

# “EL VALLE BAJO”: UNA VALL RURAL PRODUCTIVA PROJECTE DE DESENVOLUPAMENT RURAL A TRAVÉS DELS CANALS DE REG

Adrián Alvarez Barcial

La relació entre aigua i territori ha estat sempre i continua sent crucial. Malgrat tot, les dinàmiques derivades dels processos urbanitzadors, la indústria i l'impacte del canvi climàtic han malmès un recurs cada cop més escàs i la seva gestió es presenta com a un dels grans reptes del present. En parlar de l'aigua a les ciutats ja no s'hauria de basar únicament en la lògica de la innovació sinó que hauria d'adoptar també una mirada de responsabilitat.

A partir d'aquesta visió, la intervenció de reconstrucció dels canals de reg de la població de Capinota, Bolívia, tracta de donar un valor al paisatge cultural de l'aigua i reivindicar un territori amb una relació històrica amb el riu des d'una gestió renovada, que pugui contribuir a l'enfortiment de l'estructura local i traduir en noves dinàmiques per al desenvolupament rural.

Des de la generació de cartografies fins a les arquitectures del reg, es construeix un relat que posa l'aigua en el centre del projecte i aprofundeix en com la restauració del canal pot contribuir en una millora de la qualitat i gestió de l'aigua, reforçar l'empoderament comunitari i contribuir al desenvolupament de la regió.

**Paraules clau:** Canals de reg, gestió de aigua, desenvolupament rural, arquitectures del reg

*The relationship between water and territory has always been and continues to be crucial. However, the dynamics derived from urbanization and industrialization processes and the impact of climate change have damaged an already increasingly scarce resource, which shapes one of the great challenges to overcome today. When we talk about water in our cities, we should no longer do it from an innovative logic but from a point of view of responsible perspective. Therefore, the reconstruction of the irrigation canals of Capinota, in Bolivia, aims to give value to the cultural landscape of water and to renew water management in order to reclaim the historical relationship between the territory and the river, which contributes to the strengthening of the local structure and new dynamics for rural development. The mere generation of cartography and the irrigation architectures build up a story that places water at the center of the project while emphasizing how important is the restoration of the canal, thus improving the water quality and management and strengthening the development of the region and the local community empowerment.*

**Keywords:** Irrigation channels, water management, rural development, irrigation architecture

## 1. Introducció

Al llarg de les darreres dècades, les ciutats i les grans regions urbanes han experimentat un gran creixement i han sobrepassat en moltes ocasions l'equilibri que podien assumir entre consum de recursos i suport ambiental. Aquest fet ha despertat noves iniciatives que aposten per una renovada i necessària visió de la naturalització dels espais urbans, la protecció i preservació dels recursos naturals i la millora de la qualitat de vida de les persones. Al mateix temps, però, la contínua migració cap a les ciutats està produint un abandonament de les àrees rurals, un recurs productiu i ambiental imprescindible per mantenir en equilibri el territori.

Davant els reptes d'escala global, com els processos incontrolats d'urbanització que han afectat greument les funcions ambientals, l'impacte del canvi climàtic, amb sequeres i inundacions més constants, l'alt grau de pobresa de la població i el seu limitat accés a l'aigua potable, cal estudiar i entendre les dinàmiques d'aquests territoris, reconèixer la seva identitat i la capacitat per proporcionar serveis ecosistèmics, millorar la gestió territorial, contribuir a la qualitat de vida de la població que hi viu hi treballa i fomentar el seu desenvolupament, no només econòmic sinó també social i cultural.

En aquest context, sorgeix un projecte de cooperació entre la UPC, l'associació d'estudiants de Base-a, la UMSS i la comunitat local de regants de Capinota, a Bolívia, on aquesta sol·licita assistència tècnica per a la reconstrucció del canal principal de reg del municipi, conegut com el canal del Pirigallo, així com poder establir un principi de col·laboració amb la universitat, que permeti l'intercanvi de coneixement i el treball conjunt per dur a terme projectes de desenvolupament en l'àmbit de la ruralitat.

Gràcies a la implicació del Centre de Cooperació per al Desenvolupament de la Universitat Politècnica de Catalunya (CCD-UPC) es va proposar la realització d'aquest Projecte de Final de Grau dels estudis en Arquitectura. El projecte tenia com a objectiu realitzar diferents desplaçaments que permetessin recórrer i entendre el territori Bolivià, conèixer i establir vincles amb la comunitat de regants, investigar i entendre el funcionament dels sistemes locals, buscar sinergies i valorar com el projecte de reconstrucció del canal de reg pot contribuir a les dinàmiques de desenvolupament rural de la regió.

## 1.1 El paisatge dels canals de reg

L'estructura dels canals de reg de Capinota des de la pressa del riu Arque fins al seu retorn

El poble de Capinota, d'origen Incaic, ubicat al departament de Cochabamba, és un dels nuclis rurals més importants de Bolívia. Produïx fins a un 80% dels cultius de tot el departament i és el motor principal del país quant a la producció de pastanagues, remolatxa i quinoa. Amb uns 20.000 habitants, és el municipi més rellevant pel que fa a la població, història i productivitat de tota la vall, on el 90% es dedica al sector primari. (PDI Capinota, 2006).

Malgrat això, es tracta d'una regió amb poca visibilitat davant les institucions i que està patint els efectes de la migració dels territoris rurals a la ciutat amb el conseqüent abandonament dels camps, fet que es tradueix en una falta de plans i inversions de l'administració per potenciar i dignificar l'activitat del sector primari.

Els canals de reg de Capinota s'inicien amb dues preses que deriven l'aigua del riu Arque. La primera, ubicada en l'extrem sud del municipi, en la cota més alta del marge del riu, fa circular l'aigua per tot el territori agrícola d'Irpa-Irpa, la població veïna (Fig. 01). El restant d'aigua del canal flueix cap a



Fig. 01. Estructura dels canals. Color negre: Tram Principal, Color blau: Trams secundaris. Font: Elaboració pròpia a partir treball de camp.

la segona presa, en el límit territorial entre les dues poblacions, on comença el canal del Pirigallo, objecte principal del projecte. Aquest canal discorre i entra a Capinota en el punt de cota urbà més alt. Aquest tram és anomenat “canal principal” i finalitza a la plaça del cementiri, on deriva en els canals secundaris, els quals travessen i subministren aigua als camps de les diferents zones agrícoles de Capinota abans de retornar al riu en diferents punts.

Un cop el canal principal es deriva en els secundaris, comencen les ramificacions pels carrers i camps que abasteixen tota la plana agrícola fins que conflueixen de nou riu. Els canals, un cop inunden els camps, disposen d'una franja terciària que recull l'aigua sobrant i la retorna perquè continuï el recorregut. Els mateixos canals, quan recorren els carrers del poble, tenen una funció d'abastiment d'aigua no potable per als habitatges i de recollida de les aigües pluvials de l'espai públic.

### ***Els canals com a element d'identitat vertebrador de l'estructura urbana de Capinota***

El conjunt de tot el canal de reg, amb una longitud total de gairebé 4.000 metres, forma part de l'estructura urbana de Capinota, integrant-se en el teixit dels seus carrers paral·lel a les vies de comunicació principals que creuen la població. El sistema funciona tant com a subministrador d'aigua per al reg de cultius com per recollir les aigües pluvials i residuals, i, per tant, un recorregut estructurador en malla per tot Capinota des de la seva presa del riu Arque fins a la seva desembocadura al riu Rocha. El canal és un element present a les parcel·les de cultiu, però també als carrers, als espais públics i places i a les parcel·les privades, on la seva derivació en ramals secundaris s'encarrega de recollir tota l'aigua residual dels habitatges.

Un dels principals valors paisatgístics que tenen és el de dotar els carrers i espais urbans de Capinota d'un element icònic i representatiu. Aquest atractiu es veu lleugerament desmerescut pel fet que el canal serveix també com a element d'evacuació d'aigües residuals i que, a més a més, recull la brutícia del carrer i acaba convertint-se en una claveguera a cel obert. És per això, que és important destacar i apreciar el valor paisatgístic del canal (Fig. 02) i la seva influència a l'espai públic, un recurs amb tant valor per les parcel·les agrícoles com per als carrers del poble.



Fig. 02. Esquerra: Tram del canal principal. Dreta: Tram d'un dels canals secundaris. Font: Elaboració pròpia.

El tram principal té un recorregut aproximat de 1900 metres amb una secció contínua d'1 x 1,5 m. Aquest tram condueix l'aigua a través de la serra del Pokotayka fins a la plaça del cementiri, on mitjançant les comportes dels canals derivatius distribueix l'aigua pels diferents ramals. Aquesta plaça actua com a lloc de reunió on les comunitats de regants, distribuïdes en nou zones, gestionen el reg, és a dir, els torns i els dies de què disposarà cada zona per abastir-se de l'aigua.

### 1.1.3. El sistema de reg: "El Lameo"

Els agricultors als Andes utilitzen diverses tècniques per enriquir i conservar les seves terres. Una de les més emprades s'anomena "lameo". El terme fa referència al procés d'enriquiment de la terra cultivable fent ús dels sediments minerals i orgànics que arrossega l'aigua. Per retenir el sediment, s'inunden les parcel·les agrícoles amb l'aigua de reg, on queda estancada formant bases (Fig. 03) i permet que els sediments es dipositin sobre la capa superficial del sòl existent, enriquint-lo a través d'un nou estrat.

La tècnica del "lameo" representa la relació entre l'home i el riu i la seva resiliència. De la mateixa manera que la inundació amb l'aigua del riu ajuda



Fig. 03. Sistema de reg lameo a una de les parcel·les de la comunitat de regants del Pirigallo. Font: Elaboració pròpia.

a nodrir el sòl, també pot ocasionar la seva destrucció. Per aquest motiu, es desvia el curs del riu de manera que pugui inundar les parcel·les, construint captadors d'aigua, que posteriorment, a través d'unes comportes, pugui retornar l'aigua al canal de reg. En l'etapa final del "lameo", les entrades d'aigua es tanquen perquè l'excés d'humitat pugui ser drenat, permetent als agricultors preparar la terra per plantar i sembrar. El drenatge dura aproximadament un mes.

#### **1.1.4. De riu venerat a riu esgotat: El conflicte d'escala local.**

El riu Arque, protagonista i actiu principal en el desenvolupament de Capiota i motor de l'economia local, ha passat de ser històricament un riu venerat a esdevenir en l'actualitat un riu esgotat. El municipi s'enfronta a diferents conflictes d'escala local, com ho són les activitats derivades de la mineria o les agressives extraccions d'àrids que han afectat i modificat el curs natural del riu. Com a conseqüència, s'ha avaluat la seva qualitat a través de proves tan in situ com als laboratoris de la UPC, on l'aigua de les mostres presentava una elevadíssima contaminació en els nivells superficials, presència de metalls pesants, així com una elevada duresa. A més, la situació econòmica de la població no li permet realitzar les inversions necessàries per al manteniment del canal, la implementació de noves tecnologies i sistemes de control, o la millora de la qualitat de l'aigua, motiu pel qual es demana a l'administració local per contribuir i implementar aquestes mesures.

#### **1.1.5. Desenvolupament i gestió del projecte**

El desenvolupament del projecte es va dur a terme en tres etapes. En la primera on es va construir la cartografia utilitzant sistemes d'informació geogràfica. Una segona, on es va construir un atlas, format per un conjunt d'il·lustracions i cartografies que, amb l'aigua com a fil conductor, ens permeten elaborar un relat coreogràfic, històric i temàtic sobre les dinàmiques del territori i una última on es van dissenyar el conjunt d'intervencions i actuacions constructives al canal. Finalment, cadascuna d'aquestes etapes es van recollir en tres documents anomenats: "Generació de cartografies", "Atlas del territori" i "El canal de reg del Pirigallo", disponibles a <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/335087>.

## **2. Generació de les cartografies**

A través de sistemes SIG de programari lliure, s'ha generat un visualitzador cartogràfic digital que ha servit tant com a base gràfica i de càlcul per a l'elaboració del projecte com per a la capacitació de les administracions locals, a través de diferents tallers realitzats durant el projecte.



Fig. 04. Esquerra: Imatge raster base. Dreta: Diferents combinacions de bandes Font: Elaboració pròpia sobre imatges "https://earthexplorer.usgs.gov/"

Gràcies a aquests sistemes d'informació geogràfica s'han pogut analitzar imatges satel·litàries i representar en vector les capes que han servit de base per l'elaboració de les diferents cartografies del territori: les corbes de nivell, l'extensió de les parcel·les agrícoles, la presència de les masses d'aigua i cursos d'escorrentia, les zones urbanes o la xarxa de camins.

## 2.1 La teledetecció per satèl·lit

La potencialitat de la teledetecció a través d'imatges per satèl·lit aplicades al territori permet crear diferents cartografies per a la diagnosi territorial, com les cobertes vegetals, els usos de sòl, les masses d'aigua o altres elements naturals. Això és degut al fet que les imatges captades registren les diferents bandes de l'espectre electromagnètic que l'ull humà no pot percebre, el que permet crear diverses combinacions a través de tres canals de color: vermell, verd i blau. El pas d'aquestes bandes espectrals per aquests tres canals dotarà de diferents tonalitats els elements del territori (Fig. 04) i permetrà elaborar diferents imatges segons l'objectiu de la diagnosi (mappinggis, 2020).

Gràcies a la combinació de bandes espectrals es pot elaborar una anàlisi de la vegetació existent i saber quin estat presenta. N'és exemple l'índex Diferencial d'Aigua Normalitzat (NDWI), que s'utilitza com una mesura de la quantitat d'aigua que té la vegetació o el nivell de saturació d'humitat que té el terra. Per obtenir aquest índex la combinació de bandes és la següent: Sentinel 2 (3-11)/(3+11). Aquesta combinació de bandes té bona sensibilitat a la vegetació verda (la qual apareixerà representada en una tonalitat verme-

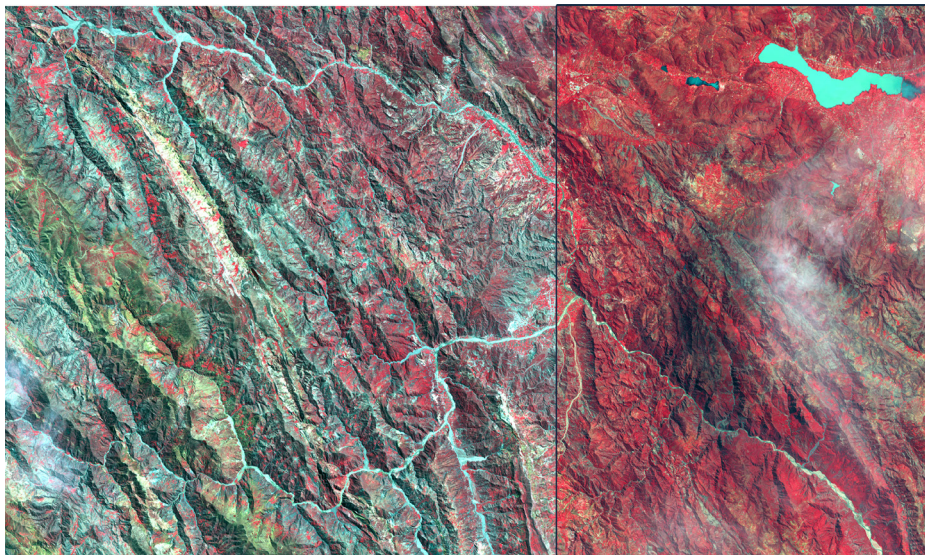


Fig. 05. Esquerra: Combinació de bandes per la detecció d'humitat a la vegetació. Dreta: Combinacions de bandes per la detecció de NDWI. Font: Elaboració pròpia sobre imatges <https://earthexplorer.usgs.gov/>

lla), a causa de l'alta reflectivitat en l'infraroig, i representa de manera clara camins i masses d'aigua (Fig. 05). A més, mostra boscos perennes amb un vermell més fosc mentre que els boscos caducifolis ho fan amb un vermell més clar. El color vermell indica una vegetació sana i ben desenvolupada. El verd, vegetació arbustiva molt variable. El beix, zones de transició i prats secs associats. El blanc, àrees amb escassa o nul·la vegetació. (mappinggis,2020).

La possibilitat de realitzar càlculs paramètrics permet calcular una aproximació de la inundabilitat màxima del riu per a un període de retorn de cent anys. S'utilitza el mètode de Gumbel per determinar les dades màximes pluviomètriques d'aquest dia i quan el riu és més cabalós. D'aquesta forma es pot calcular amb quina freqüència es presentarà un determinat cabal o precipitació. Quan es passa aquesta funció a la inversa, s'obté el cabal màxim i precipitació cada "n" anys (en aquest cas 100). Per mitjà d'aquesta funció i amb la implementació de la topografia al Grasshopper, es pot fer la simulació del cabal i la cota de la seva secció hídrica, donant com a resultat la plana d'inundabilitat en el període calculat (Fig. 06).

Es pot observar, que tot i ser tan sols una aproximació estadística, el model es correspon amb coherència amb el territori, sent els canals de reg i el turó del Poqotayka les zones més segures. Per contra, les que presenten més risc són tots aquells terrenys que pertanyien a la llera del riu o de bosc de ribera, actualment transformats en camps agrícoles i zones d'extracció de minerals.



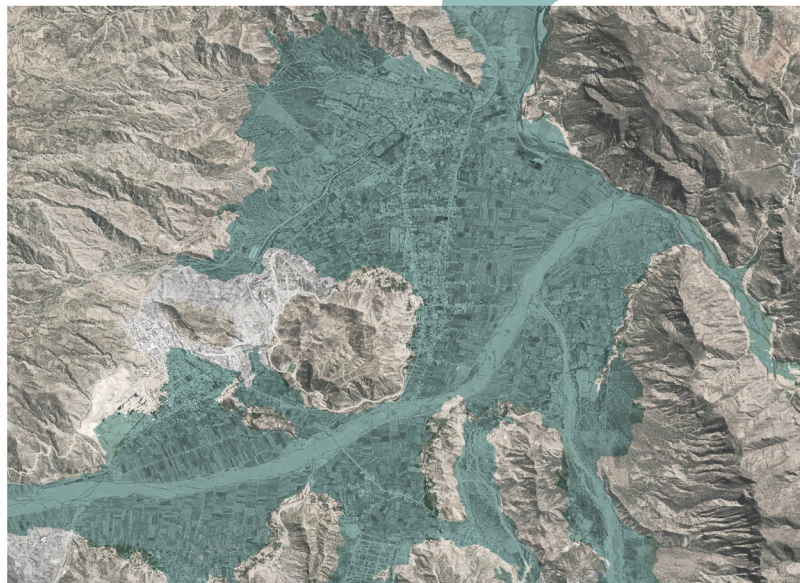


Fig. 06. Plana d'inundabilitat en període màxim de 100 anys (Q100). Font: Elaboració pròpia"

### 3. Atles del territori

L'objectiu de la construcció d'un atlas és reconèixer les interrelacions que es produeixen entre els diferents elements urbans i escales territorials. Es tracta d'adquirir una visió integral del territori amb l'aigua com a protagonista del relat, per abordar la problemàtica específica des d'un enfocament transescalar, emfatitzar l'estructura física del territori com a suport i profunditzar en la dimensió de la ciutat i el seu espai públic com a espai significatiu, simbòlic i generador d'identitat cultural (Llop Torné, 2008).

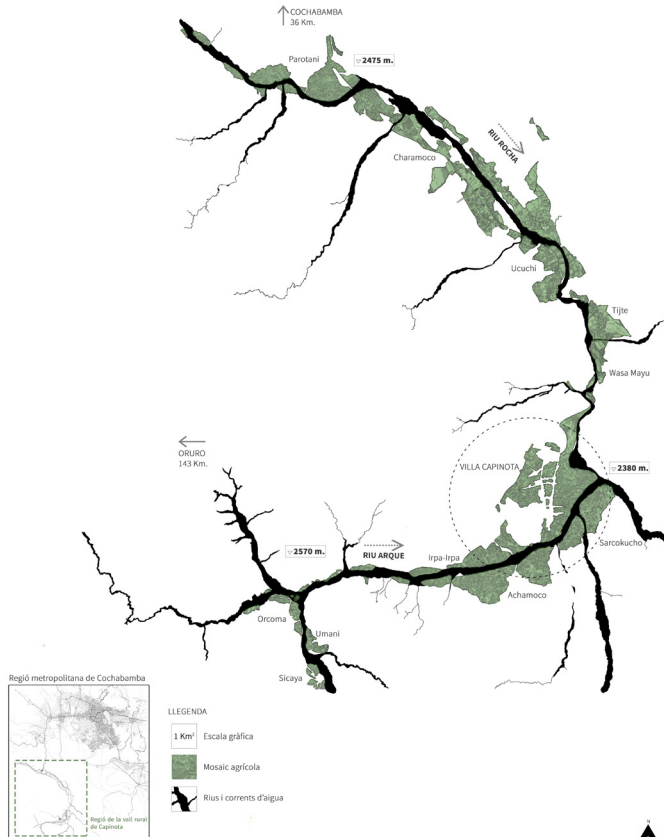


Fig. 07. El mosaic agro-forestal del "Valle Bajo". Font: Elaboració pròpia

### 3.1 "El valle bajo": una vall rural productiva que abasteix la regió metropolitana de Cochabamba

*La regió metropolitana de Cochabamba té una superfície total de 510 km<sup>2</sup>.*

Així i tot, el concepte de metròpolis està lligat històricament a la urbanització del territori, on només pren protagonisme l'extensió de la ciutat construïda i la seva regió periurbana. El resultat és una gran regió que s'estén i fatiga la matriu biofísica del territori. Més enllà d'aquesta classificació, l'ecosistema funcional d'una metròpoli és totalment dependent dels seus recursos naturals, ja sigui per alimentació, producció d'energia, qualitat de l'aire o els recursos hídrics. És per això que el gran creixement de la regió metropolitana de Cochabamba ha estat possible gràcies al fet que gran part del territori no ha patit aquest procés d'urbanització massiu i descontrolat, compensant i mantenint un equilibri territorial entre la superfície construïda, l'àrea productiva rural i la matriu biofísica natural (Llop Torné, 2018).

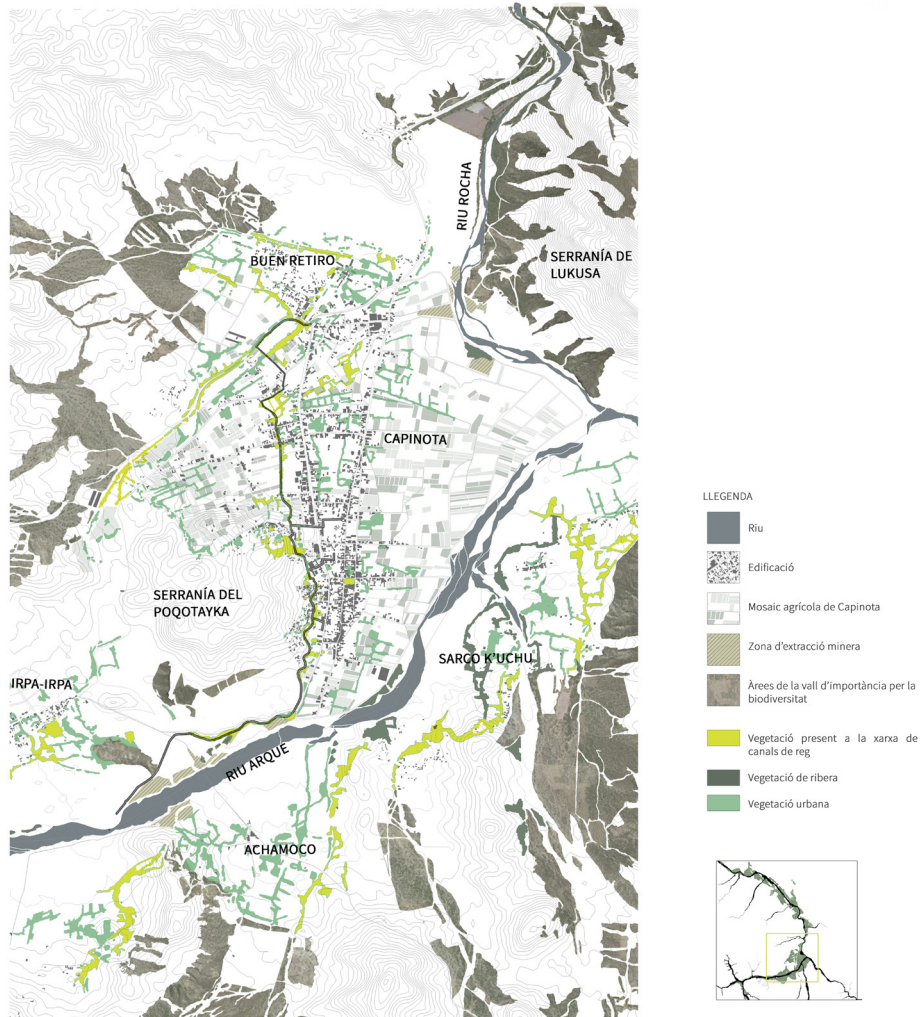


Fig. 08. Connectors ecològics coexistents als canals de reg. Font: Elaboració pròpia a partir treball de camp

El principal territori productiu del departament se situa en les valls del riu Rocha i Arque, al sud de la regió, i s'estén a través d'un mosaic agro-forestal d'aproximadament 45 km lineals, que va des de Parotani fins a Sicaya, conformat per un conjunt de 14 municipis. Aquest territori és conegut localment com "el Valle Bajo" (Fig. 7).

Aquesta vall no només produeix la major part dels productes alimentaris de la regió metropolitana de Cochabamba, sinó que hi actua com suport ambiental, donat que aquests encara no han sucumbit als processos d'urbanització

i, per tant, el territori es troba en equilibri entre allò construït i el medi físic natural, tot i que el desenvolupament econòmic, social i cultural de Cochabamba catalitza tot el creixement al seu nucli i perifèria urbana, expandint la taca urbana i consumint cada cop més el territori natural de la vall. Capinota és el municipi més important pel que fa a població, història i productivitat de tota la vall. És per això que el projecte pretén valorar les fortaleses d'aquest territori alhora que manté una visió respectuosa i necessària per a l'equilibri ambiental del territori mentre que promou un desenvolupament sostenible que protegeix i potencia la ruralitat del lloc com a valor essencial.

### 3.2. Els canals de reg i la connectivitat ecològica

La constant transformació del territori ha creat barreres i grans amenaces per a la connectivitat ecològica. Els canvis en els usos del sòl, l'alt grau d'impermeabilitat que augmenta amb cada transformació urbana, l'aparició de grans vies de comunicació i xarxes d'infraestructures, afecten la capacitat de dispersió d'espècies, fragmentant els seus hàbitats i generant conflictes per a la seva conservació. Els corredors ecològics són grans espais fonamentals per a la biodiversitat que connecten zones d'importància ecològica i en fomenten la seva connectivitat.

Tota la vall de Capinota és un gran corredor que connecta les espècies de diferents àrees de biodiversitat de la zona Andina de Bolívia (Fig. 8). El canal garanteix la continuïtat entre els àmbits de diverses espècies de fauna i flora i la seva contribució és important per la seva dispersió.

La gran extensió agro-forestal que cobreix de forma lineal els gairebé 47 km de la vall així com tota xarxa dels canals de reg actuen com a connectors ecològics d'aquest gran corredor. El recorregut dels canals és fàcilment identificable a primera vista en imatges per satèl·lit donat que solen anar acompanyats per la presència de molta vegetació, això és perquè aquests ajuden a la pol·linització i trasllat de llavors, són el transport de bacteris i insectes, refugis per a rèptils i amfibis i una font d'aliment i aigua per a la fauna. A més a més, apropen aquesta flora i fauna a l'espai públic de Capinota i ajuden als processos de renaturalització.

És per això que es destaca el valor de connector ecosistèmic dels canals i s'introdueix com a eina potencial dintre del projecte, no només mantenint la seva secció oberta, sinó també afavorint les seves capacitats i presència a l'espai públic com a element regenerador dels elements naturals de l'espai públic.

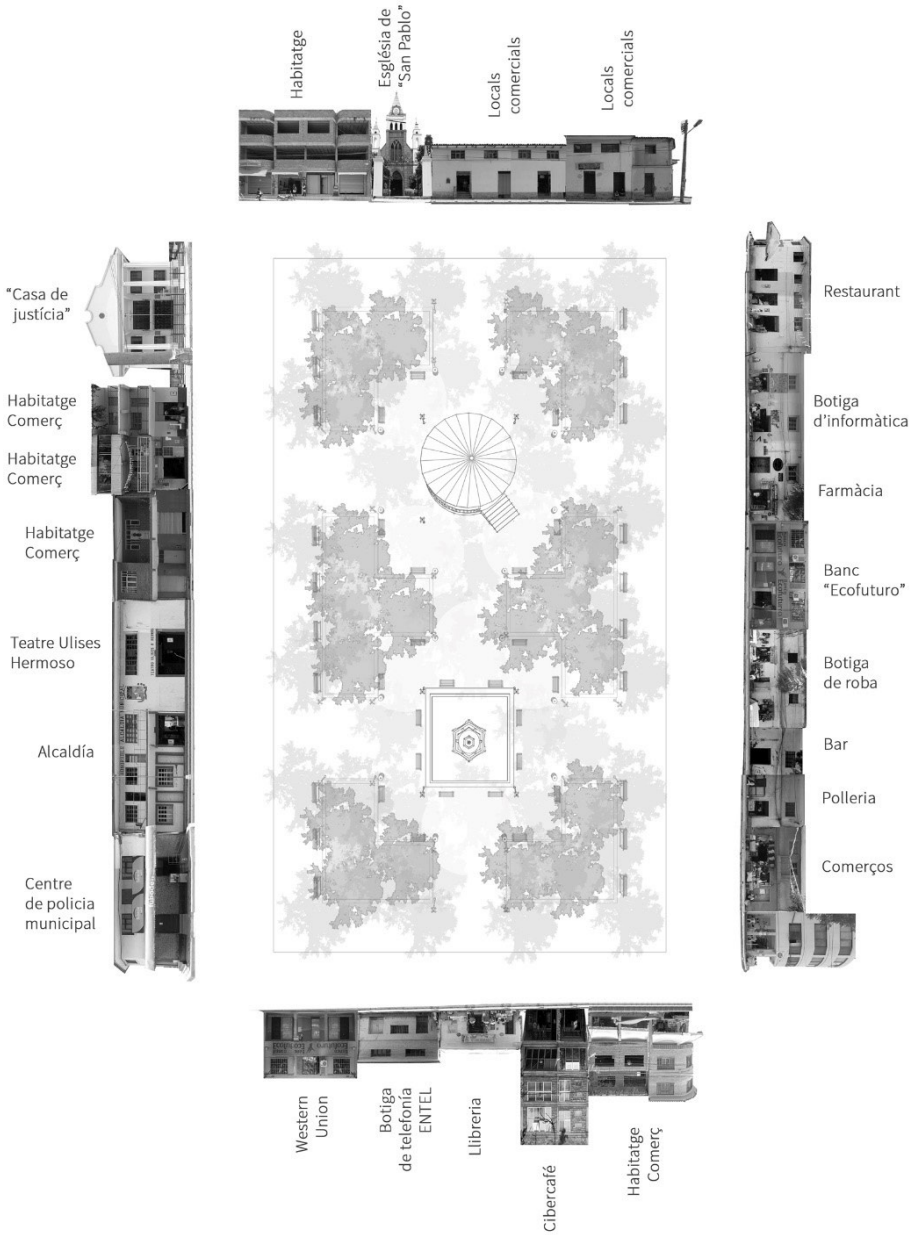


Fig. 09. La plaça central de Capinota. Font: Elaboració pròpia a partir de treball de camp

### 3.3. Formes d'ocupació urbana

La plaça central: Una herència europea i la representació del poder polític i de Capinota

La nostra herència europea, la polis dels grecs o la civitas dels romans, fan sempre referència a una ciutat organitzada sota l'estructura de poder i és per això que la plaça cívica a Europa representa i concentra la idea de nucli de ciutat. En canvi, a les ciutats llatinoamericanes amb orígens precolombins, l'activitat principal era i continua sent l'intercanvi de productes i la cohesió social comunitària (Tapia Uriona, 2014).

Dels resultats dels processos participatius realitzats al llarg del projecte amb la comunitat de regants, es destaca l'evidència que els habitants de Capinota identifiquen clarament quin és el centre de la població i quina és la que reconeixien com a "la plaça central". Es pot observar com tot i que aquesta plaça està dissenyada com a nucli, no fa aquesta funció, i és només la percepció tan espacial com els seus elements de poder la que li atorguen aquesta identitat (Fig. 9).

Aquest fet contrasta amb una realitat apreciable durant el transcurs dels dies, on es pot veure com la plaça més enllà dels fluxos constants d'habitants, no actua com a nexa social ni desperta cap interès per la ciutadania, mentre que, analitzant l'espai públic quotidià, s'identifiquen diferents espais molt més informals amb unes dinàmiques més atribuïdes a una centralitat local i com a plaça on la gent es reuneix, comercia, socialitza i duu a terme les activitats festives i culturals.

De fet, ho són, no perquè estiguin dissenyats com a tal, sinó perquè és on es generen tot un seguit d'activitats que van molt més relacionades amb el dia a dia de la població i que disposen d'elements d'identitat de la seva tradició.

El procés urbà de Capinota, com a població enclavada als Andes Bolivians, apareix marcat per les relacions de dependència econòmica que tota la regió de la vall manté amb el centre del departament, la ciutat de Cochabamba. No obstant això, hi ha diversos punts claus que condicionen aquest procés, caracteritzats per la introducció de les relacions més capitalistes de producció, amb la figura d'intermediaris i comerços que marquen la pauta econòmica i el valor de la producció agrícola, distribuïda als mercats de Cochabamba i Oruro i l'aparició de la primera transformació urbana a principis del segle XX, un pla estructurant on es plasmen de forma més contundent els interessos econòmics de l'època.

La racionalitat del pla busca espaiar la lògica capitalista ubicant les funcions urbanes en sectors específics, densificant el centre, on es construeix la plaça central, imposada sobre un territori desarticulat, en forma rectangular i que

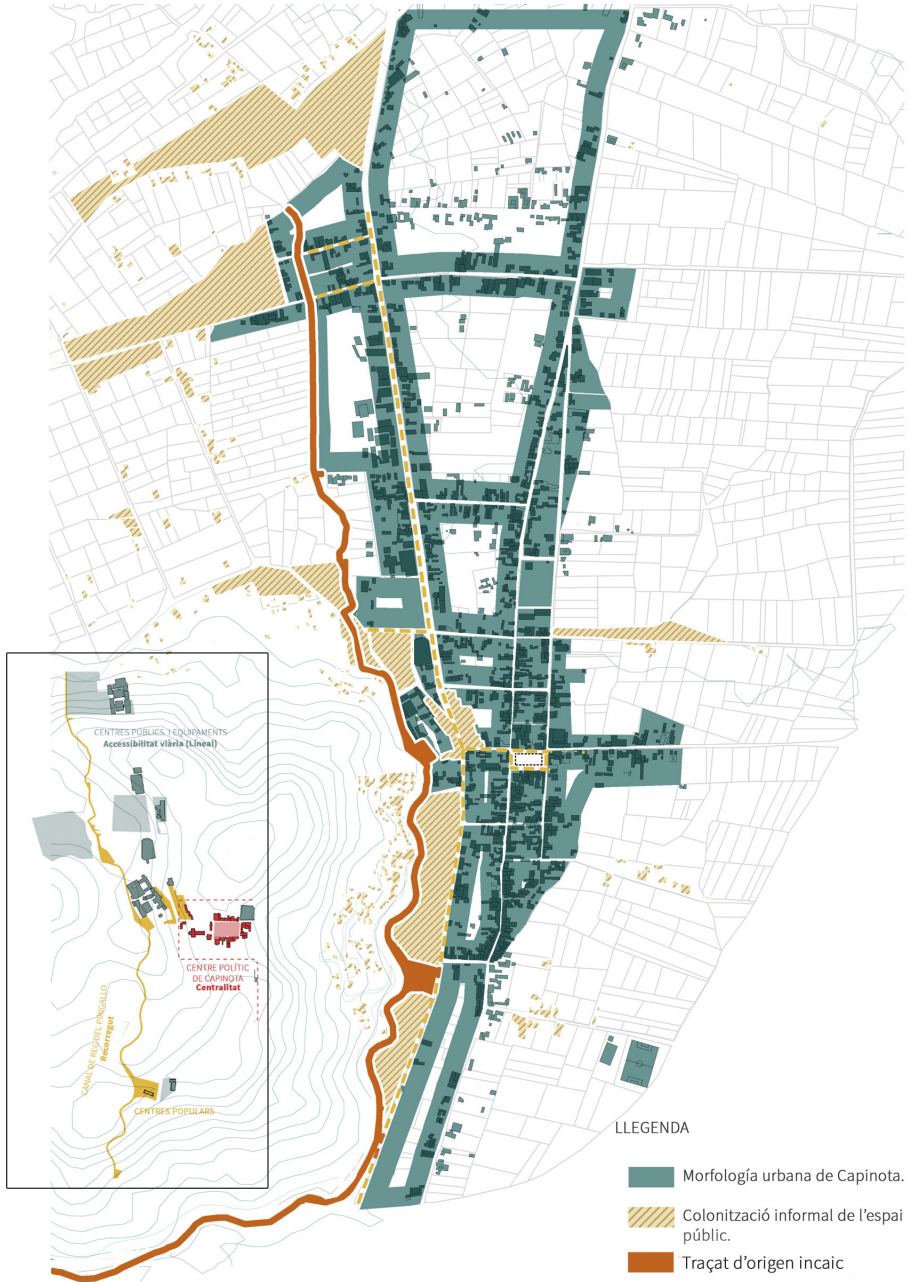


Fig. 10. La colonització informal de l'espai públic es genera al voltant del canal de reg. Font: Elaboració pròpia a partir treball de camp.

monopolitza les funcions polítiques, de gestió pública, econòmiques i que acaba sent coronada per l'església, el poder religiós. El nou sistema viari, influenciat per les directrius de l'urbanisme colonial espanyol, articulava i reforçava el nou esquema centralista, incorporant a la trama urbana dues grans avingudes longitudinals que trencaven les lògiques preexistents (Grijalva, 2015).

### 3.3.2 El traçat del canal de reg com a eix estructurador de dos urbanismes confrontats

A principis del segle XIX, moment en què les ciutats s'incorporen de forma definitiva a la globalització, la ciutat andina no es converteix només en un espai mestís, en el que se superposen els espais preexistents amb la ciutat espanyola, sinó que es tracta d'un territori en el qual conflueixen dinàmiques socials i econòmiques diverses, convertint-ho en un espai multifuncional. Si bé aquesta ocupació per part de les institucions ha esdevingut més aviat una apropiació de l'espai públic, que passa a convertir-se en espai privat, els venedors ambulants i comerciants de carrer no s'apropien del valor del sòl que colonitzen, sinó del valor del seu ús i de les relacions que si generen (Grijalva, 2015).

No és casualitat que les principals inversions en els darrers 10 anys que s'han realitzat tant a la plaça central de Capinota com a l'avinguda principal (antics camins Inques) hagin estat tres bancs, un hotel (encara en construcció per falta de pressupost), un petit centre comercial, un poliesportiu, un mercat municipal de béns no agrícoles (televisors, telefonia, papereria, estris de

#### 1. EL PAISATGE DE SUPORT

#### 2. RECORREGUT DEL CANAL

#### 3. ESPAI PÚBLIC:



Fig. 11. Els espais adjacents a l'eix del canal. Font: Elaboració pròpia



cuina...) o la previsió de construir un museu. Els comerciants tradicionals (patata, blat, pastanaga, sucres i alcohol) que ocupaven els carrers han estat desplaçats, buidant els carrers "del nou centre" d'activitats considerades incompatibles amb el "nou ús". Aquesta població es va reubicar en la vorera frontal, ocupant tots els espais disponibles entre edificacions, espais residuals i parcs.

Observant la configuració morfològica de Capinota (Fig.10) es poden identificar dues formes diferents de territorialització, representades pels diferents tipus de societat que han existit al poble al llarg de la història.

Els traçats del canal de reg del Pirigallo i el camí principal, són d'origen incaic, on aquestes persegueixen lògiques topogràfiques, de seguretat per riscos geològics i protecció del flux fluvial respecte els marges del riu. Els espanyols van mantenir i utilitzar aquest camí principal com a referent sobre el qual desplegar el seu urbanisme reticular. És per això que podem definir que tant el camí com el canal són l'engranatge i punt d'unió entre aquests dos urbanismes confrontats i, per tant, l'adequació del canal i adaptació del seu àmbit a l'espai públic s'ha de fer afavorint aquesta policentralitat i garantint l'accessibilitat, connectivitat i xarxa econòmica al dels nous espais.

Els espais públics de la comunitat estan actualment limitats a carrers sense pavimentar i petites parcel·les molt deteriorades. La primera proposta del projecte parteix d'afavorir aquests espais a través d'accions que poden dur a terme els ha-

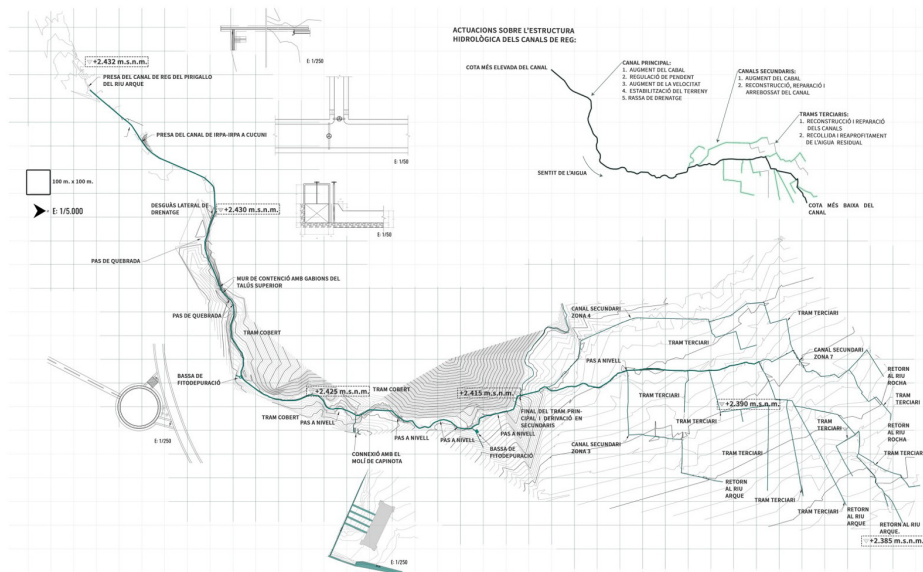


Fig. 12. Actuacions per la construcció de l'estructura hidràulica del canal de reg. Font: Elaboració pròpia

bitants de la comunitat, reutilitzant els materials de les llars actuals i incorporant vegetació autòctona. També s'han de garantir el sanejament i drenatge d'aquests espais urbans, permetent la filtració de l'aigua, la salubritat de l'espai, la utilització de vegetació per controlar olors, generar espais d'ombra i per garantir les seves propietats ecosistèmiques i paisatgístiques, garantir l'accessibilitat i connectivitat i sobretot mantenir i potenciar l'ocupació d'aquest per part de la comunitat.

## 4. El canal de reg del Pirigallo

El darrer document recull el conjunt d'actuacions que es realitzen sobre el canal i tracta com a punts clau la constructivitat i les seves arquitectures del reg, la millora de la qualitat i el tractament de l'aigua i finalment com el projecte contribueix a una millora en la gestió de l'aigua.

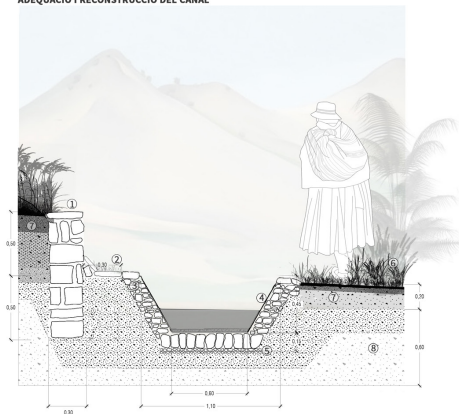
### 4.1 Les arquitectures del reg

#### 4.1.1 Els paisatges del canal

Malgrat que l'àmbit del projecte és molt extens, el canal i l'àrea funcional del projecte es veuen condicionats pels seus propis límits. Per aquest motiu el projecte tractarà el canal de reg en tot el seu recorregut, diferenciant el tram principal i els secundaris.

La reconstrucció de la secció, així com la reparació dels trams que presenten

ADEQUACIÓ I RECONSTRUCCIÓ DEL CANAL



RECORREGUT LATERAL I DRENATGE

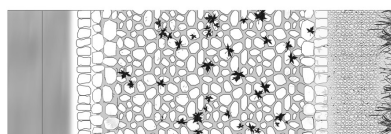
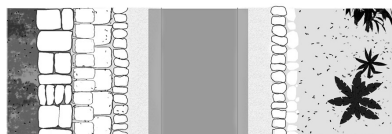
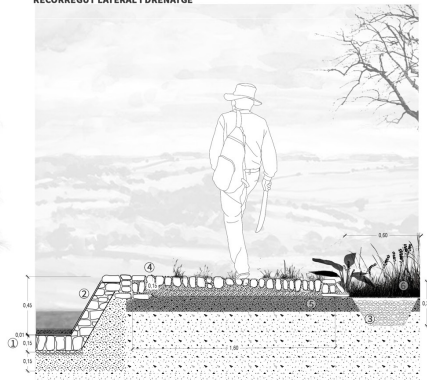


Fig. 13. Seccions tipus del canal. Font: Elaboració pròpia

patologies, es realitza al llarg dels gairebé 5 km de recorregut. Els condicionats del projecte pretenen afavorir el seu potencial com a connector, revalorar el paisatge agrícola al llarg del seu recorregut, potenciar tant la seva capacitat naturalitzadora dels espais urbans d'interès cultural, i recuperar i consolidar els recorreguts que teixeixen la xarxa de camins i de l'espai públic del municipi.

És per això que el projecte no es limita estrictament a l'eix del canal, sinó que integra els seus espais adjacents com a àmbits d'actuació (Fig. 11) que, amb seccions fluctuants segons el tram, persegueixen els objectius marcats pel projecte a fi d'establir una seqüència de transformació i adequació de l'entorn del paisatge dels canals de reg.

#### **4.1.2. Estructura hidràulica: la redefinició de la secció**

Les seccions transversals corresponents al canal principal es tractaran amb l'objectiu clar de reparar el canal i d'habilitar la secció transversal, a fi de millorar el sistema hidràulic del mateix canal i controlar millor les velocitats i el cabal (Fig. 12). A part és prioritari protegir-lo de les constants esllavissades i la cessió de terres durant les pluges que provoquen els continus embossaments i posterior revessament d'aigua.

El canal de reg transcorre a través dels espais més rellevants del municipi, donada aquesta propietat comunicadora gran part de la població fa ús diari d'aquest recorregut, és per això, que l'acondicionament del canal de reg potència aquest eix vertebrador i el converteix en un itinerari segur i accessible.

Els sistemes constructius utilitzats tenen en compte tant l'ús de materials locals i accessibles com la recuperació i millora tecnològica de les tècniques utilitzades per la població.

Per a l'estabilització de terres es fan servir, segons la necessitat, murs de contenció fets amb gabions o en petits murs de pedra. Aquests atorguen resistència a la compressió de les terres i permeten el drenatge de l'aigua per evitar empentes superiors del terreny. Aquesta aigua resultant vessa al canal a través d'un petit sòcol de pedra que redueix gran part de la seva infiltració al terreny i evita possibles patologies al mur del canal produïdes per l'empenta d'aquestes.

En aquells punts on el canal permet un àmbit lateral de pas i estada, aquest disposarà d'una petita plataforma construïda com el sistema local per fer les soleres exteriors, utilitzant els mateixos materials que el canal i unes pedres rodones del riu de gran densitat que anomenen "manzanas" (Fig.13).

L'ampliació de la secció trapezoidal del canal i el conseqüent augment del seu cabal, així com l'angle de les parets laterals, estan dissenyades per evitar vessaments

laterals. Així i tot, per prevenció, donades les grans pluges torrencials o per la possibilitat que es pugui embossar un tram del canal, aquest disposarà d'una rassa de drenatge ubicada a 1,00 - 1,60 m de la secció del canal. Aquesta rassa estarà coberta per una capa de grava, permeten la infiltració de l'aigua al terreny i conduint el seu excés a determinats punts (aproximadament cada 50 m) on pot sobreixir pels talussos laterals i evacuar-se a zones controlades i segures, com alguns camps, matollars i zones de pasturatge, evitant la inundació de zones urbanes.

La reconstrucció del canal integra al projecte la rehabilitació del molí de Capinota, com a actuació de gran interès patrimonial, no només per l'edifici en si mateix, sinó per la seva funció productiva i com aquesta ha esdevingut un element clau en el desenvolupament econòmic local al llarg de les darreres dècades.

És per aquest motiu que la intervenció s'ha d'entendre no només com una reconstrucció física del molí, sinó per la recuperació del seu funcionament, a través de la reconnexió amb l'estructura dels canals de reg i sobretot per la seva potencialitat econòmica, com a nucli social i com espai d'interès comunitari.

La importància de recuperar i reconstruir les peces que componen el sistema per moldre el blat a banda de generar una nova oportunitat per l'economia local, també comporta una acció pedagògica, cultural i de sensibilització, en concebre el seu funcionament com una oportunitat recuperar els valors tradicionals i en definitiva de la seva importància sobre la sobirania alimentària.

## 4.2. Tractament i millora de la qualitat de l'aigua

### 4.2.1. Bases d'acumulació i el reaprofitament com a eina de projecte

Les basses d'aigua s'utilitzen com a elements que s'introdueixen dins del reco-

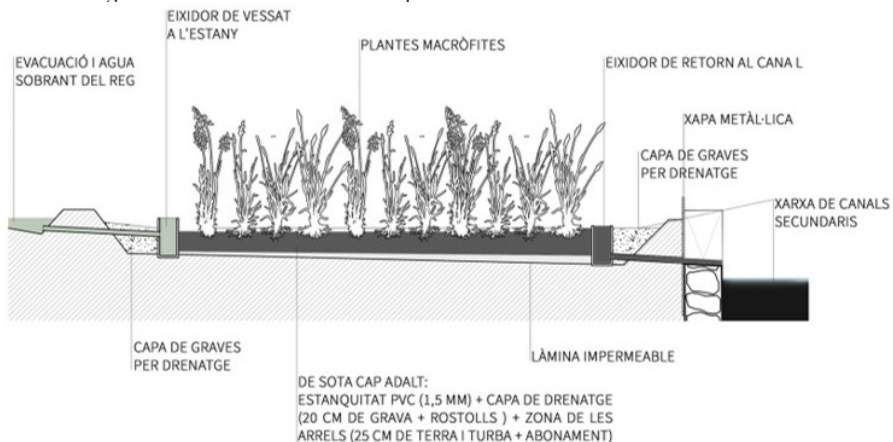


Fig. 14. Estanc de macròfites. Font: Elaboració pròpia a partir dels sistemes de Dansk Rodzoe descrits a Water-scapes (Helene, 2003).



Fig. 15. Integració dels estancs de macròfites en la trama urbana. Font: Elaboració pròpia

regut del canal de reg no només per ajudar l'acumulació i gestió de l'aigua de reg, sinó per depurar i netejar d'aigua gràcies a d'utilització de plantes macròfites. El canal de reg se situa just al costat de la cimentera COBOCE. Els residus d'aquesta acaben tornant al riu i contaminant l'aigua que metres més a baix, acaba recollint el nostre canal i distribuint al llarg de tot el poble. Per

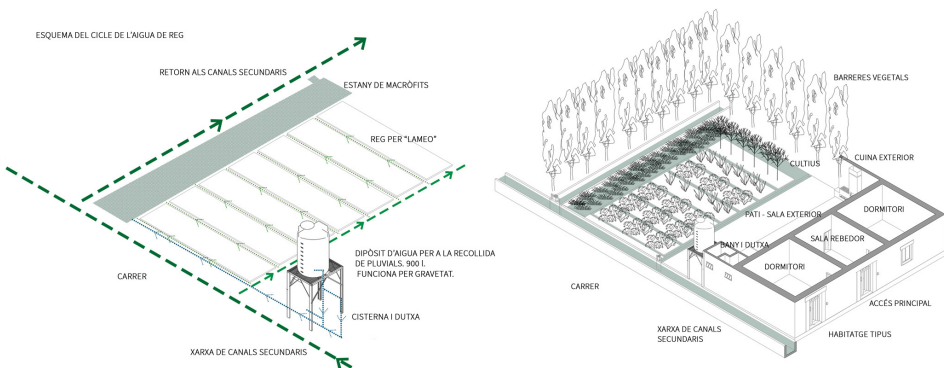


Fig. 16. Esquema del cicle de l'aigua de reg. Font: Elaboració pròpia

aquest motiu és necessari prendre mesures per mantenir una bona qualitat de l'aigua de reg i potable.

Amb la finalitat de poder analitzar com varia la qualitat de l'aigua, se'n van prendre sis mostres que posteriorment han estat analitzades als laboratoris de la UPC a l'EPSEM (Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa). Aquestes mostres preses en punts específics al llarg del cycle de l'aigua de reg, permeten tenir una anàlisi de com varia la qualitat de l'aigua segons el tram.

Un cop analitzats els recursos hídrics i el cycle de l'aigua de reg a Capinota podem establir que la insuficiència de cabal d'aigua i la baixa qualitat d'aquesta no depenen únicament de la conca d'aportació del riu Arkhe. Hi ha un gran volum d'aigua que es perd a causa de l'actual gestió d'aquesta en el reg pel desaprofitament en el retorn a la xarxa. Es disposa d'una gran quantitat d'aigua recollida pels canals resultant d'una tanda de reg o de l'aigua pluvial que es malgasta o no s'utilitza, sumat que els canals són un punt d'evacuació d'aigües residuals dels habitatges (no de sanejament, sent aquest filtratge directament al terreny a través de fosses sèptiques), la qualitat d'aquesta resulta no apte per al seu reaprofitament. Les aigües pluvials poden ser també una font de contaminació important, concentren productes atmosfèrics, així com residus d'olis de cotxe de la carretera o matèries en suspensió. Pensant no només en el reg sinó en el cycle complet de l'aigua, un gran volum no tractat i contaminant és recollit, però desaprofitat i retorna al riu en unes condicions que poden afectar l'ecosistema natural d'aquest.

L'aigua emprada en usos domèstics conté principalment matèria orgànica, essencialment carbonatada, que absorbeixen l'oxigen en la seva desembocadura al riu, en detriment de la fauna i flora aquàtica, a més de la presència d'elements tòxics detectats com el nitrogen amoniacal o el fòsfor. És rellevant considerar tant la possibilitat de reaprofitar l'aigua pluvial i residual del reg, fent més eficient la gestió de l'aigua en l'agricultura, com l'actuació amb els recursos naturals presents per reduir els elements nocius que retornem a l'ecosistema del riu. El mètode usat, cada cop més habitual a Europa i Amèrica Llatina, consisteix a fer circular aquestes aigües residuals a través d'estancs de macròfits (Fig. 14), tant en la seva rebuda a la xarxa com en el seu retorn al riu. Aquestes plantes ralentitzen el corrent, afavorint el sediment de les matèries en suspensió i el mantenen oxigenat mitjançant l'aportació d'oxigen a través de les seves arrels, on a més a més es cultiven bacteris que depuren l'aigua (Helene, 2003).

Aquestes llacunes (Fig.15) faciliten la dilució de les aigües residuals i eviten males olors, la seva integració en el paisatge es fa a través de plantes autòctones i el manteniment i cost associat és gairebé nul.

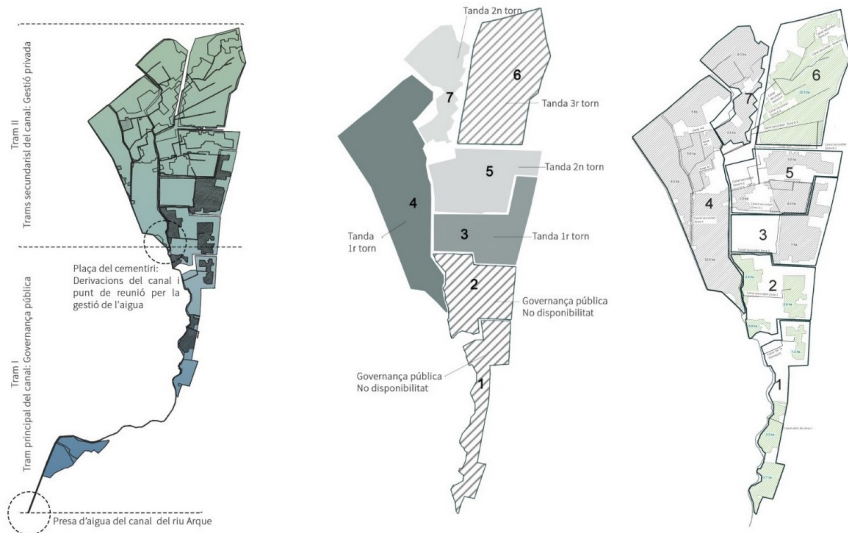


Fig. 17. Esquerra: Titularitat dels trams. Centre: Gestió de "les tandes" segons disponibilitat d'aigua. Dreta: Nova disponibilitat d'aigua i gestió equitativa de "les tandes" segons superfície. Font: Elaboració pròpia. Font: Elaboració pròpia

#### 4.2.2. Reaprofitament de les aigües residuals

Es contribueix al sistema de recollida pluvial del canal a través de dipòsits d'aigua de fins a 900 litres que recullen l'aigua directament de la pluja i de les cobertes (Fig. 16). Aquest sistema actua per gravetat i té un ús directe a l'habitatge tant en punts exteriors (amb una mànega) i com a l'interior on pot actuar com a cisterna de bany o dutxa. L'estany s'ubicarà en el marge de la parcel·la previ al retorn de l'aigua residual al canal. Les dimensions necessàries són d'uns 10 m<sup>2</sup> amb una profunditat des de 0,50 m fins a 1 m. Aquest sistema es pot implementar en totes les parcel·les, sent més efectiu l'aprofitament pluvial on hi hagi residència.

L'aigua del reg arriba a la parcel·la a través del canal secundari, el qual discorre a través de la trama urbana de Capinota. Quan és el seu torn, s'obre la comporta de derivació individual que permet l'entrada de l'aigua i inunda la part posterior de la parcel·la, on generalment estan disposats els cultius, un cop descarregada l'aigua, aquesta és vessa en l'estany a través d'un conducte. Aquest estany, mentre no està regant, s'omple de les aigües residuals de l'habitatge, provenint principalment de la cuina i de la neteja, a més a més de funcionar com a aljub en cas d'inundació o pluges torrencials.

Part d'aquesta aigua es filtra al subsol, directament a l'aquífer, l'altre és retornada al canal secundari, on serà aprofitada en una altra parcel·la per al reg. La capacitat d'aquest sistema per a rebre quantitats importants de matèries en suspensió, la fa idònia en el tractament primari dels residus domèstics i per al tractament de llocs procedents d'altres camps, donat que aquest sistema

permet una nitrificació natural intensa, esdevenint una aigua d'alta qualitat per al reg. Les aigües retingudes en aquesta disposició, fan que l'aigua multipliqui el temps de permanència amb relació al sistema actual. El fons de l'estanc està impermeabilitzat amb una membrana d'1,5 mm col·locada entre dues làmines geotèxtils de protecció. El substrat de la base és una barreja de terra i torba, on es pot abocar adobament del bestiar, aquest substrat s'ubica sobre una capa de drenatge de grava o pedres de petita grandària. El conjunt està recobert superficialment per una capa de sorra que actua com a base de la vegetació. (Helene, 2003).

La vegetació emprada és un canyís autòcton, escollit per la seva presència al territori, la disposició de les seves arrels i la seva capacitat de regenerar-se. L'aigua residual entra a la bassa a través d'un punt i comença a escampar-se per tota la superfície de l'estany.

### **4.3. Governança i gestió del reg**

El canal del Pirigallo és el canal que s'encarrega de subministrar aigua a tota la regió B de Capinota, aquest consta de dos trams diferenciats amb una diferent governança. Com s'ha comentat abans, el primer tram és el que s'inicia a la presa del riu Arque i finalitza a la plaça del cementiri. Com que la pressa forma part del municipi d'Irpa-Irpa, aquest tram és propietat de la municipalitat, sent l'ajuntament de Capinota qui en té les competències de gestió. El marge de la propietat dels terrenys del canal és la seva secció definida a cada tram i, mirant de sud a nord i en la direcció de l'aigua, un marge d'un metre a l'esquerre i d'un metre i mig a la dreta.

La comunitat de regants es reuneix un cop cada dues setmanes per valorar en conjunt la gestió de l'aigua del canal i repartir els torns de reg. L'àrea total de reg del Pirigallo es divideix en set zones (Fig. 17). Les dues primeres són de domini públic i tot i que estan connectades a algunes parcel·les individuals, han deixat d'estar en funcionament per falta de manteniment i d'escassetat d'aigua. La resta es reparteix en cinc zones considerades prioritàries per la gran quantitat de camps que reguen, on el canal accedeix a través dels seus ramals secundaris. Cada zona disposa d'un representant que canvia anualment i són els que, segons la necessitat de l'aigua i les previsions del canal, negocien els torns i quantitat de temps que disposaran per regar.

#### **4.3.1. La gestió del reg: "La tanda"**

Aquest sistema de torns per a la gestió de l'aigua involucra a tota la comunitat, tot i que els últims anys, les conseqüències de la sequera i la mala qualitat de l'aigua han provocat conflictes entre els regants. Hi ha zones on normalment no tenen problemes per accedir a l'aigua, com la ZONA 4 o la ZONA 3, tant la ZONA 7 com la ZONA 5 són derivacions secundàries de les zones anteriors i, per tant, depenen de la quantitat d'aigua segons una previsió i tenen el risc de no disposar de reg de forma continuada atesa la dificultat de controlar com l'aigua i complir



amb els torns. Les ZONES 1 i 2 gairebé sempre estan tancades i l'agricultura que si desenvolupa té un paper residual. Molts camps tradicionals d'aquestes zones han quedat relegats a matollars o han desaparegut. La ZONA 6 és la zona més afectada pels últims anys, ja que disposa només d'una tercera tanda, després de totes les anteriors i que prové de l'aigua sobrant del reg de les ZONES 5 i 7.

El projecte, mitjançant la recuperació de les derivacions del canal principal, principalment gràcies al nou accés generat des del carrer principal, des de la plaça del cementiri i des de la plaça del molí, reactiva el pas del canal per les zones 1 i 2 i aprofita part dels camps abandonats com a punt de buidatge del drenatge de les rases del mateix canal. La intervenció que comporta la reparació, adequació i el canvi de secció en el tram principal del canal de reg, així com el revestiment i ampliació de la secció en els trams secundaris, pretén millorar la capacitat de reg, així com millorar la qualitat de l'aigua i el seu reaprofitament. En alguns punts es generen les basses que permeten l'acumulació, que busquen facilitar la gestió de l'aigua per garantir l'accés a aquesta a totes les zones del Pirigallo. D'altra banda, el reaprofitament i recollida de l'aigua pluvial així com el tractament de depuració d'algunes aigües residuals permet la connexió d'aquestes amb les derivacions secundàries que serveixen l'aigua a les ZONES 5, 7 i 6, s'augmenta la seva disponibilitat i se'n millora la qualitat, amb l'objectiu de frenar l'abandonament de l'agricultura en aquest sector per la falta d'aigua.

## 5. Conclusions

La investigació desenvolupada ha mostrat la importància de la relació entre aigua i territori i qualsevol projecte de ciutat hauria d'abordar-ho atenent a totes les etapes del seu cicle. Això per tal d'entendre quines dinàmiques han contribuït al desenvolupament històric i a la consolidació dels assentaments urbans.

L'anàlisi elaborada i la metodologia emprada han mostrat les complexes interrelacions existents entre els diversos actors de l'aigua, traduïts en unes dinàmiques territorials que obeeixen de les seves pròpies lògiques.

El treball ha evidenciat el paper fonamental de la construcció d'un atlas territorial i com les cartografies ajuden a formular un relat que vertebrava el projecte al voltant de l'aigua. El treball ha mostrat també com la restauració del canal pot contribuir a una millora de la qualitat i la gestió del reg.

A través de l'observació dels processos de configuració morfològics de Capinota i la seva vida quotidiana, ha estat possible interpretar les diferents formes d'habitar i entendre l'espai públic, com llocs on l'aigua és un gran contenidor de memòria col·lectiva.

Els canals de reg són un element identitari del paisatge urbà de Capinota, en tant que aquests són indispensables per al reg i el desenvolupament econòmic de la regió, però desenvolupa al mateix temps una triple funció de connectivitat ecològica, subministradora d'aigua domèstica no potable i d'evacuació. Atesa aquesta importància és necessari tractar els canals per millorar el seu funcionament

i contribuir a la millora del reg, però, sense ignorar la importància de tractar i millorar la qualitat de l'aigua. Per això, el projecte proposa noves mesures per al seu tractament i depuració, així com alternatives per l'autoabastiment d'aigua.

“El Valle bajo” és el gran eix vertebrador del mosaic agroforestal de la regió, per tant, cal potenciar el seu valor ecològic. Es tracta de reivindicar una estructura ambiental ecosistèmica existent, protegir-la i posar-la al centre del projecte. La configuració i el tractament d'un sistema regulat i planificat dels espais lliures i dels marges fluvials són el pas següent imprescindible per a contenir les pressions urbanitzadores i extractives que esgoten el riu.

Finalment, cal destacar com la implicació dels diferents agents, públics i privats, ha esdevingut imprescindible en la gestió del territori. Per aquest motiu, cal que aquests agents siguin actius en la seva protecció i preservació, des del suport administratiu i econòmic en plans i projectes de desenvolupament rural, fins a la preservació i definició de bones pràctiques entre la comunitat, en el correcte ús i bona gestió d'un recurs cada cop més escàs i d'un valor incalculable.

## 6. BIBLIOGRAFIA

Grijalva, M.S. (2015). LA URBANIZACIÓN GLOBAL: DE LO ANDINO A LO URBANO. Des-territorialización y reterritorialización del Centro Histórico de Quito. Breve aproximación a una genealogía de la calle Cuenca. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - FLACSO Sede Ecuador.

Helene Izembart, B.L.B. (2003). Waterscapes: El tratamiento de aguas residuales mediante sistemas vegetales: Using Plant Systems to Treat Wastewater. Barcelona: Gustavo Gili.

Llop Torné, C (2008) Atlas Urbano-guia Metodologica Analisis Ciudad Latinoamericana. Master en desarrollo urbano y territorial. Universidad Nacional de Rosario. <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-de-rosario/analisis-urbanistico/llop-torne-atlas-urbano-guia-metodologica-analisis-ciudad-latinoamericana/10745182>

Llop Torné, C. (2018) Metrópolis rurales emergentes en Latinoamérica. Master en desarrollo urbano y territorial. Departament d'Urbanisme i Ordenació del territori. Barcelona. DUOT.

Mappinggis. (2020) <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/> (Consulta: 14/06/2020)

PDI Capinota (2006) Plan de Desarrollo Integral de Capinota. Departamento de Cochabamba. Capinota.

Tapia Uriona, R. (2014) Contribuciones para la construcción de la teoría sobre la ciudad latinoamericana. A: “VI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Bogotá. Barcelona: DUOT-UPC.

DOI: 10.5821/qru.11899

Adrián Alvarez Barcial  
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

adrian.alva.89@gmail.com