va publicar l'any 2.000 la normativa de qualitat d'aigua anomenada "Water recycling criteria California code of regulations. Title 22, division 4, cap. 3". Aquesta és una normativa molt restrictiva i en la que s'inspiren la major part de les actuals normatives

Ús	Coliformes fecals (CF/100 ml)	
	Mitjana	1 mostra
Reg superficial de fruiters i vinya	No restricció	No restricció
Gespes inaccessibles pel públic i camps de golf	< 23	No restricció
Reg superficials de conreus on no es mulla la part comestible	< 2,2	No restricció
Reg per aspersió de conreus per consum en cru. Gespes accessibles al públic	< 2,2	< 23

3.5.5.5 Ministerio de Fomento. CEDEX

El Ministerio de Fomento va redactar, a través del CEDEX, un esborrany de normativa sobre reutilització d'aigües residuals regenerades pels usos que impliquen contacte directe amb el públic.

El document de referència es cita com, CEDEX (2.000). "Propuesta de normativa de calidades mínimas exigidas para la utilización directa de efluentes depurados". Ministerio de Fomento. Borrador de Normativa (versión 25 enero 2.000), però en no ser una normativa en vigor no s'ha pogut consultar directament sinó que s'ha trobat citat per diferents autors.

Ús	Pnemàtodes intestinals (Ous viables/l)	Coliformes fecals (CF/100 ml)	Estreptococs fecals (CF/100 ml)
	Usos amb contacte directe amb el públic	≤ 1	≤ 10

Tot i no ser tant restrictiu com la normativa californiana, aquest document, representa un gran pas endavant respecte a les altres normatives de referència emprades fins ara com a criteris de bona pràctica: OMS, FAO... Aquest nivell de qualitat sanitària només es pot aconseguir depurant amb un tractament terciari de filtració i desinfecció a partir d'un efluent secundari o bé a partir de grans dilucions.

3.5.5.6 Departament de Sanitat de la Generalitat de Catalunya

La Direcció General de Salut Pública del Departament de Sanitat va publicar al 1.994 la guia "Prevenió del risc sanitari derivat de la reutilització d'aigües depurades com a aigües de reg".

En aquesta publicació, a més a més de fer un recull d'estudis epidemiològics i de legislació aplicada a diferents llocs del món, es detallen recomanacions i criteris sanitaris d'ús d'aigua ja depurada com a aigua de reg a Catalunya.

Cal fer esment en el fet que es tracta de recomanacions per aigua depurada, amb o sense dilució, mentre que actualment a l'Àrea Regable del Canal de Pinyana es reutilitza aigua sense depurar provinent de l'escolament del propi reg i d'aigües residuals urbanes.

Aquestes recomanacions són:

- Treballadors
 - Cal prendre mesures adients per a garantir la protecció dels treballadors en les zones de reutilització. És molt important que aquests treballadors coneguin en profunditat els perills sanitaris i no oblidin les normes de seguretat.
 - Es recomana que tots els treballadors que entrin en contacte amb l'aigua residual recuperada durant la seva jornada de treball es canviïn la roba i es rentin perfectament un cop acabada la feina aquesta i abans de deixar la zona d'ús.
 - Cal anar amb compte perquè el menjar que es porti a la zona d'ús no es contami ni cal no portar menjar a les zones que encara estiguin humides després de l'ús. Cal pensar també que els treballadors han de tenir accés fàcil a aigua segura per a beure. Aquesta aigua ha de ser portada en contenidors segurs i protegits del contacte amb l'aigua recuperada o la pols. Tant els recipients de l'aigua com els de menjar no s'han de deixar directament a terra.
- Terceres persones
 - Cal prendre les precaucions necessàries per assegurar que l'aigua recuperada no sigui posada en contacte amb la gent, no assoleixi les vies de pas, camins, fonts d'aigua potable, embassaments o dipòsits o zones que no estiguin sota el control de l'usuari.
 - S'establirà una zona amortidora (mínim de 100 m al primer habitatge) i tallavents. No hi haurà hospitals, escoles... a distàncies inferiors als 500 m de la instal·lació de reg.
 - Pel que fa als vianants i els veïns dels habitatges propers a la zona d'aplicació, cal preveure mitjans adients d'informació. Aquesta informació ha d'incloure senyals ben visibles en la zona de reg, els quals han de dir clarament que l'aigua que s'està fent servir a la zona és aigua recuperada a partir d'aigua residual.
 - Totes les vàlvules, sortides i/o caps d'aspersor haurien d'estar convenientment marcats per avisar a la gent que l'aigua no és potable ni segura per a beure a banyar-s'hi; i el material només hauria de poder ser utilitzat per personal autoritzat.
 - La profunditat mínima de l'aqüífer recomanada, en època d'estiatge, és d'1 m en els llocs on es vulgui fer l'aplicació. Aquesta profunditat s'establirà en llocs on l'aplicació

és faci sobre sòls ben estructurats, amb textura equilibrada i un cert contingut en matèria orgànica que assegurí la formació d'agregats.

- En cap cas s'aplicarà aigua residual a menys de 50 m d'un riu, llac o estany.
 - L'aigua recuperada es pot aplicar al sòl en pendents de menys del 15% sempre que es controli l'escorriment. En pendents de més del 15% tan sols es podrà aplicar si hi ha protecció del sòl per coberta vegetal contínua.
 - S'ha de regar de manera que no es formin aerosols i es recomana l'ús de sistemes localitzats. Els capçals de reg per aspersió seran dels anomenats de baixa pressió i se situaran el més a prop possible del sòl, per tal de fer mínima la formació d'aerosols.
 - S'ha d'evitar el reg per aspersió sempre que hi hagi vents amb una velocitat superior a 0,5 m/s.
 - Sempre que sigui possible s'evitaran els canals i les conduccions a l'aire lliure.
 - En cap cas es regaran els prats annexos a les piscines amb aquestes aigües
- Qualitat aigua de reg
 - Limit de contingut en metalls pesants,
 - o Bor <1 mg/l
 - o Cadmi <0,01 mg/l
 - o Molibdè <0,01 mg/l
 - o Seleni <0,02 mg/l
 - Limit de contingut en microorganismes

Per totes les categories establertes s'estableix un mínim tractament depuratiu. A més a més s'estableix una planificació de presa de mostres pel seguiment de la qualitat de les aigües.

Categoria	Ús	Pnemàtodes (ous viables/l)	Coliformes fecals (CF/100 ml)
C	Reg localitzat de conreus industrials, farratges, prades i arbres ⁽¹⁾	No restricció ⁽²⁾	No restricció ⁽²⁾
B	Reg localitzat i superficial dels mateixos conreus que a la categoria C. Es permet la pastura	≤ 1	No restricció ⁽²⁾
A2	Reg localitzat i superficial de vegetals que no es consumeixen en cru i gespes no accessibles al públic. Es permet la pastura	≤ 1	≤1.000
A1	Reg localitzat, per aspersió i localitzat de vegetals per consum en cru i per gespes accessibles pel públic	≤ 1	≤200

⁽¹⁾ Sempre que de l'últim reg fins a la collita hagi passat un mínim de dues setmanes i que no hi pasturi el bestiar.

⁽²⁾ No restricció específica, sols les restriccions generals ja citades

3.5.5.7 Normativa Tècnica Producció Integrada. DARP

La gran competitivitat exigida actualment a les explotacions agràries porta a pensar en una explotació sostenible de totes elles. En primer lloc aquesta sostenibilitat pot venir donada per criteris econòmics d'optimització d'inputs per una producció qualitativament i quantitativa igual o superior a l'actual. D'altra banda també pot venir donada per posar al mercat un producte de valor afegit, com ara un de produït amb un major respecte al medi que la resta.

La producció integrada recull aquests dos objectius. L'Organització Internacional de Lluita Biològica (OILB) defineix la producció integrada (PI) com un sistema agrícola de producció d'aliments i d'altres productes d'alta qualitat, sistema que utilitza els recursos i els mecanismes de regulació naturals per tal d'evitar els aports perjudicials al medi ambient, i que assegura a llarg termini una agricultura sostenible.

En un sentit més concret la producció integrada és pot definir com un sistema agrícola de producció d'aliments amb mètodes que respectin la salut humana i el medi ambient amb els objectius d'obtenir productes d'alta qualitat, minimitzar l'ús de productes agroquímics, optimitzar els mètodes de producció, i disminuir els residus.

Aquestes normes, a banda d'establir l'obligació d'emprar criteris de màxima eficiència a l'hora d'aplicar els regs, estableixen limitacions d'aports de matèries dissoltes a l'aigua de reg. Aquestes es detallen a continuació per diferents conreus:

- L'aigua per a reg s'aplicarà amb criteris de màxima eficiència.
- Al regar s'evitarà l'aplicació d'aigües que condueixin a una degradació de sòl per salinització i/o sodificació.
- En el cas de les horticòles es prohibeix l'ús d'un aigua per a reg sense haver-la analitzat prèviament.
- En el cas de les horticòles es prohibeix el reg a manta en parcel·les amb anivellaments deficients o problemes de drenatge.
- En el cas dels fruiters, el reg a manta ha de tenir una eficiència superior al 60% per ser autoritzat.
- Caldrà establir un pla d'adobat específic per cada cas en el que es tindran en compte els resultats de les obligades anàlisis foliars efectuades als arbres per conèixer el seu estat nutricional, la composició de l'aigua de reg, els rendiments, l'edat de la plantació, la qualitat del fruit, un examen visual del comportament de la plantació, el sistema de maneig de la plantació i el tipus de sòl.
- Es fraccionarà l'adob nitrogenat i es triarà el tipus d'adob més adient en funció del maneig de l'aigua de reg, la pluviometria, el tipus de sòl, l'època de l'any i de la problemàtica específica de cada plantació.
- Es consideren totes les aportacions fertilitzants dels diferents inputs o entrades (fems, aigües de reg, adobs minerals i altres) i s'estableix un màxim total d'aports nitrogenats segons espècies i varietats.

– Pomes	80 UF de N/ha i any
– Peres primerenques	70 UF de N/ha i any
– Peres (altres varietats)	100 UF de N/ha i any
– Préssecs	80 UF de N/ha i any
– Nectarines primerenques	80 UF de N/ha i any
– Prunes	80 UF de N/ha i any
– Cirera	70 UF de N/ha i any
– Albercoc	70 UF de N/ha i any
– Espècies de pinyol de mitjana estació i tardanes.....	110 UF de N/ha i any
– Olivera regadiu	110 UF de N/ha i any
– Vinya	40 UF de N/ha i any
– Albergínia	380 UF de N/ha i cicle
– Api	280 UF de N/ha i cicle
– Fonoll	280 UF de N/ha i cicle
– Julivert	280 UF de N/ha i cicle

- Pastanaga	280 UF de N/ha i cicle
- Bledes	150 UF de N/ha i cicle
- Espinacs	150 UF de N/ha i cicle
- Carxofa	270 UF de N/ha i cicle
- Ceba	220 UF de N/ha i cicle
- Porro	220 UF de N/ha i cicle
- All	220 UF de N/ha i cicle
- Calçot	220 UF de N/ha i cicle
- Brasicàcies	280 UF de N/ha i cicle
- Cucurbitàcies	420 UF de N/ha i cicle
- Enciam	150 UF de N/ha i cicle
- Escarola	150 UF de N/ha i cicle
- Mongeta	200 UF de N/ha i cicle
- Fava	200 UF de N/ha i cicle
- Pésol	200 UF de N/ha i cicle
- Patata	220 UF de N/ha i cicle
- Pebrot	380 UF de N/ha i cicle
- Rave	190 UF de N/ha i cicle
- Tomata	450 UF de N/ha i cicle
- Cereals d'hivern.....	210 UF de N/ha i any
- Cereals d'estiu.....	300 UF de N/ha i any

- En cap cas no s'aportaran materials amb valor fertilitzant al sòl, procedents de fangs de depuradores o de residus sòlids urbans, que estiguin contaminats per microorganismes patògens o que continguin materials no degradables, o metalls pesats en valors superiors als establerts a l'Ordre de 28 de maig de 1.998 sobre fertilitzants i afins (BOE núm 131) i que són:

- Cadmi	3 mg/kg de matèria seca
- Coure	450 mg/kg de matèria seca
- Crom	400 mg/kg de matèria seca
- Mercuri	5 mg/kg de matèria seca
- Niquel	120 mg/kg de matèria seca

- Plom	150 mg/kg de matèria seca
- Zenc	1.100 mg/kg de matèria seca

- Es prohibeix la desinfecció química del sòl

Les normes tècniques de producció integrada de fruita de llavor, fruita de pinyol, fruita seca, cítrics, olives, oli, vinya i hortalisses per la campanya de l'any 2.005, de les quals es dona publicitat de la seva aprovació a la resolució ARP/2164/2.005 de 12 de juliol de 2.005 (DOGC núm 4427 de 15/7/2.005, pàg 21702) estableixen una sèrie d'obligacions i restriccions a l'hora de produir conreus acceptats com a producció integrada.

3.6.- DISPONIBILITAT DE RECURSOS HÍDRICS

La Comunitat General de Regants del Canal de Pinyana té concessió per captar les aigües del riu Noguera Ribagorçana al municipi de Castellonroi, uns centenars de metres aigües avall de l'Embassament de Santa Anna, així doncs pertany a la conca de l'Ebre, essent el seu organisme de conca la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre (CHE).

A continuació es presenten les principals característiques del riu Noguera Ribagorçana i de l'embassament de Sta. Anna segons dades obtingudes de la CHE i la pròpia CGRCP.

3.6.1 CARACTERÍSTIQUES DE RIU NOGUERA RIBAGORÇANA

Les dades disponibles de cabal del riu Noguera Ribagorçana són dades històriques d'aforament de la xarxa d'estacions d'aforament de la CHE, procedents en origen del Servei d'Hidrologia de la Comissaria d'aigües. A la Taula 3.37 i Taula 3.38 es presenta la sèrie de dades històriques disponibles amb les mitjanes corresponents, del riu Noguera Ribagorçana a l'Estació d'Aforament 097 situada a la captació del Canal de Pinyana.

Taula 3.37.- Cabals mitjans mensuals i mitjans anuals (m³/seg) de l'estació d'aforament 097 del riu Noguera Ribagorçana situada a la captació del Canal de Pinyana.

Any	Mensuals											Anuals		
	Oct	Nov	Des	Gen	Feb	Mar	Abr	Maig	Juny	Jul	Ago	Set	Omitg	Aport
	m ³ /s											m ³ /s	hm ³ /a	
1946-47		8,2		7,1										
1947-48	36,7	20,4	14,1	30,0	23,6	24,4	39,1	37,0	33,5	22,0	14,6	15,6	25,9	817,3
1948-49	13,3	8,0	7,9	7,8	7,0	10,9	16,6	20,7	33,0	17,1	22,6	25,1	15,9	500,2
1949-50	13,2	20,8	20,1	6,9	13,2	13,6	14,3	34,3	18,1	10,3	15,9	13,0	16,2	509,7
1950-51	8,1	15,7	10,8	6,7	6,8	43,6	20,2	55,7	70,9	37,2	27,3	18,0	26,9	847,4
1951-52	13,4	23,8	12,5	10,4	9,3	24,2	57,1	65,5	51,5	20,8	16,7	9,7	26,3	828,4
1952-53	17,4	14,0	21,0	7,9	5,1	5,9	11,0	20,6	33,3	24,9	11,0	13,7	15,5	490,3
1953-54	23,8	9,4	30,8	8,0	6,2	21,4	18,5	40,5	44,1	22,4	9,1	11,7	20,6	649,9
1954-55	8,1	8,0	10,9	14,5	20,1	12,5	11,7	10,4	22,4	12,7	12,8	15,9	13,3	418,1
1955-56	18,2	21,1	26,4	35,2	26,2	23,1	21,7	19,8	41,8	25,1	25,9	17,0	25,1	791,8
1956-57	12,1	10,1	9,4	10,1	10,5	13,7	11,4	14,1	13,7	13,4	11,9	10,4	11,8	370,7
1957-58	10,6	11,1	11,0	12,1	11,5	14,6	14,9	13,1	13,4	9,9	11,0	10,9	12,0	378,8
1958-59	7,1	6,5	6,3	6,5	7,5	31,3	38,5	49,3	52,8	36,1	15,8	35,6	24,5	772,1
1959-60	57,8	74,8	82,1	35,9	39,3	58,9	43,0	42,7	52,8	46,6	31,9	18,5	48,8	1538
1960-61	94,8	55,1	30,3	31,9	25,2	20,4	14,8	12,3	13,0	12,9	12,1	11,7	28,0	881,6
1961-62	13,6	13,4	14,9	18,3	24,7	26,4	20,7	62,7	21,0	30,3	13,7	14,0	22,8	720,5
1962-63	16,9	16,8	17,1	27,9	36,2	35,6	28,4	27,9	14,4	14,7	29,3	18,5	23,6	743,1
1963-64	19,6	20,4	19,6	23,4	48,8	34,6	20,4	25,6	19,6	22,7	25,3	24,7	25,2	796,1
1964-65	20,6	23,6	20,2	18,0	17,8	17,1	19,4	20,5	16,3	15,2	13,9	13,9	16,0	568,3
1965-66	14,0	15,9	13,6	22,2	26,4	26,2	26,1	22,6	22,0	36,8	38,2	44,5	25,7	809,8
1966-67	27,8	22,9	29,8	35,4	36,6	24,7	18,8	19,2	29,4	19,4	17,2	15,0	24,6	776,2
1967-68	15,5	21,2	22,3	24,5	18,3	28,6	25,0	23,7	21,0	30,7	21,2	24,0	23,0	726,2
1968-69	16,8	10,7	16,9	16,3	16,9	17,8	24,6	29,9	47,9	58,5	50,9	44,5	29,2	921,1
1969-70	24,2	19,7	17,9	18,6	19,6	23,5	38,4	19,7	13,9	16,0	14,4	14,9	20,0	632,3
1970-71	18,1	14,5	13,0	13,6	13,2	13,1	13,9	19,6	58,9	43,7	21,9	35,4	23,2	733,2
1971-72	40,5	33,5	26,8	47,5	47,7	45,2	19,9	19,3	17,8	16,2	29,2	22,9	30,5	961,1
1972-73	36,0	40,2	21,6	24,9	32,0	25,9	15,4	16,8	16,5	16,4	16,3	15,0	23,0	726,5
1973-74	16,7	20,7	16,0	16,8	16,3	17,0	19,2	18,2	17,5	39,4	20,5	32,6	20,9	660

Taula 3.38.- Cabals mitjans mensuals i mitjans anuals (m³/seg) de l'estació d'aforament 097 del riu Noguera Ribagorçana situada a la captació del Canal de Pinyana.

Any	Mensuals											Anuals		
	Oct	Nov	Des	Gen	Feb	Mar	Abr	Maig	Juny	Jul	Ago	Set	Omitg	Aport
	m ³ /s											m ³ /s	hm ³ /a	
1974-75	45,5	22,3	18,7	17,5	17,5	16,5	17,8	18,1	17,9	18,0	18,0	18,3	20,5	647,7
1975-76	17,2	22,9	21,2	16,4	17,9	17,0	16,0	16,6	17,0	13,7	14,3	13,0	16,9	533,7
1976-77	2,4	1,3	1,7	2,0	2,7	2,2	17,8	16,0	41,1	34,1	33,5	22,6	14,8	467,2
1977-78	26,4	24,5	22,6	19,2	20,6	36,1	23,6	36,5	26,7	22,3	13,7			
1978-79	0,1	0,1	1,3	21,3	25,9	21,2	16,5	22,6	31,3	32,7	18,8	18,6	17,5	551,3
1979-80	19,5	25,7	22,5	25,5	23,4	13,7	14,0	13,7	13,5	12,3	12,5	12,4	17,4	547,6
1980-81	15,3	15,4	14,3	14,7	15,9	14,1	11,0	11,3	14,0	14,6	15,3	15,0	14,2	448,8
1981-82	12,7	8,4	4,0	4,1	4,3	6,0	11,4	15,2	15,8	18,2	17,4	15,3	11,1	350,4
1982-83	15,9	14,4	13,1	13,8	13,0	14,9	15,6	16,2	16,6	16,5	16,4	15,8	15,2	479
1983-84	15,9	10,2	8,6	9,0	9,2	9,1	10,8	14,9	15,2	17,2	17,4	16,9	12,9	406,7
1984-85	15,6	11,7	9,6	9,6	6,6	8,5	15,2	16,6	17,1	16,6	17,1	16,9	13,5	424,3
1985-86	7,9	6,4	5,2	2,8	2,4	6,1	10,3	15,5	16,9	15,9	13,2	9,5	9,4	296
1986-87	4,3	0,9	1,0	3,0	2,9	4,1	8,7	10,9	14,5	14,3	13,9	14,1	7,7	243,6
1987-88	13,1	11,8	6,3	5,3	3,9	7,7	9,0	12,5	14,6	14,9	16,0	14,4	10,8	341,6
1988-89	20,3	11,5	1,3	0,6	0,5	7,3	12,2	13,6	13,2	14,1	14,4	12,1	10,1	320,1
1989-90	12,4	12,8	2,2	0,6	0,6	9,5	12,4	13,1	14,2	14,6	14,4	14,5	10,1	319,2
1990-91	14,1	9,2	1,5	1,4	1,4	7,7	10,9	15,8	15,1	14,5	14,7	8,0	9,6	302,1
1991-92	2,7	2,9	2,2	1,9	1,6	5,2	9,3	9,4	9,2	15,3	14,0	9,9	7,0	220,9
1992-93	7,2	7,2	7,3	6,2	5,1	7,7	9,6	8,7	14,8	9,2	14,9	11,9	9,1	288,5
1993-94	7,6	7,4	7,4	7,2	5,7	10,0	12,7	12,0	10,0	14,6	15,0	11,4	10,1	318,6
1994-95	7,0	6,5	6,3	5,9	5,9	8,8	11,8	12,3	13,1	13,4	13,2	11,1	9,6	303,7
1995-96	6,8	6,3	6,3	4,7	5,9	6,9	10,9	11,3	13,8	14,5	13,6	20,6	10,1	319,9
1996-97	27,9	8,4	15,8	28,0	36,3	35,9	34,9	33,6	27,8	16,1	15,5	7,4	23,9	753,9
1997-98	7,8	8,3	10,2	34,0	11,9	13,2	15,2	28,1	41,2	16,7	16,8	16,2	18,3	578,3
1998-99	9,3	8,3	8,1	6,7	6,5	8,5	12,3	11,0	14,2	14,6	14,3	11,4	10,5	330,2
1999-00	7,1	6,4	6,7	5,9	6,6	9,5	9,3	11,9	14,0	14,8	14,8	13,5	10,1	317,7
2000-01	13,4	8,4	8,2	6,4	4,2	8,2	14,0	26,5	38,9	16,7	16,0	14,6	14,7	462,4
2001-02	8,1	8,0	8,3	7,6	7,3	9,8	10,0	13,1	15,6	17,2	16,8	12,4	11,2	353,6
Medias	17,8	15,5	14,3	14,6	15,1	17,8	18,3	22,2	24,3	20,7	18,1	17,1	17,9	564,7

Segons les dades anteriors la mitjana de les aportacions del Noguera Ribagorçana en aquest punt, tot i l'heterogeneïtat de les sèries, és de 564,7 hm³/any, oscil·lant entre els 220,91 i 1.538,29 m³/any.

3.6.2 CARACTERÍSTIQUES DE L'EMBASSAMENT DE SANTA ANNA

L'embassament regulador del riu Noguera Ribagorçana situat més a prop, aigües amunt de la captació del Canal de Pinyana, és el de Sta Anna. Aquest embassament és el que permet disposar de reserva d'aigua per la CGRCP, a partir de la regulació interanual dels cabals circulants pel riu, ja que l'assut de captació no té capacitat per tal funció.

Tot seguit es fa l'estudi de caracterització d'aquest embassament, tant en volum, com en cota de la làmina d'aigua. El primer servirà per conèixer la disponibilitat de reserva que històricament ha ofert aquest embassament a la CGRCP, mentre que la segona dona idea de la disponibilitat energètica de l'aigua emmagatzemada en aquest embassament per contemplar la possibilitat d'un reg presuritzat a l'ARCP si es captés a l'embassament de Santa Anna en lloc de a la captació actual.

Les dades disponibles han estat cedides per la CGRCP, que les ha obtingut de la CHE. Entre els anys 1.993 i 1.999 es disposa de dades diàries de volum d'aigua (hm³) de l'embassament de Sta. Anna. A partir de l'any 2.000 i fins al 2.004, es disposa de dades diàries tant de volum d'embassament (hm³) com de cota de la làmina d'aigua (m).

Per tal d'establir la relació entre les dues tipologies de dades disponibles, és a dir cota de la làmina d'aigua i volum d'aigua a l'embassament, es va determinar un ajust polinòmic tal i com es mostra a la Figura 3.17. D'aquesta manera a partir de l'equació obtinguda, es va poder calcular per a cada dada de volum disponible, és a dir les corresponents al període comprès entre l'any 2.000 i el 2.004, el valor corresponent de la cota de la làmina d'aigua a l'embassament.

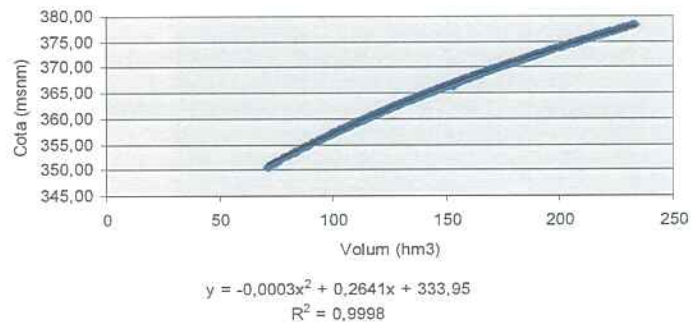


Figura 3.17.- Ajust polinòmic entre el volum d'embassament (hm³) i cota de la làmina d'aigua (msnm)

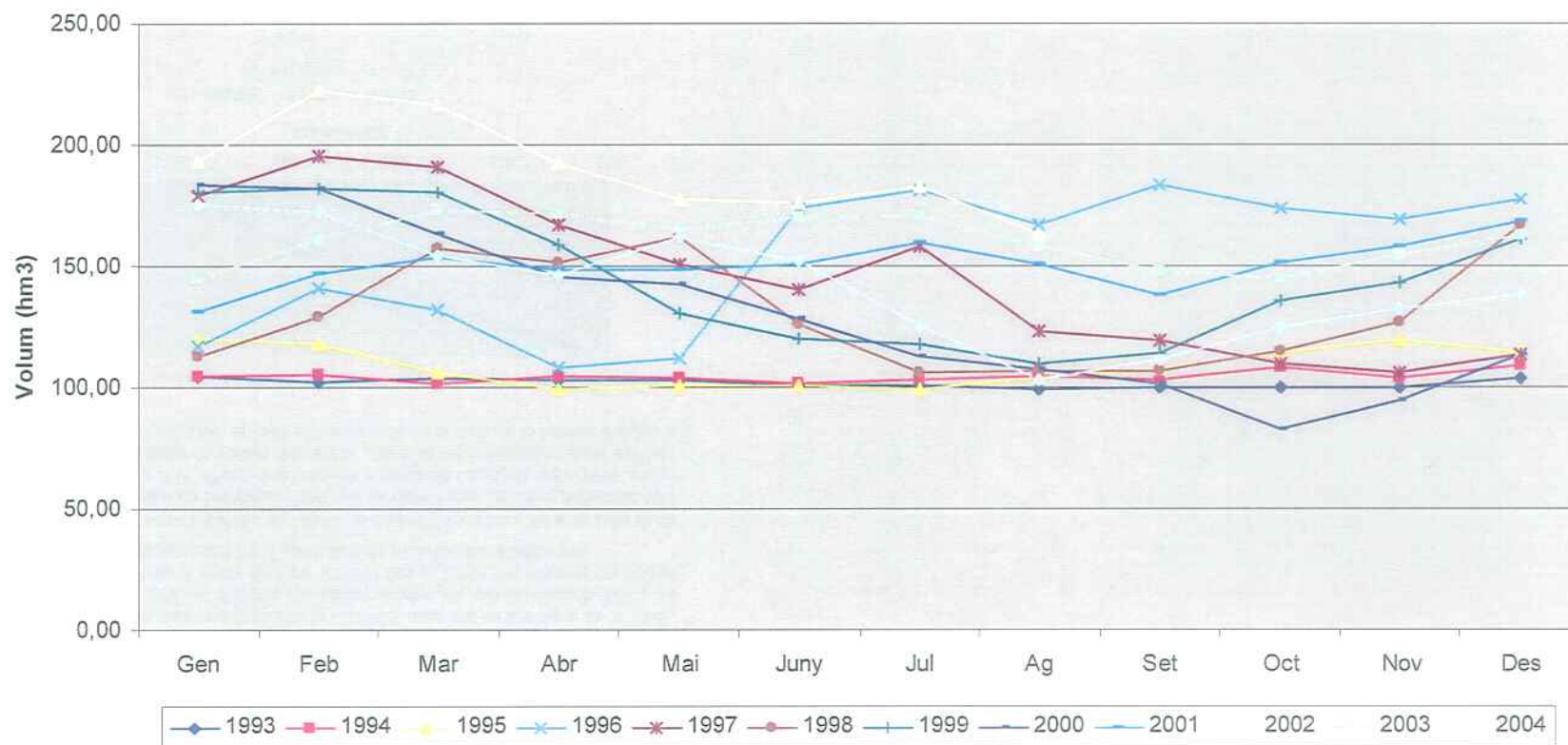


Figura 3.18.- Nivell d'embassament mensual, en hm³, de l'embassament de Sta Anna, entre els anys 1.993 i 1.999.

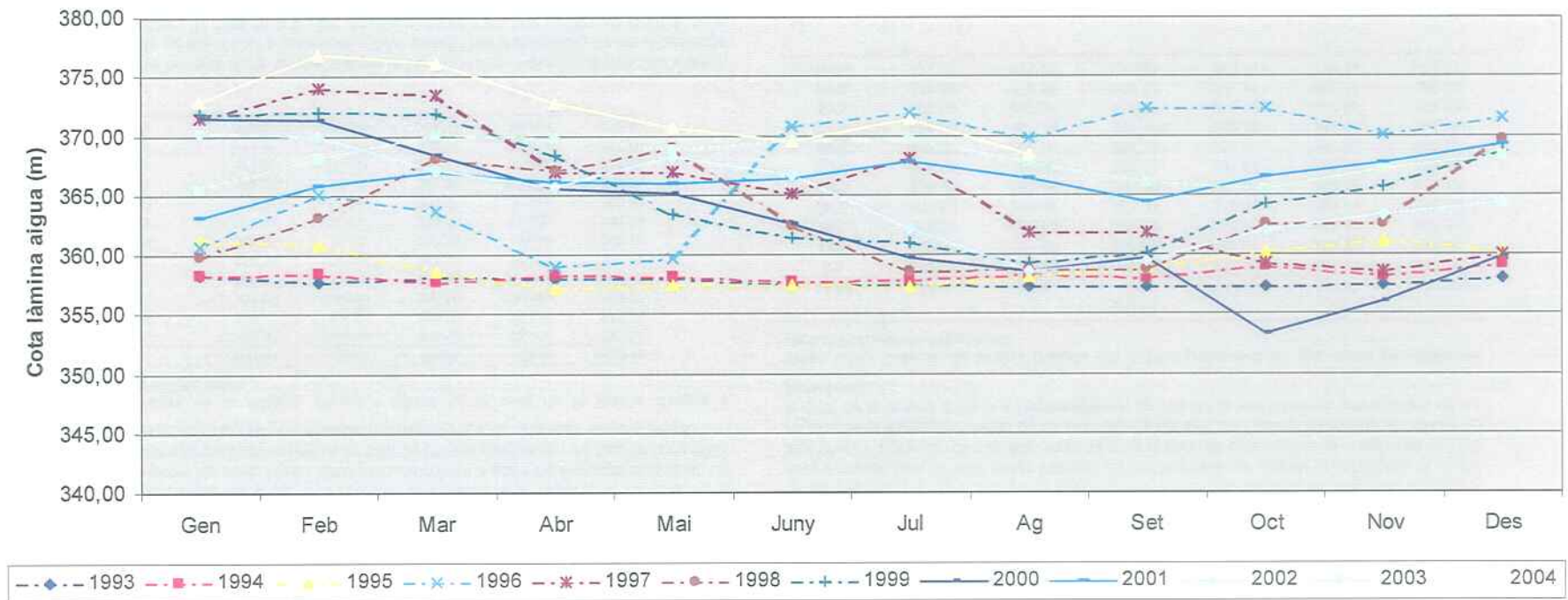


Figura 3.19.- Cota de la làmina d'aigua, en m, de l'embassament de Sta Anna, entre els anys 1.993 i 2.004

3.6.2.1 Volum emmagatzemat

La Figura 3.18 mostra la variació mensual del nivell d'embassament, en volum d'aigua, de l'embassament de Sta. Anna, tal i com pot veure's, es manté sempre per sobre dels 100 hm³.

Segons el Pacte de Pinyana, conegut com a pacte de Castellonroi, de 1.992, aquest embassament regula les aigües dels regs d'Ibars de Noguera, Albesa, Torrelameu, Corbins, el Canal de Pinyana, canal Algerrí-Balaguer i Canal Aragó i Catalunya. El punt catorze dels acords presos en aquest pacte estipula que en cas que el volum d'aigua emmagatzemat en aquest embassament fos inferior a 38 hm³ s'atendrien únicament els aprofitaments prioritaris aigües avall de Sta Anna que són els regs d'Ibars, Albesa, Torrelameu, Corbins i el Canal de Pinyana.

3.6.2.2 Cota làmina aigua

El valor mig de la cota de la làmina d'aigua i els valors màxim i mínim, així com les dates en que s'han produït, entre els anys 1993 al 2004, es mostren a la Taula 3.39. La cota de la làmina d'aigua entre els anys 1993 i 1999 és la calculada a partir de l'equació de l'ajust. La Figura 3.19 mostra la variació anual de la cota de làmina d'aigua (en m) des de l'any 1993 fins el 2004 (les línies discontinues representen anys amb cota calculada segons l'ajust)

Taula 3.39.- Valors de la mitjana, màxim i mínim de la cota de la làmina d'aigua a l'embassament de Sta. Anna.

	Maxim	Data	Minim	Data	Mitjana
1993	359,37	04-may	356,66	02-nov	357,72
1994	360,21	24-dic	356,49	22-ago	358,23
1995	361,99	19-nov	356,58	08-may	359,07
1996	374,57	25-sep	354,35	09-may	367,13
1997	376,16	04-feb	357,61	17-nov	365,79
1998	370,97	31-dic	357,19	16-jul	363,18
1999	373,32	10-mar	358,55	31-ago	365,63
2000	372,52	03-feb	350,55	26-oct	362,43
2001	369,87	23-dic	362,09	03-ene	366,39
2002	371,05	27-ene	357,17	27-ago	364,69
2003	371,43	31-dic	364,70	01-ene	367,98
2004	378,32	24-feb	364,26	26-ago	372,50

Sobre les dades de cota de la làmina d'aigua a l'embassament diàries obtingudes a partir de l'ajust, en els mesos d'abril a setembre, s'han calculat les probabilitats de no excedència dels diferents valors de cota de la làmina d'aigua ajustant-los a una distribució Weibull, de la següent manera,

- Per cadascun dels mesos s'ordenen els N valors de cota de làmina d'aigua de menor a major, assignant un número d'ordre creixent (m).
- Es calcula la probabilitat de no excedència (F_a), per mitjà de l'equació de Weibull, amb m (número d'ordre) i N (nombre total d'observacions),

$$F_a = \frac{100 \cdot m}{N + 1}$$

- Es representa gràficament la probabilitat de no excedència (F_a) en un gràfic, on l'eix d'abscisses representa la probabilitat de no excedència i l'eix d'ordenades el valor de la cota de la làmina d'aigua
- Es calculen els paràmetres A i B de la recta d'ajust d'aquests valors

$$Cota = A \times F_a + B$$

- A partir d'aquesta equació s'obtenen els valors de la cota de la làmina d'aigua per qualsevol probabilitat de no excedència, per cada mes.

En aquest cas, la probabilitat de no excedència fa referència a quina probabilitat té un determinat valor de cota de làmina d'aigua de no ser superat al llarg dels anys. Així doncs si es selecciona un valor de cota de làmina

mínima d'aigua amb una probabilitat de no excedència del 5 %, només 5 de cada 100 anys no es disposarà d'aigua a aquesta cota, mentre que els 95 restants es disposarà d'aigua a cota superior, és a dir amb major energia. És per això que per valorar la possibilitat de regar tota l'ARCP a pressió des de Sta Anna es pren el valor de cota de làmina d'aigua de 357,06 m, que és el d'una probabilitat de no excedència del 5% .La Taula 3.40 mostra els valors de la cota de la làmina d'aigua a l'embassament de Sta Anna per diferents probabilitats de no excedència.

Taula 3.40.- Cota de la làmina d'aigua (m) a l'Embassament de Sta. Anna per diferents probabilitats de no excedència

Linial	COTA					
	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre
5%	357,09	357,06	357,24	357,12	357,17	357,19
10%	357,35	357,62	357,40	357,32	357,39	357,49
20%	358,07	358,09	357,89	357,70	357,96	357,85
30%	359,62	360,97	361,27	359,12	358,51	358,18
40%	364,95	363,95	363,70	360,04	358,76	358,70
50%	365,94	365,83	365,11	361,55	359,00	359,48
60%	367,21	366,80	366,15	366,01	361,30	360,25
70%	368,55	367,76	367,10	368,79	365,45	361,76
80%	369,64	368,38	369,26	370,24	367,59	364,59
90%	370,86	370,03	370,43	371,41	368,95	366,49
100%	374,82	371,85	372,93	373,41	371,14	374,57

