
This is the **published version** of the text:

Alés De Pablos, Cristina; Torres Saura, Marc, dir.; Soler Gironès, Joan, tècnic SIG; [et al.]. Creació d'un SIG per la gestió de la xarxa de reg municipal d'Olesa de Montserrat. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 2023. (Geoinformació)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/283021>

under the terms of the  license

Creació d'un SIG per la gestió de la xarxa de reg municipal d'Olesa de Montserrat

Cristina Alés i de Pablos

Resum – La situació actual de sequera serà cada vegada més habitual a causa del canvi climàtic. És per això que, a més de lluitar per revertir-ho, cal adoptar diferents mesures que permetin pal·liar els seus efectes. La principal conseqüència de la sequera és la manca d'aigua, sent aquest un recurs clau pel nostre dia a dia.

Gràcies a plans d'acció com l'Agenda 2030 aprovada el 2015, on es troben els Objectius de Desenvolupament Sostenible, fan que, entre altres accions, les ciutats tinguin més espais verds. Això comporta que aquestes zones tinguin un manteniment i reg constant. A la majoria dels municipis, l'aigua utilitzada és potable. Les xarxes de reg acostumen a tenir moltes pèrdues d'aigua degut al seu difícil accés i manteniment, ja que és complicat conèixer quan està tenint pèrdues un circuit i en quin punt exacte per poder-ho reparar.

A Olesa de Montserrat aposten per millorar la xarxa de reg i, per tant, estalviar i optimitzar els recursos que queden. És per això que es duu a terme aquest projecte de creació d'un SIG municipal que permeti la gestió de la xarxa de reg i un punt clau per al pas cap a la telegestió.

Paraules clau – Sistemes d'Informació Geogràfica, xarxa de reg municipal, base de dades espacial, visor, aplicació mòbil, telegestió.

Abstract – The current drought situation will become increasingly common due to climate change. That is why, in addition to fighting to reverse it, various measures need to be taken to alleviate its effects. The main consequence of drought is the lack of water, which is a key resource for our everyday lives.

Thanks to action plans such as the 2030 Agenda adopted in 2015, where the Sustainable Development Goals are located, cities have more green spaces, among other actions. This means that these areas have constant maintenance and irrigation. In most municipalities, the water used is potable. Irrigation networks typically have many water losses due to their difficult access and maintenance, as it is difficult to know when a circuit is having losses and at what exact point to repair it.

Olesa de Montserrat is aiming to improve the irrigation network and thus save and optimize the remaining resources. That is why this project to create a municipal GIS is being carried out to allow the management of the irrigation network and a key point for the move towards remote management.

Index Terms – Geographic Information Systems, municipal irrigation network, spatial data base, viewer, mobile app, remote management.

I. INTRODUCCIÓ

A. Contextualització del treball i la institució

L'AIGUA sempre ha estat un recurs fonamental per la vida. Les primeres civilitzacions creixien a la vora dels rius per poder-se abastir d'aigua i conrear els seus aliments. Amb els anys es va passar de seleccionar terrenys propers als rius, que podien convertir-se en una amenaça en cas d'inundació, a modificar el terreny per poder emmagatzemar i canalitzar l'aigua i destinar-la a llocs concrets.

Les primeres xarxes de reg que coneixem es van desenvolupar a Egipte amb l'explotació de la Vall del Nil on es produïen immenses inundacions que fertilitzaven les terres. Per salvar-se de les

variacions del cabal del Nil, van construir un sistema de dics i canals, creant, a cada gran conca de reg, una regió agrícola [1].

Thomas F. Glick [2] defineix un esquema cronològic sobre l'evolució del regadiu, apareixent a Orient Pròxim i expandint-se pel Mediterrani gràcies a l'imperi romà i l'enginyeria civil dels quals és considerada una de les millors. Els musulmans del segle VIII al X perfeccionen i intensifiquen el seu ús sobretot a al-Àndalus que serà el lloc des d'on passarà cap al Nord d'Àfrica, i més endavant cap a Amèrica.

Avui dia, les xarxes de reg són infraestructures clau, no només en l'agricultura, també a les ciutats. Cada vegada es tendeix a la creació d'infraestructures verdes com una estratègia de mitigació i adaptació al canvi climàtic i també es relacionen amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) [3] que es pretenen aconseguir abans del 2030. El verd urbà també proporciona un benestar a la població en crear zones que promouen la interacció social positiva alhora que milloren la salut física i mental [4].

En diverses regions, les xarxes de reg són molt avançades, incorporant diverses tecnologies per optimitzar l'ús i la distribució de l'aigua. Això inclou la teledetecció, previsió meteorològica i els

-
- cristinaalesdepablos@gmail.com
 - 6a edició del Màster en Geoinformació
 - Treball tutoritzat per Marc Torres Saura (Departament de Geografia), Joan Soler Gironès (Tècnic SIG de l'Ajuntament d'Olesa de Montserrat) i Miquel Carreño Delgado (Cap de Manteniment de la Ciutat)
 - Universitat Autònoma de Barcelona
 - Curs 2022/23

Alés i de Pablos, Cristina (2023). Creació d'un SIG per la gestió de la xarxa de reg municipal d'Olesa de Montserrat.

sistemes de control automatitzats que ajusten el flux d'aigua en funció de les dades en temps real.

Actualment, Catalunya està vivint una situació de sequera extrema on les reserves d'aigua de les seves conques internes es troben al 30%, a data de 28 de juny de 2023 [5]. El clima d'aquesta comunitat autònoma és el mediterrani, la qual cosa fa que succeeixin períodes de manca de pluges. Aquest clima provoca que l'ús de l'aigua potable ja s'hagi restringit en altres ocasions com les restriccions en l'ús i consum d'aigua entre el 2005 i 2008. Es preveu que aquesta serà una tendència molt freqüent en els pròxims anys agreujat pel canvi climàtic. L'any 2020, l'Agència Catalana de l'Aigua va definir un Pla especial de sequera que permet gestionar els episodis d'escassetat d'aigua adoptant mesures de manera anticipada [5]. Plans com aquest permetran una ràpida actuació per mitigar les conseqüències.

Olesa de Montserrat és un municipi situat al nord de la comarca del Baix Llobregat amb una extensió de 16,63 km² (1.663 Ha) dels quals 0,86 km² (86 Ha) són superfície agrícola utilitzada [6] i 2,752 km² (275 Ha) corresponen a sòl urbà i industrial [7]. El riu Llobregat passa per l'oest i sud del municipi proveint la ciutat amb aigua que tindrà diversos usos: domèstic, industrial, públic, agrícola i altres com comercials i assimilables.

La Comunitat Minera Olesana és una cooperativa fundada el 8 de desembre de 1868 sota el nom "Sociedad Minera Olesanesa". El seu principal objectiu és el d'abastir d'aigua a Olesa de Montserrat. La seva singularitat és la de ser una comunitat de copropietaris desvinculada d'institucions i empreses. Entre altres, un dels seus beneficis és el d'oferir un preu de l'aigua molt per sota del que cobren les empreses.

L'any 1997 el Ple de l'Ajuntament d'Olesa de Montserrat atorga a la Comunitat Minera Olesana la Concessió Administrativa de l'explotació integral del servei d'abastament d'aigua potable d'Olesa de Montserrat durant un termini de 49 anys (1997 - 2046) [8]. La Concessió dels tres pous ubicats al marge esquerre del riu Llobregat, d'on s'extrau l'aigua, va ser atorgada per l'Agència Catalana de l'Aigua amb la possibilitat d'extreure fins a 8.000 m³/dia (2.920.000 m³/any)

En total, l'any 2020 no es van arribar als 1.400.000 m³ de consum d'aigua pels diferents usos, el més elevat és el consum domèstic amb més de 900.000 m³.

El valor de referència de consum d'aigua de l'OMS és d'uns 100 l/habitant/dia, i Olesa de mica en mica s'hi va establint en un valor proper, sent l'any 2019 de 112,65 l/habitant/dia [8].

Part de l'ús públic d'aquesta aigua potable es destina a la xarxa de reg municipal. Actualment, la major part de la gestió d'aquesta xarxa es fa de forma manual a través d'un programador, que accionarà el reg automàticament, situat a les diferents arquetes del municipi. Implica un control limitat sobre el consum d'aigua potable provocant un possible malbaratament d'aquesta, resultant en una gestió inadequada dels recursos hídrics.

Això ha motivat la necessitat d'una gestió eficient dels recursos hídrics iniciant un projecte on la xarxa de reg incorpori un sistema de telegestió amb el que s'obindrà un alliberament de recursos de la xarxa d'aigua potable i una optimització dels recursos hídrics destinats al reg contribuint al desenvolupament sostenible de la gestió.

Un repte a llarg termini seria l'ús de fonts de subministrament alternatives, com aigua no potable, permetent el manteniment del reg de zones verdes o la neteja de carrers que es veuen afectats en època de restriccions, com és l'actualitat, per situació de sequera. Alguns

municipis, com Sabadell, han dut a terme aquest projecte de telegestió del reg amb molts bons resultats.

Aquesta recerca s'ha realitzat al Departament de Gestió de l'Espai Públic i Equipaments de l'Ajuntament d'Olesa de Montserrat. Aquest departament duu a terme molts projectes, entre ells es troba la gestió del Geoportal, sobre el que s'ha estat treballant, o el Geoportal Urbanístic, a l'espera de l'actualització del POUM de 2022. Són dues eines de consulta ciutadana que s'actualitzen habitualment i permeten obtenir informació, d'interès divers, geolocalitzada al mapa. De manera interna també existeix una plataforma anomenada SIG Intranet que és similar al Geoportal però que alhora incorpora dades que només hi poden accedir personal de l'ajuntament.

Aquest departament fa un gran ús del Geoportal ja que aposta per aquesta eina com a pont entre la ciutadania i l'ajuntament. L'Ajuntament d'Olesa de Montserrat al 2022 va obtenir per 9è any consecutiu el 100% del Segell a la qualitat i transparència de la informació basat en l'índex "Infoparticipa" del Laboratori de Periodisme i Comunicació per a la Ciutadania Plural de la Universitat Autònoma de Barcelona. Tanmateix, el 8 de novembre de 2022 va celebrar-se a Sant Cugat del Vallès la "Jornada enMapa 2022" de Nexus Geographics on Olesa de Montserrat va ser escollida com un cas d'èxit en l'ús del sistema de Gestió del SIG Municipal.

Dins el Geoportal ja existeixen altres conjunts de capes semblants al de la xarxa de reg com és la xarxa d'enllumenat públic, xarxa elèctrica, xarxa d'aigua, xarxa de gas i xarxa de clavegueram. L'enllumenat públic de la ciutat ja està telegestionat per una empresa externa. Permet mantenir l'inventari dels punts de llum, enviar configuracions i realitzar accions remotes dels quadres alhora que visualitzar els estats d'aquests a temps real millorant l'eficiència del manteniment i l'estalvi energètic.

B. Objectius

L'objectiu principal d'aquest treball és el desenvolupament, amb Sistemes d'Informació Geogràfica, de la xarxa de reg municipal actual d'Olesa de Montserrat. Aquesta major coneixença de la xarxa ens permetrà enfocar la cap a un futur basat en la telegestió que garantirà un control més eficient i precís dels recursos hídrics adequant-los a la situació del moment.

Per aconseguir aquest objectiu general, s'han plantejat diversos objectius més específics:

- Anàlisi exhaustiva de la situació actual de la xarxa de reg per determinar les necessitats i deficiències.
- Realització de sortides de camp per completar les dades existents.
- Digitalització de les dades de la xarxa de reg.
- Adaptació d'una aplicació mòbil, ja existent a l'ajuntament, per la gestió telemàtica de futurs canvis en la xarxa de reg.
- Realització d'una prova pilot amb dispositius de telegestió.

C. Hipòtesis i preguntes d'investigació

Abans d'iniciar el treball s'han definit les següents hipòtesis:

- La implementació d'un SIG de la xarxa de reg municipal permetrà ser més eficients en la gestió de la xarxa de reg municipal i reduir el consum d'aigua.
- L'ús d'un SIG millorarà la presa de decisions en la planificació i el desenvolupament de la xarxa de reg municipal.

- Un SIG facilitarà la integració de dades espacials i alfanumèriques relacionades amb la xarxa de reg, millorant la seva gestió i manteniment.

Les preguntes d'investigació que sorgeixen un cop plantejades les hipòtesis són les següents:

- Quin és l'estat actual de la xarxa de reg municipal d'Olesa de Montserrat en termes d'infraestructura, rendiment i eficiència?
- Quins són els principals desafiaments i problemes associats amb la gestió de la xarxa de reg actual a Olesa de Montserrat?
- Quins són els beneficis potencials de la implementació d'un SIG per la gestió de la xarxa de reg municipal?
- Quines són les millors pràctiques i exemples d'èxit en l'ús de SIG en la xarxa de reg municipal en altres municipis?
- Quins són els possibles obstacles que es poden presentar durant la implementació d'un SIG per la gestió de la xarxa de reg a Olesa de Montserrat i com es podrien superar?
- Davant un escenari de sequera, quines eines podrien ajudar a mantenir els espais verds?

D. Organització del document

En aquest document s'hi troba descrit el projecte que s'ha dut a terme al llarg de dos mesos a l'Ajuntament d'Olesa de Montserrat.

La introducció és el primer apartat on es contextualitza el treball i l'entitat on s'ha realitzat per tal de conèixer el punt de partida. També es troben explicats els objectius marcats com una fita a aconseguir, les hipòtesis a comprovar i les preguntes d'investigació a respondre.

El següent apartat el formaria el marc conceptual on s'exposen els conceptes clau necessaris per poder entrar en la matèria del projecte i facilitar la comprensió. També l'estat en que es troba la qüestió que treballem el projecte, es a dir, si ja hi ha altres treballs anteriors que ens puguin ajudar a entendre i millorar les nostres idees de desenvolupament. El segueix la secció on s'expliquen les eines de SIG que s'han utilitzat al llarg del treball.

A continuació hi trobem les fonts de dades d'on s'ha extret tota la informació utilitzada per desenvolupar el projecte.

Tot seguit hi ha l'apartat de metodologia emprada en el treball. Aquesta es troba dividida en quatre seccions que agrupen les diverses tasques: recollida de dades, implementació de les capes al Geoportall, desenvolupament de l'aplicació mòbil i l'inici de la telegestió.

Seguidament s'exposen els diferents resultats obtinguts, agrupats, igual que a l'apartat anterior, en les quatre seccions.

Per acabar, trobem les conclusions on, a mode de tancament, es fa una valoració de la feina feta, si s'han arribat a complir els objectius plantejats i on també es proposen unes línies de treball futur.

II. MARC CONCEPTUAL

A. Conceptes clau

Tal com s'ha comentat l'abastament de l'aigua al municipi és gestionat per la Comunitat Minera Olesana. L'extracció de l'aigua es realitza a través dels tres pous ubicats al Mas de les Aigües, prop del riu Llobregat, i la mina Creu de Beca, situada al nord del nucli urbà la qual aporta un 0,2% del total d'aigua subministrada.

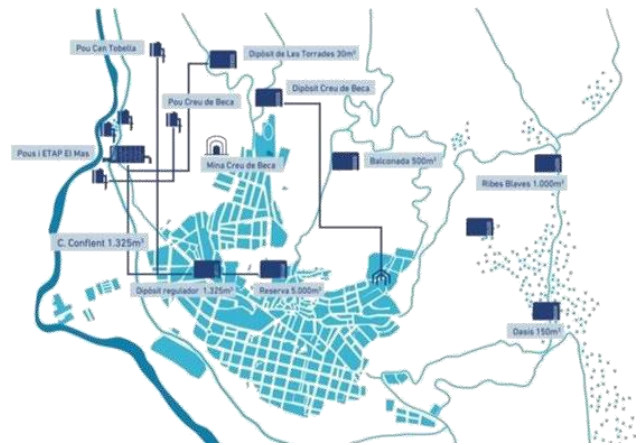


Fig 1: Instal·lacions de la Comunitat Minera Olesana

L'aigua dels pous, un cop extreta passa per l'ETAP, Estació de Tractament d'Aigua Potable on se sotmetrà a diversos tractaments fisicoquímics per acabar transportant-se als diversos dipòsits distribuïts pel municipi gràcies a les bombes que permetran el constant moviment de l'aigua. D'aquests dipòsits sortiran les canonades que conformen els 121 km (2021) de xarxa d'aigua potable d'Olesa de Montserrat [8].

L'aigua de la xarxa circula per l'escomesa situada per sobre de les canonades del clavegueram i per sota d'altres conduccions soterrades com són les de gas, electricitat o telefòniques, separades per una distància mínima establerta per normes oficials [9].

L'escomesa és la part de subministrament gestionada per la Comunitat Minera Olesana. En ramificar-se estarà enllaçant aquesta part d'abastament amb el tram de la xarxa del client. En el nostre cas, en tractar-se de la xarxa de reg municipal, el client és el mateix ajuntament.

Cada zona de reg consta d'un comptador situat sota una arqueta que ens permetrà conèixer la quantitat d'aigua gastada i, per tant, consumida. Entenem com a zona de reg cada bifurcació de la xarxa de distribució utilitzada per regar. A partir del comptador trobem les electrovàlvules, col·locades a la sortida de les derivacions de la canonada. Són elements reguladors de la circulació de l'aigua accionats de manera automàtica gràcies a la seva connexió amb els programadors. El tub que segueix serà de diferent diàmetre segons la quantitat d'aigua que es necessiti emprar i hi trobarem les boques de reg si es rega per difusió o aspersió, o forats si es realitza degoteig.

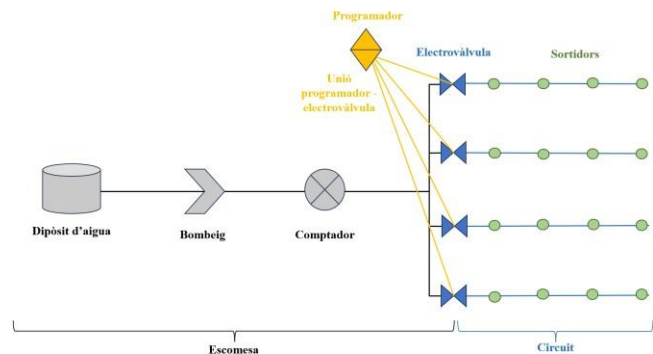


Fig 2: Esquema dels elements d'un sistema de reg

B. Estat de la qüestió

Els Sistemes d'Informació Geogràfica són una eina bastant estesa però alhora poc coneguda i treballada per les entitats públiques com un element de transferència d'informació ràpida i visual per als ciutadans.

Els ajuntaments han de garantir la transmissió de dades als ciutadans segons la llei 19/2014, del 29 de desembre, de transparència, accés a la informació pública i bon govern, on citem:

*“Títol II – De la transparència Capítol I – Capítol IV
Capítol I – Transparència en l'activitat pública Article 5 – Article 7
Article 6 – Obligacions de transparència*

6.1 Per a fer efectiu el principi de transparència, els subjectes obligats han d'adoptar les actuacions següents:

a) Difondre la informació pública d'interès general d'una manera veraç i objectiva, perquè les persones puguin conèixer l'actuació i el funcionament de l'Administració pública i exercir el control d'aquesta actuació.”

És per això, que molts han creat un visor web que, a més de la descàrrega de dades també permet la seva visualització. Un exemple d'aquesta pràctica seria el visor IDE de les Illes Balears que disposen de més de 100 conjunts de dades.

Si cerquem visors que incorporin informació semblant a la que es vol desenvolupar en aquest projecte, es a dir, sobre les xarxes de reg municipal, es redueixen els resultats.

Els ajuntaments dels diferents municipis de les illes balears també incorporen dins el seu visor capes com són la xarxa de distribució, les conduccions, els dipòsits, captacions, boques de reg i vàlvules, com podem veure a la següent figura, entre moltes altres capes.

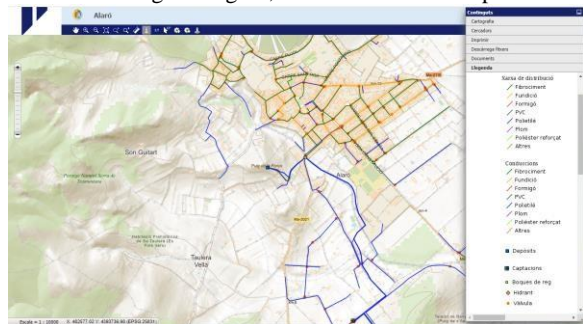


Fig 3: Visor IDE del municipi d'Alaró (Mallorca) [10]

Altres models serien els visors de les comunitats de regants del Baix Priorat (Catalunya), Alhama (Múrcia) i Almazora (València) que mostren el parcel·lari, la infraestructura general, els elements de reg per gravetat i, finalment, els elements del reg a pressió on trobem la xarxa de reg i les vàlvules entre altres.



Fig 4: Visor Comunitat de Regants d'Almazora (València) [11]

Un exemple proper d'incorporació de la telegestió a la xarxa de reg dels espais verds municipals és Sabadell. Al 2004, l'ajuntament va iniciar diverses accions per la gestió eficient de les aigües de reg dels espais verds com introduir sistemes de tractament i distribució d'aigua no potable i la gestió remota de la xarxa de reg. La instal·lació de la telegestió es va realitzar durant el 2013 arribant a controlar a finals d'any el 92% de la superfície de gespa municipal. Les funcions que incorpora la seva telegestió són la programació d'obrir i tancar el reg, el control del consum d'aigua en diferents sectors per poder detectar i actuar contra possibles fuites, la consulta de l'estat del sistema de reg per realitzar el seu manteniment... L'ajuntament estima que durant l'any 2013 s'ha estalviat 110.406 m³ d'aigua, que econòmicament equivaldria a uns 168.370 €, permetent-los recuperar en dos anys la inversió realitzada per la instal·lació del sistema. [12]

C. Eines utilitzades

Un Sistema d'Informació Geogràfica (SIG) és un sistema que crea, administra, analitza i representa cartogràficament tota classe de dades. Les que són espacials les integra en un mapa donant tota mena d'informació descriptiva [13].

Per dur a terme aquest projecte, les eines que s'han fet servir han estat el QGIS per la fase d'edició i gestió de les dades, PgAdmin 4 per emmagatzemar les dades i les seves geometries a una base de dades, i finalment el 'GeoPortal d'Olesa de Montserrat' [14] per la representació mitjançant un visor de les diferents capes.

QGIS és una aplicació de SIG construïda sobre programari lliure i de codi obert. És un projecte oficial d'Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). A través de les seves funcions permet visualitzar, gestionar, editar i analitzar dades [15].

PgAdmin 4 és una base de dades de codi obert que permet gestionar i administrar bases de dades espacials amb PostgreSQL [16] gràcies a l'extensió PostGIS que incorpora per al tractament de dades geogràfiques en la qual es poden assignar coordenades i geometries per la posterior representació.

L'Ajuntament d'Olesa de Montserrat va contractar el producte enMapa de l'empresa Nexus Geographics l'any 2018 per dissenyar i mantenir el visor del SIG municipal. Aquest és un producte especialitzat en els ajuntaments que consta d'una plataforma formada per mòduls o aplicacions d'ús intern i altres aplicacions obertes a la ciutadania per poder potenciar l'eficiència i la transparència. Entre les aplicacions de consulta externa es troba el 'Geoportal d'Olesa de Montserrat'. Aquest incorpora una eina que, a través d'una connexió amb les dades emmagatzemades a PgAdmin 4, ens permet seleccionar les capes que volem representar i dissenyar la seva visualització.

III. FONTS DE DADES

Per la realització del projecte ha estat necessari l'ús de diverses fonts de dades per obtenir una informació completa i precisa sobre la infraestructura de la xarxa de reg existent i altres factors pertinents.

- Dades de prèvies sortides de camp en format shapefile. Aquestes han estat facilitades pel mateix Departament de Gestió d'Espais Públics i Equipaments. S'han utilitzat de base on emmagatzemar les noves dades recollides.
- Pla Director de Verd Urbà. Aquest pla és una eina, encara en desenvolupament per Olesa de Montserrat, que serveix de marc referent en la planificació, la gestió i el manteniment dels espais verds urbans del municipi. S'han fet servir els codis designats en

- aquest pla com a un altre atribut per facilitar la localització de les zones de reg.
- Base Cartogràfica de Nexus Geographics. Amb el disseny del Geoportal, l'empresa també ha creat una base cartogràfica només del municipi d'Olesa de Montserrat.
- Codis i pòlisses dels comptadors facilitats per l'Ajuntament d'Olesa de Montserrat a través de la pàgina GEMWEB. L'ajuntament té contractada aquesta web la qual proporciona eines de gestió energètica. Permet la realització de consultes específiques sobre el consum d'enllumenat públic, d'aigua i d'electricitat entre altres. La web permet conèixer factures històriques per obtenir una evolució en el consum d'aquestes i detectar deficiències.
- Eines de telegestió de l'empresa SAMCLA, empresa especialitzada en sistemes de monitorització i control del reg, residus, instal·lacions i automatismes pel sector públic i privat.

IV. METODOLOGIA

En aquest apartat es descriu la metodologia utilitzada per la creació d'un Sistema d'Informació Geogràfic per la gestió de la xarxa de reg municipal d'Olesa de Montserrat. El projecte es divideix en quatre etapes on la primera es centraria en la creació d'un visor de la xarxa de reg i la segona tractaria d'adaptar-ho a una aplicació mòbil per poder gestionar les capes remotament.

Per aquest projecte s'han emprat els diferents programes descrits anteriorment, sempre priorititzant un programari amb llicència de codi obert. D'aquesta manera es garanteix un lliure accés a qualsevol usuari que vulgui fer-ho servir. Un altre benefici d'això és que, en el cas que es vulgui reproduir en una altra entitat, no hi haurà limitacions pel que a programari respecta.

A. Recollida i tractament de dades

Per poder crear el visor per la xarxa de reg d'Olesa de Montserrat primer caldrà realitzar una recollida de dades ja existents. Entre aquestes es troben dades de sortides de camp prèvies i dades que la mateixa Comunitat Minera Olesana ens facilita. Calia fer una depuració d'aquestes, ja que feia temps que s'havien recollit i s'havien dut a terme canvis que no havien estat enregistrats. Aquestes dades es troben tant en plànols com en format shapefile, un format adient per poder treballar amb el programa QGIS. S'organitzen en diversos arxius, un per cada element de la xarxa, i s'hi defineixen diversos atributs alfanumèrics:

- Comptadors: Codi intern de comptador, Número de comptador, Número de pòlissa, Zona de reg, Codi PDVU (Pla Director del Verd Urbà), Barri, Fotografia.
- Escomesa: Codi intern de comptador al qual es troba associada, Zona de reg, Codi PDVU, Barri.
- Electrovàlvula: Codi intern electrovàlvula, Zona de reg, Codi PDVU, Barri, Fotografia.
- Circuit: Codi intern del circuit, Diàmetre del tub, Tipus de reg, Zona de reg, Codi PDVU, Barri.
- Sortidor: Codi intern del sortidor, Tipus de sortidor, Zona de reg, Codi PDVU, Barri.
- Programador: Codi intern programador, Número de programador (utilitzar en cas de ser un programador de telegestió), Model, Electrovàlvules que estan connectades, Zona de reg, PDVU, Barri, Fotografia.

- Programador – Electrovàlvula: Codi intern programador, Codi intern electrovàlvula, Zona de reg, Codi PDVU, Barri.

Els atributs assignats a cada capa han estat definits per tal que entre ells puguin estar relacionats i d'aquesta manera saber en tot moment tot el curs d'un circuit concret. S'han valorat diverses propostes de conjunts d'atributs per tal de donar tota la informació possible però sense repetir-se. El codi intern mencionat en cada element té l'origen en el valor que se li ha assignat al comptador, a partir d'aquest es van afegint la resta. El codi que conté un sortidor serà el més llarg i ens informará del Comptador, Electrovàlvula, Circuit i Sortidor en aquest ordre, com al següent exemple: 01C.01EV.01V.01D. El següent sortidor del mateix circuit tindria el codi 01C.01EV.01V.02D i així successivament.

Un cop organitzades caldrà realitzar sortides de camp per verificar-ne les dades ja existents i acabar de completar-les. Per dur a terme les sortides esmentades s'han imprès els plànols que s'han completat gràcies a un tècnic-oficial en jardineria que mostrava les localitzacions de les arquetes on es trobaven els elements. Per complementar la informació que s'anava escrivint també es feien fotografies que més tard s'afegirien als atributs.

Un cop finalitzades les sortides de camp es realitza el tractament de les dades recollides digitalitzant-les a QGIS partint dels diferents shapefiles ja existents.

B. Visor de la xarxa de reg

Aquestes dades recollides i tractades són la base per la creació d'un visor a partir de Sistemes d'Informació Geogràfica, essent una aplicació client-servidor amb una arquitectura de tres nivells. El primer nivell correspon a on s'emmagatzemen i es gestionen les dades. El segon nivell serà el de l'aplicació on tota la informació recopilada es processa. I el tercer i últim és el nivell de presentació que tractaria de la interfície d'usuari on l'usuari o client final interactua amb l'aplicació.

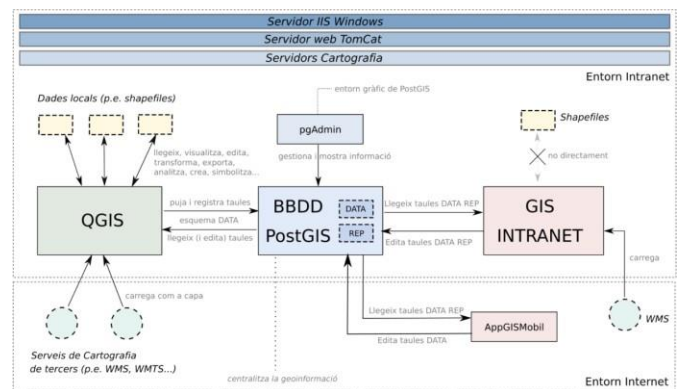


Fig 5: Esquema de connexions entre els components del software

El següent pas, després de la recollida de dades seria el disseny i creació de la base de dades espacial. Aquesta es gestionarà a través de PgAdmin 4 i, per tant, mitjançant PostgreSQL i PostGIS. Aquest pas ha estat realitzat per una empresa externa. S'han definit dos esquemes de treball: l'esquema 'data', on s'emmagatzemen els datasets amb geoinformació, i l'esquema 'rep', on s'emmagatzema la configuració i la representació que tindran al visor.

L'esquema 'rep' el formen diverses taules unes que controlen l'estructura que tindran els datasets dins el visor, és a dir, en blocs,

Alés i de Pablos, Cristina (2023). Creació d'un SIG per la gestió de la xarxa de reg municipal d'Olesa de Montserrat.

carpetes i capes, altres taules que permeten l'ús de filtres i controls d'informació, taules sobre els estils o símbols de les capes i, finalment, les taules que controlen els usuaris, permisos i rols.

El primer que cal fer quan ja tenim la capa digitalitzada serà la seva càrrega a PostGIS, a l'esquema 'data' mitjançant l'Administrador de bases de dades de QGIS. Gràcies a la realització d'una connexió entre QGIS i la base de dades, els canvis que es realitzin a les capes mitjançant el QGIS s'actualitzaran automàticament a l'esquema 'data', i a la inversa. Això permetrà la realització de canvis posteriors sense la necessitat de carregar noves versions de les capes a la base de dades.

Seguidament, es farà un registre de les dades a PostGIS, a l'esquema 'rep', per tal que pugui publicar-se al visor. Ha estat necessària la instal·lació d'un plug-in creat per la mateixa empresa.

Ara que la base de dades està completa, només queda la publicació dels datasets al visor. Aquest disposa de la configuració necessària per poder seleccionar un dels datasets que es troben publicats a la base de dades. En escollir-lo podrem modificar la seva simbolització, és a dir, si es representarà a través d'un símbol únic i escollir icona, color, gruix i mida, o si es representarà temàticament, és a dir, en funció de les dades que té un dels seus atributs.

També caldrà definir els permisos de visualització, doncs en estar treballant en un visor SIG d'una entitat pública com un ajuntament, les dades amb què es treballen són delicades i no poden estar, per qüestions legislatives, a l'abast de tothom. N'hi ha que poden ser públiques, però d'altres només poden ser d'ús intern. En seleccionar si volem que una capa sigui de domini intern només s'apareixerà al visor si s'hi accedeix com a administrador.

En cas que es vulgui publicar informació externa, com per exemple enllaçar un document o un vincle a una altra web, haurem de configurar la taula 'infoplus' que es troba a l'esquema 'rep'. Aquesta tindrà tres opcions de comportament on una pot ser una càrrega directa a la finestra d'informació, un botó que permeti a l'usuari clicar o un enllaç si es tracta d'un URL.

Falta un últim pas abans de poder arribar a visualitzar la capa al visor. Es tracta de Geoserver. Aquest és un servidor de cartografia de codi obert que permet compartir i editar geoinformació sota una sèrie d'estàndards (OGC) a través d'internet. Això permetrà la publicació de les dades que hem emmagatzemat en diferents orígens i formats. En entrar a la seva interfície caldrà que configurem una connexió al nostre esquema 'data' de PostGIS per llegir les dades. Si es vol publicar una de les capes, caldrà que estigui carregada al Geoserver i haver definit un nom, títol, descripció i sistema de coordenades. També podem definir des d'aquest servidor l'estil que li volem donar, en format SLD o assignar-ne un per defecte.

Finalitzat tot aquest procés ja podem visualitzar la capa al visor web.

C. Aplicació mòbil

La segona part del projecte tracta de la configuració de l'aplicació mòbil per l'edició de capes a través d'un mòbil o tauleta. L'aplicació s'anomena AppGISMobil i l'ha desenvolupat Nexus Geographics dins el producte enMapa. Aquesta facilita el treball de camp i comparteix connexions amb el GIS Intranet i PostGIS. S'executa al navegador com una aplicació web adaptada a dispositius mòbils. En tractar amb dades georeferenciades resulta molt pràctic poder utilitzar el GPS incorporat al dispositiu des del qual s'utilitza l'aplicació per realitzar canvis in-situ. Es requerirà connexió a internet i permís per accedir a la ubicació del mòbil.

Serà necessari que prèviament s'hagin dut a terme els passos descrits a l'apartat anterior [IV.A], és a dir, tenir la capa a ambdós esquemes, 'data' i 'rep', de la base de dades PostGIS i tenir-la carregada al Geoserver, ja que les capes es carregaran per peticions WFS.

Aquesta aplicació consta d'una pantalla inicial on es veuen en format graella els diferents inventaris de capes que es poden editar amb una imatge. Cada capa té un mapa individual. En clicar en un passem a una segona pantalla on trobem la capa seleccionada sobre el fons d'Olesa de Montserrat. En accedir a una de les icones entrem a la configuració dels paràmetres d'aquest. Els atributs es poden definir en format text, llista, data o adjuntar una fotografia, segons s'hagi definit al document de configuració. També hi ha l'opció de crear un punt nou dins la capa que s'està editant, per tant, tindrà les mateixes característiques i atributs. En desar l'element, s'afegirà el registre a la base de dades.

La configuració de l'aplicació es determina mitjançant un fitxer de configuració JSON. En aquest caldrà determinar uns paràmetres globals on es defineix l'enllaç en què es localitza el Geoserver i els paràmetres que utilitzaran els diversos mapes com són la projecció, els mapes de fons i les resolucions.

Seguidament, es definiran els paràmetres de les capes individualment on li donarem un títol i una imatge de previsualització per la pantalla inicial. Així mateix, caldrà indicar l'enllaç al servei WFS que farà servir, l'espai definit al Geoserver com a espai de treball, la capa Geoserver a emprar i els diferents atributs a omplir segons si és un camp de text, numèric, una llista, una data o un usuari.

Finalment, un cop creat i desat el codi, s'haurà creat un nou inventari de dades.

D. Camí a la telegestió

Els sistemes de telegestió són unes eines que permeten la gestió i el control remot d'instal·lacions tècniques que es troben distribuïdes geogràficament. Són equipaments cada cop més comuns en ajuntaments degut als seus bons resultats en eficiència energètica.

La telegestió del reg, en el nostre cas, permet programar el reg en funció de la previsió meteorològica o arribar a aturar els regs de forma automàtica en cas de pluja. Això resulta en un estalvi d'aigua considerable igual que una optimització del personal dedicat a aquesta tasca.

Basant-nos en els resultats positius d'altres municipis, un objectiu ambiciós i assequible és el pas de tota la xarxa de reg a la telegestió per tal de poder gestionar-la evitant el desplaçament dels tècnics i operaris.

Per comprovar la seva viabilitat s'ha utilitzat una de les zones del municipi com a lloc de prova d'aquest nou sistema de gestió. Es tracta del Parc Municipal. El sector consta de nou zones de reg cadascun amb els seus elements de la xarxa de reg, és a dir: programador, electrovàlvules, circuits i sortidors. Els programadors seran l'única peça que caldrà canviar per poder realitzar telegestió.

Els dispositius utilitzats són de l'empresa SAMCLA i estan formats per tres elements:

- Hub o equip concentrador, és un equip que es comunica per radiofreqüència amb la resta d'elements que formen el sistema. És el que rep l'ordre enviada des de l'ordinador o dispositiu i l'ha de transmetre als diferents elements.
- El REP o equip repetidor, tracta de diverses unitats remotes que actuen com a pont entre el hub i el control d'electrovàlvules per

aconseguir que sempre hi hagi senyal en cas que la distància entre ambdós equips sigui massa llarga.

- El SBP o equip controlador d'electrovàlvules, que són les diverses unitats remotes que permeten controlar l'activació o bloqueig de les electrovàlvules. Substituirien els programadors en la xarxa manual. Aquest s'instal·la dins les arquetes i és autònom.

Aquests són els elements bàsics, tot i això també s'ha decidit instal·lar un sensor de pluja que automàticament tanqui les electrovàlvules, en cas d'estar en funcionament, i les torni a activar si és necessari després de dues hores de deixar de detectar la pluja.

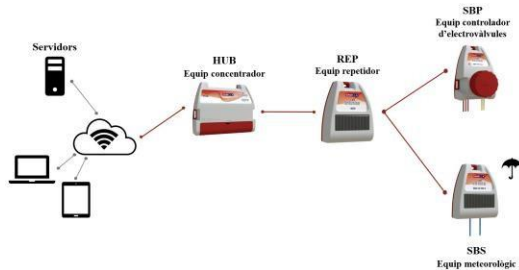


Fig 6: Esquema dels elements del sistema de telegestió de la xarxa de reg

V. RESULTATS

Aquest capítol del projecte es destinarà a exposar els resultats obtinguts.

A. Visor de la xarxa de reg

En primer lloc, s'ha pogut realitzar una completa implementació de les dades recollides al visor del Geoportal d'Olesa de Montserrat.

A la següent figura observem que les capes es troben agrupades, a l'esquerra del visor, en blocs i carpetes per facilitar la cerca d'aquestes. De moment les dades tractades contenen informació privada, és per això que, de moment, només seran visibles pels usuaris amb accés a intranet, tal com s'indica al títol del bloc.

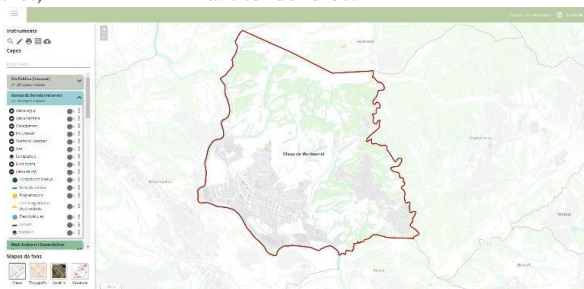


Fig 7: Geoportal Intranet Olesa de Montserrat.

A la figura 7 hi podem observar la disposició del visor web amb el qual s'ha treballat. En obrir-lo trobem el mapa centrat al municipi i amb la capa de fons predeterminada. A l'esquerra s'hi desplega un panell amb eines que ens permeten navegar per aquest. D'una banda, hi trobem els anomenats 'Instruments' on podem realitzar cerques, dibuixar, imprimir o descarregar capes. D'altra banda, al següent apartat anomenat 'Capes', s'hi disposen els blocs que contenen carpetes i aquestes capes, d'aquesta manera s'obté un visor agrupat en funció dels temes. Finalment, podem canviar els mapes de fons entre el predeterminat, el mapa topogràfic, una imatge satèl·lit i el cadastre.

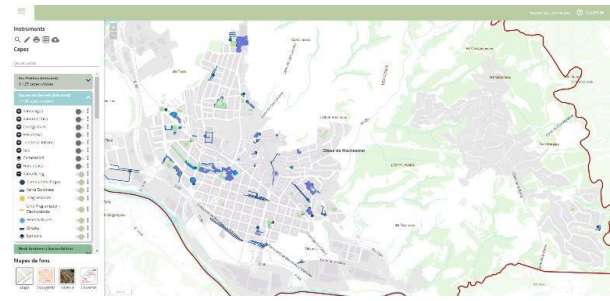


Fig 8: Geoportal d'Olesa de Montserrat amb les capes de la carpeta 'Xarxa de reg' activades.

La figura 8 mostra el visor amb les capes de la carpeta de xarxa de reg activades. Aquestes són totes les que s'han creat: comptadors d'aigua, xarxa escomesa, programadors, unió entre programador i electrovàlvula, electrovàlvules, circuits i sortidors. Com s'observa, al costat del títol de la capa es troba dibuixat el seu símbol excepte a la de sortidors. Això és degut al fet que la capa de sortidors té una simbologia temàtica on el color del punt varia en funció del tipus de sortidor que és, la resta de capes utilitzen símbols únics.

A la figura 9 hem disminuït l'escala en la qual ens trobem per poder veure de prop la Plaça de la Dignitat per veure un exemple de la xarxa de reg. El punt blau fosc correspon al comptador d'aigua, aquest va unit per una línia d'un blau més claret amb les tres electrovàlvules representades per punts blau clar. D'aquestes electrovàlvules hi surten els circuits blau fosc i a cadascun d'ells hi trobem els sortidors, que pel color indica que són difusors. Tornant uns passos enrere veiem que unit a les electrovàlvules també es troben, de color groc, els programadors i les unions entre els programadors i les electrovàlvules.

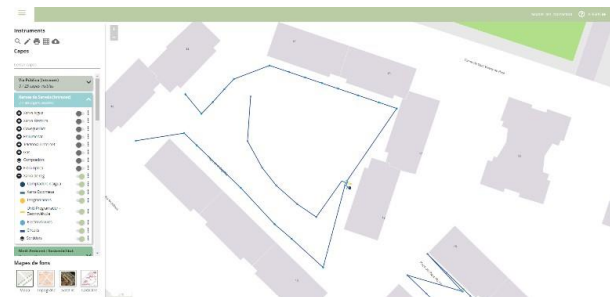


Fig 9: Geoportal centrat a la Plaça de la Dignitat d'Olesa de Montserrat.

En clicar el mapa, en cas de trobar-nos sobre un dels elements, s'obriria un panell a la part dreta amb informació sobre aquest. La informació que ens mostra és la que hauríem definit com a 'identificable' al PgAdmin. Els camps comuns en tots ells són la zona de reg, el codi del Pla Director del Verd Urbà, el codi del comptador i el barri en què es troben.

Així doncs, la implementació de les capes de dades espacials al 'Geoportal d'Olesa de Montserrat' permet la visualització i obtenció d'informació d'aquestes.

La informació que apareix en aquestes taules informatives està enllaçada entre ella per tal d'evitar errors de codi. En cas de crear nous punts de la xarxa de reg serà necessari executar uns codis a través de PgAdmin per, com s'ha dit, actualitzar les dades.

Alés i de Pablos, Cristina (2023). Creació d'un SIG per la gestió de la xarxa de reg municipal d'Olesa de Montserrat.

Comptadors d'aigua		Xarxa Escamesa	
Codi Comptador	18C	Codi Comptador	18C
Zona de reg	Plaça de la Dignitat	Zona de reg	Plaça de la Dignitat
Pla Director del Verd Urbà	EV032	Pla Director del Verd Urbà	EV032
Barri	SANT BERNAT	Barri	SANT BERNAT
Número Comptador	18		

Unitó Programador - Electrovàlvula		Programadors	
Codi Comptador	18C	Codi Comptador	18C
Codi Programador	18C.01P	Codi Programador	18C.01P
Codi Electrovàlvula	18C.01EV	Model de programador	TBOS-II
Zona de reg	Plaça de la Dignitat	Circuits connectats	1-2-3
Pla Director del Verd Urbà	EV032	Zona de reg	Plaça de la Dignitat
Barri	SANT BERNAT	Pla Director del Verd Urbà	EV032
		Barri	SANT BERNAT

Electrovàlvules		Circuits	
Codi Comptador	18C	Codi Comptador	18C
Codi Programador	18C.01P	Codi Programador	18C.01P
Codi Electrovàlvula	18C.03EV	Codi Electrovàlvula	18C.02EV
Zona de reg	Plaça de la Dignitat	Codi Circuit	18C.02EV.02C
Pla Director del Verd Urbà	EV032	Diàmetre	32
Barri	SANT BERNAT	Tipus de reg	Aspersió
		Zona de reg	Plaça de la Dignitat
		Pla Director del Verd Urbà	EV032
		Barri	SANT BERNAT

Sortidors	
Codi Comptador	18C
Codi Programador	18C.01P
Codi Electrovàlvula	18C.02EV
Codi Circuit	18C.02EV.02C
Codi Sortidor	18C.02EV.02C.01A
Tipus de sortidor	Aspersor
Zona de reg	Plaça de la Dignitat
Pla Director del Verd Urbà	EV032
Barri	SANT BERNAT

Fig 10. Taula informativa per cada capa amb els atributs seleccionats.

L'obtenció de la dada de barri i del codi del Pla Director del Verd Urbà es realitzarà amb un join espacial seguint el següent model:

```
UPDATE taula_destí d
SET columna_destí = o.columna_orígen
FROM taula_orígen o
WHERE ST_Intersects(d.geom, o.geom)
```

Així estarem enllaçant la taula d'origen, sent aquesta la capa de barris o del Pla Director del Verd Urbà, amb la capa de destí que vulguem actualitzar segons geometria.

Per actualitzar la columna amb els codis dels elements que precedeixen al de la taula que estem actualitzant, realitzarem també joins espacials com l'anterior. S'ha d'anar amb molt de compte al realitzar-los ja que, al ser espacials i amb la condició que intersequin en algun punt cal, per tant, que les geometries dels elements estiguin en contacte. Això vol dir que l'ordre a realitzar-ho serà l'invers de la xarxa. És a dir si estem actualitzant la taula de sortidors primer haurem de fer el join amb la capa de circuits tot i voler el codi del comptador, per exemple.

A l'hora de crear el codi de l'element que estem editant caldrà realitzar una concatenació entre el codi de l'element immediatament anterior seguit d'un punt, el nombre que li correspon a l'objecte i la lletra que el defineix. Serà necessari tenir una columna on s'escriu el número que li correspon a l'objecte per poder realitzar-la. Un exemple en el cas de la creació del codi de sortidors seria el següent:

```
UPDATE taula_sortidors
SET codi_sortidor = CONCAT(codi_circuit, '.', numero_sortidor, 'D')
WHERE tipus_sortidor = 'Difusor'
```

Aquest seria en cas que el sortidor fos un difusor, la lletra final varia segons el tipus que és. Veiem que per concatenar un text, aquest

s'ha de posar entre cometes per tal que detecti que es tracta d'un text i no d'una funció o columna.

Finalment, si volem editar la taula per afegir o eliminar columnes des de PgAdmin en comptes de QGIS, l'ordre serà la següent:

```
ALTER TABLE taula_destí
ADD nom_columna VARCHAR(255);
```

o

```
ALTER TABLE taula_destí
DROP nom_columna;
```

En el nostre cas totes les columnes es defineixen com a 'varchar' i de 255 caràcters de longitud.

B. Aplicació mòbil

Un altre objectiu a aconseguir en aquest projecte és el de l'adaptació de l'aplicació mòbil, ja existent, anomenada AppGISMobil, per la visualització, consulta i edició de les dades remotament. Això augmentarà l'eficiència en l'ús dels SIG en aquest àmbit, ja que facilita l'edició de les dades des de qualsevol localització fent possible una actualització del visor alhora que es construeix la xarxa.

Així doncs, quan s'accedeix a la web de l'aplicació ens demanarà un usuari i contrasenya. Només hi tindran accés aquells usuaris que figurin a la taula del PgAdmin 4 que conté els permisos.

Seguidament, ens trobarem amb la pantalla que es mostra a la figura 11. Cada element de la graella mostra una sola capa de punts. En la versió actual no hi ha possibilitat de mostrar més d'una capa ni que aquesta sigui de línies, són recursos en els quals s'estan treballant de cara a la pròxima versió.



Fig 11: Pantalla inicial de l'AppGISMòbil

En clicar sobre un dels elements passarem a la següent pantalla. Tal com apareix a la figura 12, aquesta està formada pel mapa de fons sota els punts de la capa. Com s'observa a la part superior del dispositiu hi trobarem el nom de la capa seleccionada a l'anterior pantalla per comprovar que és la que volem. El mapa de fons es pot intercanviar sempre entre el predeterminat i el topogràfic.

A la part inferior dreta hi trobem dues icones. En clicar la superior ens demanarà permís per accedir a la geolocalització del dispositiu per tal que al mapa aparegui la nostra posició. Serà necessari donar el permís per poder utilitzar aquesta funció.

Consegüentment, l'estat actual de la xarxa de reg municipal és poc eficient ocasionant un elevat malbaratament de l'aigua potable utilitzada pel reg. L'ús del SIG facilitarà en un futur l'actualització de les dades en dur-se a terme modificacions a la xarxa. Un elevat coneixement d'aquesta equival a una millora en la gestió de les aigües, ja que permet la veloç detecció de fuites que es poden resoldre. A més, també és un factor a tenir en compte durant la realització d'obres en la via pública, permetrà evitar accidents ocasionats pel desconeixement de la localització dels equipaments.

Si al continuat ús i actualització del SIG de la xarxa de reg hi afegim la implantació de la telegestió podríem optimitzar recursos humans en poder variar la programació de les electrovàlvules al moment remotament sense la necessitat de desplaçar un tècnic, i també suposaria un estalvi de temps durant preses de decisions. Coneixent l'exemple d'èxit de Sabadell, també podríem arribar a disminuir dràsticament el valor de pèrdues d'aigua i aconseguir alhora un estalvi econòmic que, en el cas del municipi vallesà s'estima que és del 56%. Caldria, però, que la instal·lació de la telegestió fos pel total d'espais verds amb reg del municipi d'Olesa de Montserrat.

També es podrien instal·lar sensors de cabal d'aigua en les canonades per incrementar el control de les xarxes de reg permetent el monitoratge del consum d'aigua i així poder detectar i aturar el reg en cas de fuga. Ara mateix només tenim enllaçats els comptadors, els quals ens donen la informació del consum d'aigua acabat el període. Seria més interessant la disponibilitat constant dels sensors de cabal d'aigua per actuar ràpidament.

Durant l'actual situació de sequera és de gran utilitat conèixer el sistema de reg utilitzat al municipi, ja que ens permet superposar-lo a la capa de vegetació urbana agilitant la presa de decisió sobre les zones que necessiten ser regades i les zones que no és necessari o que queda prohibit, i, per tant, aplicar les mesures pertinents. El canvi climàtic ens ha de conscienciar del futur que ens espera on cada cop les situacions de sequera poden arribar a ser més habituals.

Per aquesta raó, un nou escenari on la vegetació urbana sigui xeròfila permetria reduir l'ús de l'aigua de reg. La vegetació xeròfila és aquella que s'ha adaptat a viure en un medi escàs d'aigua, ja que arriben a conservar-la per si mateixes. Uns exemples serien el *Cupressus sempervirens* (Xiprè), *Quercus ilex* (Alsina) o l'*Olea europea* (Olivera).

També cal destacar que actualment, l'aigua destinada al reg del municipi és en gran majoria aigua potable. Aquest és un punt vulnerable, ja que realitzar un canvi a l'ús d'aigua renovada pot arribar a ser molt costós econòmicament, tot i que seria una inversió favorable dins aquest futur que ens espera.

En conclusió, l'Ajuntament d'Olesa de Montserrat és un dels molts ajuntaments pioners en l'ús dels Sistemes d'Informació Geogràfica per transmetre dades a la ciutadania d'una manera fàcil de comprendre i visual. Encara queda molt camí a recórrer per poder arribar a ser una ciutat sostenible en matèria de la xarxa de reg. Tot i això, ja s'han realitzat els primers passos que són conèixer des d'on partim, quines són les debilitats i les fortaleses per poder treballar transversalment i aconseguir una ciutat verda i accessible per tothom. Seguint el concepte plantejat per la biòloga Donna Haraway "Response-ability" [17] referint-se a l'habilitat i obligació de donar resposta com a comunitat, podem extrapolar-lo a aquesta matèria i concloure que la responsabilitat final d'un ús sostenible dels recursos hídrics recau tant sobre l'organisme encarregat de la seva gestió com sobre el ciutadà.

VII. AGRAÏMENTS

En primer lloc, voldria agrair el constant ajut i assessorament en aquest projecte al Joan Soler i a tot l'equip del Departament de Gestió de l'Espai Públic i Equipaments per fer-me sentir com a casa. També donar les gràcies al professor Marc Torres per totes les mostres de suport al llarg d'aquest procés. Finalment, a la meua família, per fer-me costat des del primer dia i creure en mi en totmoment al llarg d'aquests anys.

VIII. REFERÈNCIES

- [1] J. González Rofín, «Implantació d'un SIG a les comunitats de regants (PFC),» *Universitat Politècnica de Catalunya*, 2013.
- [2] T. F. Glick, *Irrigation and Society in Medieval Valencia*, Harvard University Press, 1970.
- [3] United Nations, «Sustainable Development Goals,» [En línia]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>. [Últim accés: maig 2023].
- [4] L. E. Quintero González i J. R. Quintero González, «Infraestructuras verdes vivas: características tipológicas, beneficios e implementación,» *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, vol. 12, núm. 23, 2019.
- [5] Agència Catalana de l'Aigua, «Estat de les reserves d'aigua als embassaments,» juny 2023. [En línia]. Available: <https://aca.gencat.cat/ca/laigua/estat-del-medi-hidric/recurs-disponibles/estat-de-les-reserves-daigua-als-embassaments/>. [Últim accés: juny 2023].
- [6] Agència Catalana de l'Aigua, «El visor de la sequera,» 2022. [En línia]. Available: <https://aplicacions.aca.gencat.cat/visseq/estat-actual>. [Últim accés: abril 2023].
- [7] Institut d'Estadística de Catalunya, «El municipi en xifres. Olesa de Montserrat (Baix Llobregat),» 2023. [En línia]. Available: <https://www.idescat.cat/emex/?id=081477>. [Últim accés: maig 2023].
- [8] Ajuntament d'Olesa de Montserrat, «Aprovació inicial del Pla d'emergència en situacions de sequera,» Butlletí Oficial de la Província de Barcelona (BOPB), 10 novembre 2022. [En línia]. Available: <https://bop.diba.cat/anunci/3334801/aprovacio-inicial-del-pla-d-emergencia-en-situacions-de-sequera-ajuntament-d-olesa-de-montserrat>. [Últim accés: maig 2023].
- [9] Comunitat Minera Olesana, «Pla Director d'Abastament d'aigua d'Olesa de Montserrat 2022 - 2025,» Olesa de Montserrat, 2022.
- [10] C. Rodríguez-Rey Martín, «Introducció als Sistemes d'Informació Geogràfica i creació d'una base de dades dels elements d'una xarxa de distribució d'aigua potable,» 2004.
- [11] IDELMallorca, «Visor d'Infraestructura de Dades Espacials d'Alaró,» octubre 2014. [En línia]. Available: <https://sitmun.idelma.cat/visorSitmun/visor-ide.jsp?app=14&ter=11>. [Últim accés: abril 2023].
- [12] Moval Agroingeniería S.L., «Visor C.R.Almassora,» [En línia]. Available: <https://gis.moval.es/cralmazora/visor/>. [Últim accés: abril 2023].

- [13] J. Gual Martí, «Banc de Bones Pràctiques,» 2012. [En línia]. Available: https://www.bbp.cat/practicas_detalle_imp.php?id_ficha=1127. [Últim accés: 26 abril 2023].
- [14] ESRI, «Què són els SIG?,» [En línia]. [Últim accés: juny 2023].
- [15] Olesa de Montserrat., «Geoportal,» Nexus Geographics. [En línia]. [Últim accés: juny 2023].
- [16] QGIS, «QGIS. Un Sistema d'Informació Geogràfica lliure i de codi obert.,» [En línia]. [Últim accés: juny 2023].
- [17] pgAdmin, «Eines PostgreSQL.,» [En línia]. [Últim accés: juny 2023].
- [18] D. Haraway, «Staying with the trouble for multispecies environmental justice,» *Dialogues in Human Geography*, vol. 8, núm. 1, pp. 102-105, 2018.