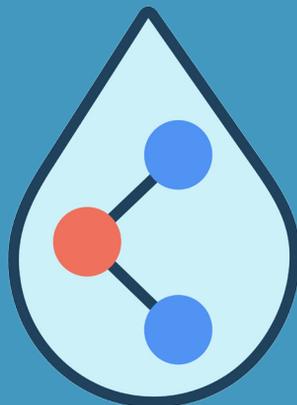


# h2o Map

## guida metodologica



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



Universitat:



UNIVERSITÀ  
DI PAVIA



Universitat d'Alacant



IES PENYAGOLOSA



I.E. TARAMELLI - FOSCOLO



AGRUPAMENTO  
DE ESCOLAS  
Nº3 DE ELVAS



agrupamento de escolas  
campo maior

Scuole Secondarie di secondo grado:

H2O Map , progetto finanziato da :  
**Erasmus + Programme of the European Union**

## **PARTNERS**

### **Università e gruppi di ricerca:**

#### **UNIVERSITAT JAUME I** (coordinatore)

- Cátedra FACSA de Innovación en el Ciclo Integral del Agua
- Cátedra Diputación de Castellón de Centros Históricos e Itinerarios Culturales
- Geospatial Research Group (Geotec)
- Educació, Patrimoni i Investigació en Ciències Socials (EPiCS)

#### **UNIVERSITÀ DI PAVIA**

- Architecture and Urban Design (AUDe)

#### **UNIVERSIDAD DE ALICANTE**

- Instituto Interuniversitario de Geografía

### **Scuole Secondarie di secondo grado:**

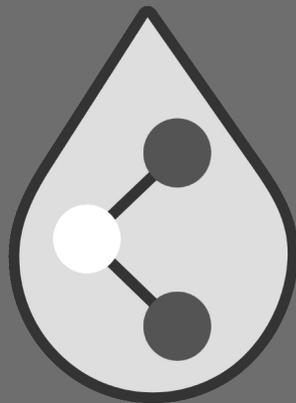
- Instituto de Educación Secundaria Penyalgosa
- Liceo Scientifico Statale Taramelli, Liceo Classico Foscolo, Pavia
- Agrupamento de Escolas N°3 de Elvas
- Agrupamento de Escolas Campo Maior

Testo a cura di:

- Università degli studi di Pavia, Carlo Berizzi, Margherita Capotorto, Silvia La Placa, Gaia Nerea Terlicher
- Universitat Jaume I, Castellon de la Plana, Laura Menéndez Monzonis, Pablo Altaba Tena
- Universidad de Alicante, María Francisca Zaragoza Martí, Alfredo Ramón Morte, José Manuel Mira Martínez

# h2o Map

guida metodologica



# Guida metodologica

Strumenti educativi innovativi  
per la valorizzazione del  
patrimonio idraulico attraverso  
l'uso di nuove tecnologie.  
Tecniche e metodi per docenti,  
ricercatori e giovani lavoratori.



# INDICE

## PARTE I: PATRIMONIO IDRAULICO

### I - Modulo 1. Introduzione

- I - 1.1 Presentazione del progetto
- I - 1.2 Presentazione del tema

### I - Modulo 2. Patrimonio idraulico e la sua importanza

- I - 2.1 La definizione di patrimonio
- I - 2.2 Perché conserviamo?
- I - 2.3 Come conserviamo?
- I - 2.4 Il valore dell'acqua
- I - 2.5 Il governo dell'acqua

### I - Modulo 3. Azione antropica e acqua: passato, presente e futuro

- I - 3.1 Perché acqua?
- I - 3.2 La cultura dell'acqua
- I - 3.3 I conflitti con l'acqua
- I - 3.4 Ritorno all'acqua
- I - 3.5 Verso città ecologiche: l'acqua per la qualità urbana

## PARTE II: STRUMENTI INNOVATIVI EDUCATIVI NELLE SCUOLE

### II - Modulo 4. Strumenti innovativi educativi nelle scuole

- II - 4.1 Approccio all'attuale innovazione nell'insegnamento
- II - 4.2 Geotecnologie, l'attrattività dell'ICT

### II - Modulo 5. Tecniche per la catalogazione del patrimonio ed esempi

- II - 5.1 Individuazione sistemi
- II - 5.2 Catalogazione elementi

## **II - Modulo 6. Mappatura delle informazioni sul campo**

- II - 6.1 Open source apps to work with spatial data
- II - 6.2 QGIS: the open-source GIS
- II - 6.3 Elements in a geodatabase for H2O maps
- II - 6.4 H2O maps in QGIS
- II - 6.5 Data capture in field mapping
- II - 6.5 Project prototype for the collaborative mapping of hydraulic heritage

## **PARTE III: MAPPATURA DEL PATRIMONIO IDRAULICO**

### **III - Modulo 7. Creazione e visualizzazione di mappe interattive**

- III - 7.1 Creazione di una mappa web
- III - 7.2 Aggiunta di informazioni
- III - 7.3 Modifica della simbologia
- III - 7.4 Salvataggio e condivisione della mappa

### **III - Modulo 8. Story maps: uno strumento innovativo per l'educazione per valorizzare il patrimonio idraulico**

- III - 8.1 Costruire la tua narrativa
- III - 8.2 Aggiunta di Blocchi Immersivi e Multimediali
- III - 8.3 Adeguamento del design
- III - 8.4 Pubblicazione e condivisione dei risultati

## **PARTE IV: PRATICHE LEARNING-BY-DOING: CASI STUDIO**

### **IV - Modulo 9. Castellón (Spagna)**

- IV - 9.1 Contesto
- IV - 9.2 Obiettivo dello Storymap
- IV - 9.3 Evoluzione storica
- IV - 9.4 Inventario

#### **IV - Modulo 10. Pavia (Italia)**

- IV - 10.1 L'Istituto Superiore Taramelli-Foscolo di Pavia
- IV - 10.2 Perché H2OMap?
- IV - 10.3 H2OMap ai tempi del Covid-19
- IV - 10.4 LTTA 2022: il Naviglio Pavese  
dal Castello Visconteo alla confluenza con il Ticino
- IV - 10.5 Mappatura: Percorso sul Naviglio Pavese
- IV - 10.6 Ricadute e prospettive

#### **IV - Modulo 11. Elvas (Portogallo)**

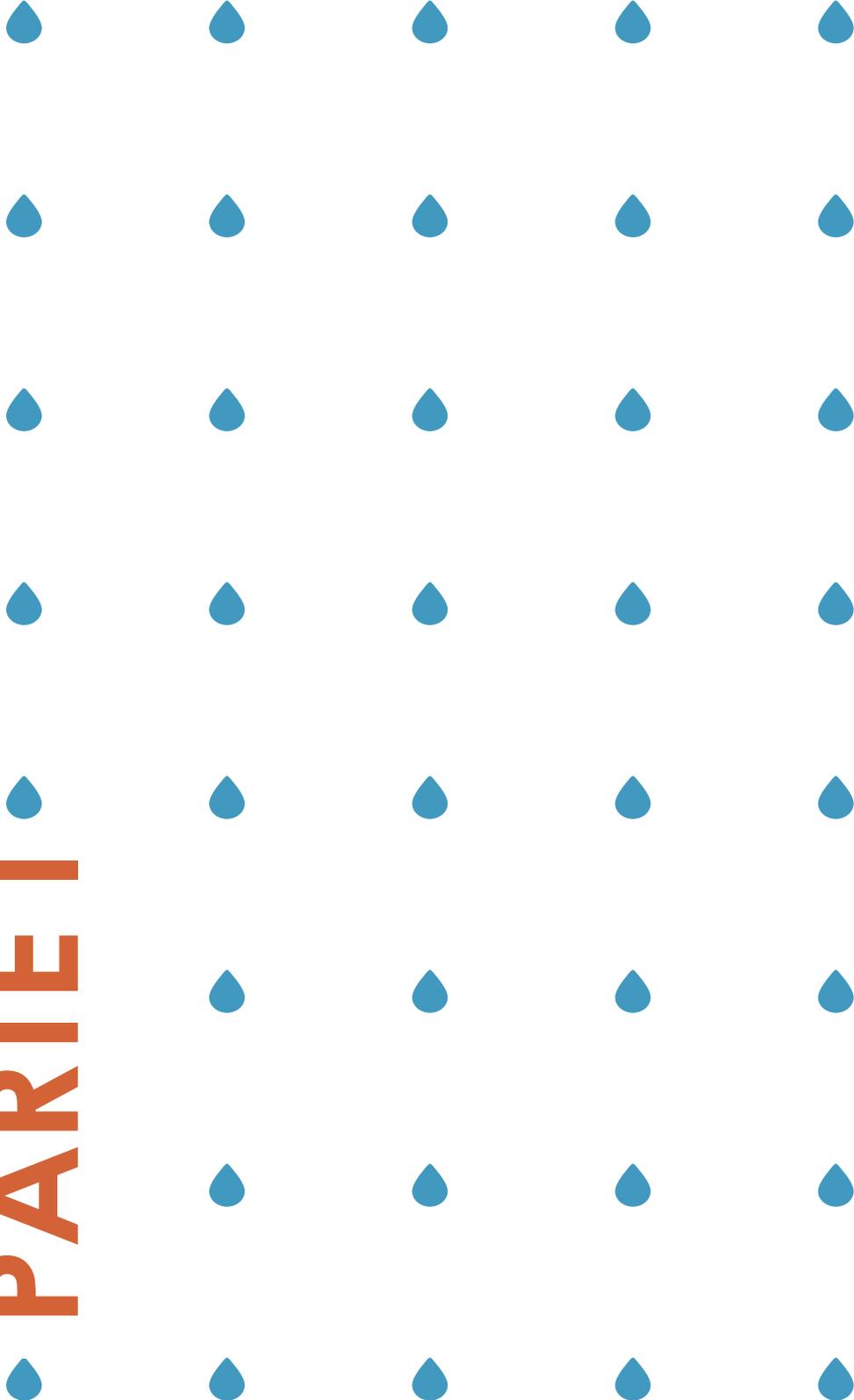
- IV - 11.1 Introduzione
- IV - 11.2 Metodologia
- IV - 11.3 Risorse Umane
- IV - 11.4 Costruzione della Mappa Narrativa
- IV - 11.5 Sequenza di Percorso
- IV - 11.6 Tipologia degli Elementi Idraulici Identificati
- IV - 11.7 Punti Identificati
- IV - 11.8 Destinatari:
- IV - 11.9 Applicazione e Utilizzo nelle Aree Curricolari

#### **IV - Modulo 12. Campo Maior (Portogallo)**

- IV - 12.1 Contesto
- IV - 12.2 Processo di raccolta degli elementi idraulici
- IV - 12.3 Inventario



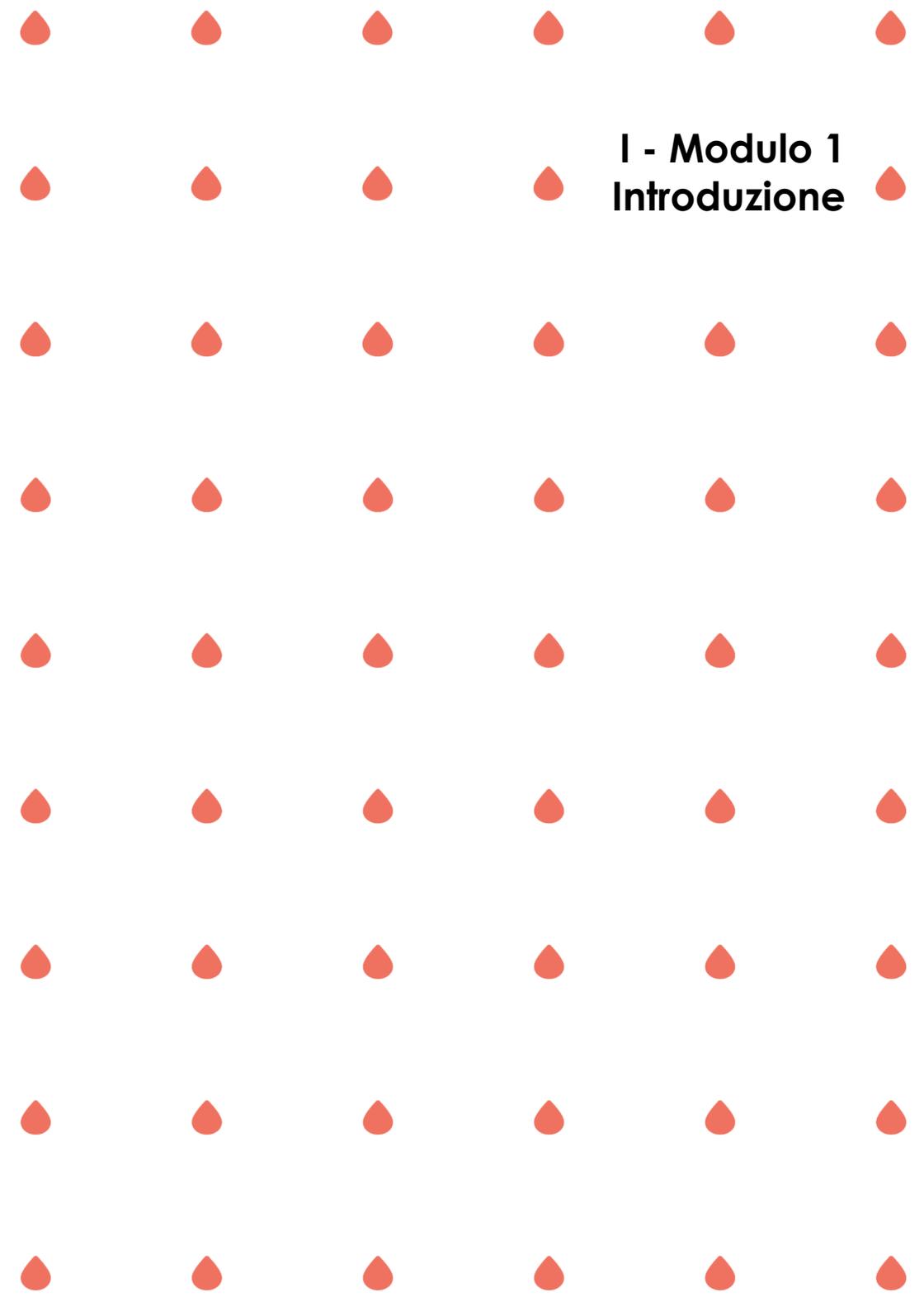
# PARTE I



The background of the entire page is a white grid of blue water droplets. The droplets are arranged in a regular pattern, with five droplets per row and five droplets per column. The central text is positioned in the middle of the grid.

# PATRIMONIO IDRAULICO



A decorative background consisting of a 10x6 grid of red teardrop-shaped icons. The icons are evenly spaced and cover the entire page. The text is centered in the upper right quadrant.

**I - Modulo 1**  
**Introduzione**

## I - 1.1 Presentazione del progetto

Promuovere nuove forme di insegnamento e apprendimento attraverso l'uso delle nuove tecnologie e valorizzare la conoscenza del patrimonio idraulico è l'obiettivo principale del Progetto "H2OMap: Innovative Learning by hydraulic heritage mapping" finanziato dalla Comunità Europea all'interno del Progetto Erasmus+ KA2 (partenariati strategici nell'ambito dell'educazione scolare).

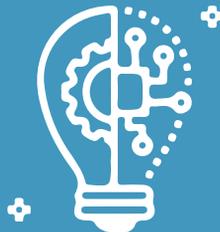
L'Università Jaume I di Castellon de la Plana (coordinatrice del progetto), l'Università di Pavia e l'Università di Alicante, insieme a quattro istituti di secondo grado di Spagna, Italia e Portogallo (Istituto di educazione secondaria (IES) di Penyalgosa, Istituto e formazione tecnico superiore (ISTF), Corsi di formazione post base (AECM), Istituto di istruzione superiore (AEN3)) hanno collaborato per la realizzazione di strumenti innovativi ed idonei per perseguire gli obiettivi prefissati.

H2OMap presenta uno strumento per l'analisi e la catalogazione del patrimonio idraulico. I destinatari sono i docenti e gli studenti dei licei che hanno la possibilità di sviluppare nuove competenze nell'ambito delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) e al contempo promuovere la conoscenza del patrimonio idraulico e il

### OBIETTIVI DEL PROGETTO H2O Map



*Valorizzare il patrimonio idraulico europeo*



*Accrescere l'interesse in STEM (scienze, tecnologia, ingegneria e matematica)*



*Migliorare le competenze con strumenti TIC*

suo ruolo nello sviluppo della tecnica, dell'economia e del territorio.

La ricchezza di questo progetto è nella sua interdisciplinarietà; si uniscono le competenze umanistiche legate al patrimonio storico a quelle tecniche dell'idraulica a quelle scientifiche per la mappatura e identificazione dei luoghi.

Le tecnologie sviluppate sono prevalentemente due: un'applicazione mobile che gli studenti possono utilizzare per realizzare analisi di dati (geolocalizzazione, raccolte fotografiche, ecc.) e una piattaforma per creare mappe interattive e mappe storiche di tutto il patrimonio idraulico individuato.

Affinché gli strumenti si possano utilizzare agevolmente nelle scuole, le tre università coinvolte hanno sviluppato anche un corso online dedicato ai docenti, che approfondisce differenti aspetti tra cui il valore del patrimonio idrico, nuove tecnologie per la didattica, l'innovazione in campo educativo, l'uso dell'applicazione e della piattaforma.

Numerosissime città europee sorgono e si sviluppano confrontandosi con l'acqua, creando un rapporto che fonde l'assetto morfologico con gli elementi del paesaggio e l'acqua. E' ancora troppo poca la consapevolezza di quelle che potrebbero essere le potenzialità della città se solo venisse valorizzato tutto il patrimonio idraulico che si ha a disposizione. Crediamo che la realizzazione di questo innovativo progetto consentirà il riconoscimento di ciò che già ci "appartiene" e di cui dovremmo avere più consapevolezza.

La partnership tra le Università e gli istituti di secondo grado offre una ulteriore opportunità di crescita comune avvicinando gli studenti dei licei al mondo della ricerca e della formazione universitaria consentendo di sperimentare nuove forme di conoscenza che potranno aiutarli in futuro a fare scelte più consapevoli per il proseguimento dei loro studi.

Agli studenti del liceo il progetto offre inoltre l'occasione per sentirsi coinvolti con i loro coetanei di altre nazioni nella conoscenza e nella tutela del patrimonio naturale e culturale che ci accomuna e che condividiamo in qualità di cittadini

europei.

In più, questo progetto si allinea agli obiettivi dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, sensibilizzando i ragazzi non solo sul piano cognitivo e scientifico, ma anche su quello della responsabilità etica e civile.

I paesaggi culturali illustrano l'evoluzione della società umana e il suo insediamento nel tempo. Diverse dichiarazioni internazionali (Consiglio d'Europa, 1975; UNESCO, 1976; ICOMOS, 1987) hanno fatto eco all'importanza dell'opinione pubblica e alla necessità che il lavoro di conservazione sia socialmente progressista (Consiglio d'Europa, 2006: 72).

Concentrandosi sul patrimonio idraulico, si tratta di un'eredità che è stata generalmente dimenticata e pertanto le Nazioni Unite hanno dedicato il decennio 2005-2015 all'azione "Acqua per la vita" e l'UE ha lanciato l'azione "Blueprint" per proteggere e salvaguardare le risorse idriche europee.

Inoltre, nel 1998, il Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa ha sottolineato l'importanza dell'educazione al patrimonio culturale indicando che le attività educative nel campo del patrimonio sono un modo ideale per dare significato al futuro fornendo una migliore comprensione del passato. Anche se non è stato fatto alcun riferimento specifico all'utilizzo delle ICT per sostenere e valorizzare l'educazione ai beni culturali, negli anni successivi è emersa l'opportunità di sfruttare le elevate potenzialità delle ICT, oggi fondamentale per valorizzare il patrimonio artistico e il patrimonio culturale e la sua tutela. Va sottolineato che nel 2015 uno studio delle Fondazioni europee ha concluso che oltre il 90% del patrimonio europeo non è ancora stato digitalizzato.

È quindi una sfida creare un ambiente digitale per la condivisione di dati e strumenti sviluppati dalla comunità, riconoscendo il ruolo abilitante delle TIC nell'attuazione delle politiche sul patrimonio culturale.

D'altra parte, l'UE avverte che "l'occupazione di manodopera qualificata STEM nell'Unione europea è in aumento e sono previste circa 7 milioni di offerte di lavoro entro il 2025".

Tuttavia, gli atteggiamenti negativi e la mancanza di interesse per lo STEM sono due dei principali problemi da affrontare

(Fensham, 2006).

Infatti, "tra il 50-80% degli studenti nell'UE non usa mai il digitale libri di testo, software per esercizi, simulazioni o giochi di apprendimento "(EC, 2013).

Inoltre, mentre il 70% degli insegnanti riconosce l'importanza della formazione in modalità di insegnamento e apprendimento supportate dal digitale, solo il 20-25% degli studenti riceve insegnamenti da insegnanti esperti di digitale e di supporto (Digital Agenda, 2012).

Infine, è importante sottolineare il valore dell'acqua come elemento naturale essenziale per la vita.

L'accesso all'acqua è stato dichiarato un diritto umano fondamentale (ONU, 2010) ed è direttamente affrontato in diversi Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs), in particolare il 6 ° (acqua pulita e servizi igienico-sanitari). Pertanto, è essenziale promuovere la cultura della cura dell'ambiente e del valore dell'ambiente tra i cittadini.

H20Map, grazie ai video tutorial per i docenti, alla guida metodologica, al database delle schede già catalogate, è open source e potrà essere ripreso da altri istituti superiori europei utilizzando la piattaforma creata".

Il miglioramento delle competenze TIC (Tecnologie dell'informazione e della comunicazione) nell'era digitale è essenziale per i nuovi modelli di insegnamento. Per questo motivo questa produzione intellettuale è focalizzata nella preparazione di un manuale di facile utilizzo che aiuta gli insegnanti nell'acquisizione di conoscenze su tecniche e metodi educativi innovativi basati sulle TIC attraverso la valorizzazione del patrimonio, in particolare il patrimonio idrico. Inoltre, questo risultato fornirà informazioni prospettive su questi aspetti rilevanti specifici per ciascuna delle regioni locali partecipanti.



## I - 1.2 Presentazione del tema

*“La presenza dell’acqua conferisce  
identità alla terra”*

*“La presenza di corsi d’acqua  
conferisce specificità geo-culturale  
ad ogni contesto geografico”*

*Christian Norberg Schulz*

Porre attenzione alla rete idrografica dolce dovrebbe essere considerato un dovere civico sia per l'importanza dell'acqua come bene comune, sia per la conoscenza e la tutela del patrimonio tangibile e intangibile storicamente connesso alle sue funzioni. Corsi d'acqua naturali o artificiali rivestono geograficamente un grande peso in quanto capaci di condizionare o promuovere l'attività umana, permeando il territorio, il suo sviluppo e i suoi caratteri culturali.

Lo studio e il confronto delle rappresentazioni per l'analisi del patrimonio idraulico, dalle cartografie storiche ai più recenti sistemi di georeferenziazione, consente di leggere i processi territoriali che storicamente sono legati al paesaggio idrico e che lo hanno reso il contenitore di importanti identità collettive. Conoscere i canali e i fiumi di un territorio permette di decifrarne la storia urbana e rurale, in termini difensivi, commerciali, di trasporto e di sviluppo agricolo e industriale. I percorsi navigabili, interni e di collegamento tra le realtà urbane, hanno permeato l'ambiente costruito, segnandolo con ingenti opere di cui sono esempi alzaie, ponti, chiuse, centrali e scali. Questa rete di elementi, meno nota rispetto ai grandi fiumi, oggi ha perduto parte delle sue funzioni, mantenendo però un elevato potenziale, in termini di estensione e connessione nel territorio.

Al valore d'uso va combinato anche un valore storico e architettonico, legato alla pianificazione e alla realizzazione di tale maglia e delle opere ingegneristiche ad essa connesse; oltreché un valore artistico e sociale, che di fatto pone l'ingente sistema al centro di un patrimonio anche intangibile. Alla luce dell'importanza che tali opere di canalizzazione assumono per il contesto geografico su cui insistono, nasce l'esigenza di conoscere e comunicare questo patrimonio, perché sia possibile averne piena contezza e promuoverne la tutela e la valorizzazione comune.

## I - 1.3 Presentazione del metodo

La guida metodologica è un manuale pratico che aiuta gli insegnanti a promuovere un'attività di didattica innovativa che consente, grazie alla sua strutturazione, di promuovere la conoscenza attraverso strumenti che aumentano nello stesso tempo anche le competenze TIC e STEM degli studenti a cui è rivolta; il progetto promuove, inoltre, metodologie di apprendimento basate su Project Based Learning (PBL) e Learning-by-doing.

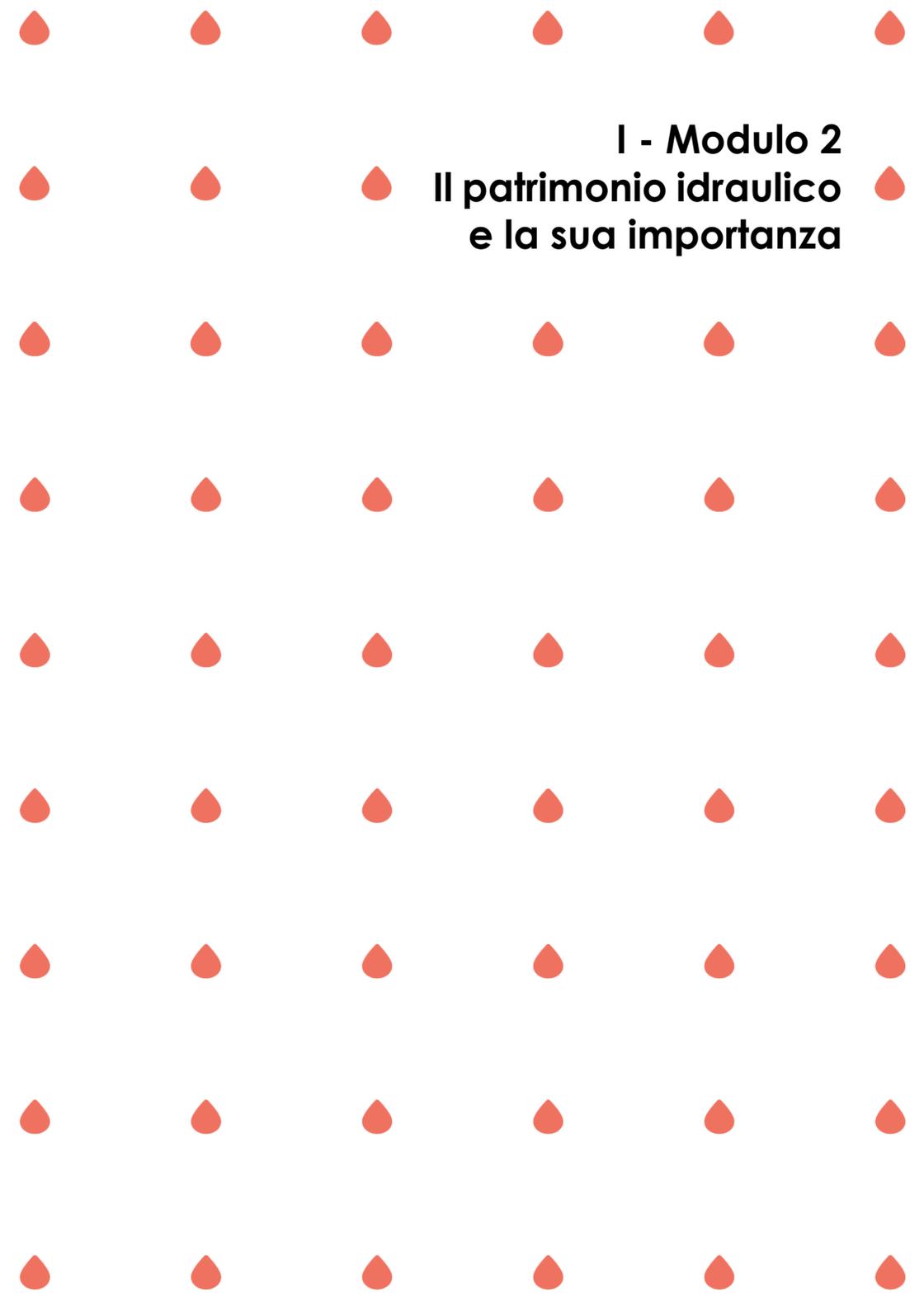
Il progetto si rivolge a una pluralità di fruitori tra cui i ricercatori, che valutano il patrimonio idraulico e i luoghi storici e contemporanei, la prossima generazione di cittadini, sviluppatori politici, conservatori, tecnici, urbanisti, ingegneri, tecnici e scienziati sociali. L'obiettivo finale è analizzare interdipendenze tra conservazione fisica, consapevolezza sociale e sviluppo sostenibile di un patrimonio specifico attraverso strumenti di apprendimento digitale.

H2OMap crea una nuova relazione tra le questioni sociali come la cultura e il patrimonio con gli elementi fisici (geografia, biologia) attraverso le materie STEM e le TIC.

Questa produzione intellettuale offre strumenti per valorizzare il patrimonio, in particolare il patrimonio idrico in Europa e per questo sono stati sviluppati tre casi studio in tre diversi paesi.

Gli insegnanti avranno accesso a materiali innovativi e di alta qualità e contribuiranno alla revisione del materiale stesso, sarà, quindi, assicurata la pertinenza del contenuto per i partecipanti del workshop (LLTA - Learning, Teaching, Training Activities).



A decorative background consisting of a grid of red water droplets. The droplets are arranged in 10 rows and 6 columns. The text is centered in the upper right quadrant of the page.

**I - Modulo 2**  
**Il patrimonio idraulico**  
**e la sua importanza**

Le numerose attività internazionali connesse al patrimonio liquido non presentano definizioni specifiche per i diversi macrosistemi che costituiscono l'idrografia. La prima valutazione da affrontare è che la dicitura patrimonio liquido è valida sia per i sistemi di acqua dolce che per quelli di acqua salata. Il progetto H2OMap non tratterà i sistemi di acqua salata, se non attraverso marginali confronti, sarà invece oggetto di indagine il sistema di acqua dolce, il suo rapporto con la città e le relazioni tra gli elementi e le sottocategorie che lo costituiscono. Un'ulteriore distinzione terminologica appare necessaria per eliminare eventuale confusione nella lettura successiva: pur non esistendo una definizione univocamente riconosciuta, attraverso la lettura di Leggi e Programmi nazionali/europei/mondiali, è possibile orientare la scelta lessicale e in conseguenza proporre una classificazione semplificata del patrimonio inerente all'acqua.

### ***Water Heritage (Patrimonio Liquido)***

*Comprende tutte le acque del pianeta, emerse o sotterranee, dolci e salate che siano. Si utilizza parlando di sostenibilità, clima e depauperamento delle risorse.*

### ***Hydraulic Heritage (Patrimonio Idraulico)***

*Comprende tutti i manufatti e le opere artificiali strettamente connesse all'acqua: sono quindi parte del patrimonio idraulico i sistemi architettonici, meccanici, ingegneristici, relativi alla risorsa idrica, ma non l'acqua stessa.*

## **I - 2.1 La definizione del patrimonio**

La scelta del progetto è quella di concentrare l'attenzione alle opere artificiali e ai manufatti creati dall'uomo connessi con l'utilizzo e il controllo delle acque, così come definito dal termine inglese Hydraulic Heritage.

Quando si parla di patrimonio si fa riferimento alla disponibilità che uno specifico ambito possiede per una collettività. Per questo motivo si distinguono due tipi di patrimonio quello tangibile e quello intangibile. Questo accade anche parlando di patrimonio idraulico.

Al patrimonio idraulico tangibile afferiscono tutti quegli elementi, che possono differire a seconda del luogo, ma che sono connessi all'utilizzo di canali e corsi d'acqua per una comunità. Un esempio di elemento del patrimonio idraulico tangibile è il ponte, ma anche opere minori, come chiuse o bocche, che assolvono ad una specifica funzione e quindi sono indicatori dell'utilizzo attuale o storico del dato canale su cui insistono.

Al patrimonio idraulico intangibile afferiscono tutte quelle pratiche culturali proprie di un determinato corso d'acqua e quindi identitarie per la comunità che vi vive attorno. Un esempio di patrimonio idraulico intangibile sono le tecniche di coltivazione che si basano su un uso controllato delle acque come ad esempio le risaie o i metodi di produzione di energia meccanica come i mulini, che hanno ripercussioni sul territorio ma anche sul contesto economico e sociale.

Il patrimonio, nella sua complessità di opere tangibili o meno, pone la sfida della sua corretta gestione e conservazione. L'Europa e i suoi stati membri si impegnano per garantirne il mantenimento e poterlo tramandare alle generazioni future, attraverso una serie di leggi e trattati comunitari. Un esempio è il trattato sull'Unione europea, che evidenzia tra gli obiettivi prioritari dell'UE, l'impegno a rispettare «la ricchezza della sua diversità culturale e linguistica e [a vigilare] sulla salvaguardia e sullo sviluppo del patrimonio culturale europeo» (articolo 3 Trattato Unione Europea).

## **I - 2.2 Perché conserviamo?**

Le pratiche di conservazione del Patrimonio sono oggetto di continui aggiornamenti per garantire a livello europeo omogeneità, controllo ed efficienza delle modalità di intervento sui beni comuni. Questa volontà trova motivazione nell'importanza oltre che storica identitaria che assumono per una determinata cultura manufatti, architetture, paesaggi, ed oggi anche elementi intangibili (musica, folklore, ecc). Conservare il patrimonio significa quindi recuperare memoria e identità dei popoli e garantire il suo perpetuarsi alle generazioni che verranno.

### **L'UNESCO e la convenzione per il patrimonio mondiale**

L'UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, è un'agenzia delle Nazioni Unite, fondata nel 1945 per la promozione della pace e della comprensione tra le nazioni da attuarsi tramite l'Educazione, la Scienza, la Cultura e la Comunicazione.

Tra le attività promosse vi è la World Heritage Convention del 1972 per la protezione del Patrimonio Culturale e Naturale. La convenzione nasce per contrastare le ingenti e poco attente opere edilizie degli anni '60 del 1900 dovute in molti paesi al boom economico del dopoguerra e pone la conoscenza come strumento necessario alla prevenzione di tragedie e al proficuo scambio culturale tra i popoli. Si tratta del primo strumento internazionale che contiene le nozioni di protezione della natura e di preservazione dei beni culturali, riconoscendoli entrambi come elementi basilari per lo sviluppo delle società di tutto il mondo. Obiettivo della Convenzione è salvaguardare il patrimonio perché possa essere trasmesso alle generazioni future.

## **Come mai è necessario preservare il Patrimonio culturale e naturale?**

Il Patrimonio culturale e naturale subisce nel tempo differenti alterazioni, perdendo le sue qualità: il degrado può dipendere da fenomeni climatici, metereologici, agenti biologici e idrogeologici, ma anche da inquinamento ambientale e danni diretti causati dall'uomo.

I siti naturali o culturali che godono dell'iscrizione alla Lista del patrimonio mondiale, rispondono a specifici requisiti stabiliti dalla Convenzione stessa, che fornisce le linee guida per il loro utilizzo e la loro gestione. Le nazioni che firmano la Convenzione, Stati Membri, hanno il dovere di tutelare i beni presenti sul proprio territorio.

## **Politiche europee per la conservazione del patrimonio**

Le politiche europee sul Patrimonio sono in continuo aggiornamento, per garantire la corretta gestione dei beni comunitari, siano essi tangibili o meno. Nel 2017, allo scopo di invitare alla conoscenza e alla valorizzazione del patrimonio, è stato definito l'Anno europeo del patrimonio culturale (Decisione (UE) 2017/864 del 17 maggio 2017).

Tutte le forme del patrimonio devono essere considerate una risorsa condivisa ed è perciò necessario promuovere una sensibilità collettiva che rafforzi il senso di appartenenza a uno spazio comune europeo. Per consentire di raggiungere gli obiettivi di conoscenza e promozione, l'UE predispone fondi a sostegno del patrimonio culturale, invitando a presentare progetti di cooperazione nell'ambito dei programmi "Europa creativa", Erasmus+, Europa per i cittadini, ed Horizon 2020.

## **Perché salvaguardare il patrimonio idraulico?**

Conservare il patrimonio idraulico permette da un lato di garantirne la visibilità (o la fruibilità se si parla di patrimonio idraulico intangibile) alle generazioni successive, dall'altro di riscoprire e recuperare i caratteri identitari di uno spazio e quindi di un popolo. Fiumi e canali divengono in questo senso dei corridoi culturali, a partire dai quali è possibile affrontare analisi di paesaggi e città e restituire quella processualità di strutture e rapporti antropici, peculiari per ogni contesto geografico.

### **I - 2.3 Come conserviamo?**

Sono in questa sede affrontati i cambiamenti, in termini quantitativi e qualitativi, inerenti alla gestione del Patrimonio nel tempo. Il crescente interesse per la conservazione ed il censimento del Patrimonio si è scontrato nelle ultime decadi con due giganti del nostro tempo: la globalizzazione e la rivoluzione digitale. Il sottoparagrafo intende accennare a questi due concetti, che ritorneranno in forma maggiormente specifica nei successivi capitoli, mettendone in luce effetti positivi e difficoltà connesse.

La salvaguardia del patrimonio mondiale è oggi gestita da organi decisionali, tecnici e consultivi, appositamente predisposti. Tra questi figurano: l'Assemblea Generale degli Stati Parte della Convenzione, il World Heritage Committee, il Centro del Patrimonio Mondiale, l'International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, l'International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM) e l'International Council on Monuments and Sites (ICOMOS).

La conservazione del patrimonio idrico e idraulico è un tema oggi ampiamente discusso, eppure di recente trattazione. L'acqua costituisce la risorsa fondamentale per la vita sul pianeta; il suo primo strutturato impiego da parte dell'uomo avviene per l'agricoltura, mediante complessi sistemi di irrigazione risalenti già al IV secolo a.C. Durante

gli ultimi cinquant'anni, il fenomeno della globalizzazione e la crescente richiesta produttiva hanno portato ad un progressivo depauperamento di tale risorsa, condizione per cui la Commissione Mondiale, già dal 1987, le ha rivolto particolare attenzione.

Con l'obiettivo di tutelare questo patrimonio, nel tempo sono stati costituiti specifici Ordini e Consigli a livello internazionale per sensibilizzare e coinvolgere governi, agenzie e società nella promozione di politiche volte alla protezione e valorizzazione del patrimonio idrico mondiale.

L'importanza contemporanea dei corsi d'acqua, motivata anche dalla capacità di questi di contrastare la crescente cementificazione, invita a ripensarli quali spazi significativi per il territorio e per i suoi abitanti. Tra le azioni tese alla conservazione, al censimento e alla riappropriazione dei percorsi idrici, l'Unesco ha avvallato l'iniziativa di una rete mondiale di musei sull'acqua.

Questa, come altre attività intraprese a scala Europea o mondiale, ha il proposito di migliorare la gestione delle risorse idriche tramite la diffusione di conoscenze relative all'acqua e al suo utilizzo e di raggiungere quante più persone possibile attraverso l'impiego di siti e piattaforme web.

In questo senso la rivoluzione digitale a cui stiamo assistendo consente di fruire di supporti fondamentali, quali gli strumenti di comunicazione di massa, ma pone anche rinnovate sfide in termini di conservazione, conoscenza, rappresentazione, catalogazione e gestione digitale dei sistemi idrici e idraulici sul territorio.

### **La digitalizzazione come strumento di conservazione**

La capacità di documentare il patrimonio, creandone duplicati digitali, è oggi strumento fondamentale di conoscenza dello stato dell'arte di quest'ultimo e mezzo per comunicarlo e renderlo accessibile a tutti. La Commissione Europea nel gennaio 2021 ha, a questo proposito, inaugurato un centro europeo di competenze che istituisca uno spazio

digitale collaborativo per la conservazione del patrimonio. In base a queste esigenze e ai valori dell'UE, H2OMap mira a promuovere l'uso delle TIC come motore di cambiamento sistemico per aumentare la qualità dell'istruzione, evidenziando l'importanza del patrimonio storico idraulico come strumento per ricordare il passato, comprendere il presente e costruire un'Europa multiculturale più inclusiva. Per raggiungere questo obiettivo, H2OMap si rivolge a cinque gruppi target:

- Studenti delle scuole superiori (TG1)
- Insegnanti di scuola media superiore (TG2)
- Partecipanti al progetto (TG3)
- Partecipanti (TG4)
- Cittadini (TG5)

## **Bibliografia e sitografia di riferimento:**

Per Approfondire, si possono consultare sul sito dell'UE

- [https://europa.eu/european-union/index\\_it](https://europa.eu/european-union/index_it))

e dell'UNESCO

- [unesco.it](http://unesco.it)

I testi e le spiegazioni di:

- Convenzione di Lomè

- Accordo di Cotonou

- Conferenza internazionale sull'acqua dolce (Bonn)

- Fondo europeo per lo sviluppo - FES

- Relazione AEA 1/2012: Towards efficient use of water resources in Europe (Verso un utilizzo efficiente delle risorse idriche in Europa)

- La Rete Mondiale UNESCO dei Musei dell'Acqua - WAMU-NET (Risoluzione n.XXIII-5 dell'UNESCO-IHP / International Hydrological Programme intitolata "Global Network of Water Museums and UNESCO IHP in support of water sustainability education and water awareness efforts" - <https://www.visitmuve.it/it/collabora/tirocini-formazione-e-ricerca/collaborazioni-con-le-universita/musei-acqua-msn/>)

- <http://whc.unesco.org/>

- <http://whc.unesco.org/en/list>

- <http://www.iucn.org/>

- <http://whc.unesco.org/en/guidelines>

# L'ACQUA COME DIRITTO

*L'acqua è una risorsa che si rinnova ma non è infinita, non può essere riprodotta né sostituita. L'acqua dolce costituisce circa il 2% delle risorse idriche del pianeta e si stima che entro il 2030 la domanda globale di acqua possa superare del 40% l'effettiva disponibilità.*

*L'acqua è un composto chimico la cui formula molecolare, indicata con la sigla H<sub>2</sub>O, indica il legame tra due atomi di idrogeno con un atomo di ossigeno. Tale composto in natura si presenta in tre differenti forme, liquida, gassosa e solida, al variare delle condizioni di temperatura e pressione.*

*Comunemente, con il termine "acqua", si fa riferimento all'elemento nel suo stato liquido, origine della vita sul nostro pianeta, fulcro degli ecosistemi naturali e della regolazione del clima e risorsa essenziale per l'umanità dal punto di vista dello sviluppo civile, sociale, agricolo ed industriale.*

*La Risoluzione della Assemblea delle Nazioni Unite 64/92 del 28 luglio 2010 ha riconosciuto che il "diritto all'acqua potabile ed ai servizi igienico sanitari è un diritto dell'uomo essenziale alla qualità della vita ed all'esercizio di tutti i diritti dell'uomo".*



## **I - 2.4 Il valore dell'acqua**

Storicamente i primi insediamenti umani sono sorti in prossimità di fiumi e sorgenti d'acqua dolce, indispensabili per la sopravvivenza e, solo con lo svilupparsi delle società e delle culture, si è assistito alla definizione di processi costruttivi specifici per l'organizzazione e la gestione collettiva della risorsa idrica. Dalle canalizzazioni agricole in Egitto e in Mesopotamia agli acquedotti Romani in Europa, le opere architettoniche e ingegneristiche di controllo e trasporto idrico hanno reso possibile lo stanziamento di nuclei abitativi anche a distanza da fonti primarie di acqua.

Ad oggi nel mondo la diffusione delle reti idriche presenta differenti capillarità nei diversi continenti. Se in Europa negli anni trenta del XX secolo la necessità di garantire l'accesso universale alla risorsa idrica è divenuta prioritaria, per motivi igienici e umanitari, lo stesso non si può dire nei Paesi in via di sviluppo. In questi ultimi, la mancanza di risorse economiche pubbliche non consente di rendere effettivo il diritto all'acqua come fondamentale tra i diritti umani.

## **I - 2.5 Il governo dell'acqua**

### ***Stato dell'Arte Europeo***

L'impiego delle risorse idriche da parte dell'uomo si estende ad una ampia varietà di ambiti, dall'agricoltura ai trasporti, all'industria. La crescita della popolazione e la risposta alle esigenze dei settori produttivi aumenta progressivamente il consumo idrico, riducendo allo stesso tempo la qualità della risorsa. Per far fronte a questa condizione l'Europa ha operato attuando negli anni molteplici strategie a lungo termine per la salvaguardia delle sue risorse idriche. Con l'obiettivo di garantire un approvvigionamento idrico idoneo sia dal punto di vista qualitativo che di sostenibilità, viene aggiornata e migliorata nel tempo la politica europea sulle acque, tenendo in considerazione la contabilità, e quindi il censimento, delle risorse idriche e gli obiettivi di efficienza idrica, in relazione a precisi standard per il riutilizzo delle acque.

In questo senso, a seguito della Direttiva Quadro europea sulle Acque (direttiva 2000/60/CE - Direttiva Quadro sulle Acque – DQA), disciplinata da accordi internazionali ed integrata con norme puntuali, è stato presentato il Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee (Bruxelles, 14.11.2012 - COM(2012) 673 final). Il Piano evidenzia le caratteristiche afferenti ai diversi ambienti acquatici interni all'Unione Europea, promuovendo una metodologia migliorativa, a livello gestionale e di salvaguardia, che tenga conto delle peculiarità di ogni situazione. I differenti problemi di gestione delle risorse idriche riguardano aspetti ecologici, chimici, di inquinamento e di efficienza idrica, intersecandosi spesso tra loro. Per questo motivo l'obiettivo europeo di giungere a un "buono stato delle acque" (Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee, Bruxelles, 14.11.2012 - COM(2012) 673 final) favorisce soluzioni capaci di risolvere in modo consequenziale più difficoltà simultaneamente.

La particolare attenzione rivolta dalla Commissione Europea alle acque dolci trova motivazione, comprovata da statistiche e monitoraggi sviluppati all'interno degli Stati Membri, nell'evidenza di un sempre maggiore sfruttamento, dovuto all'urbanizzazione, alle attività economiche e alla crescita della popolazione, a cui queste sono sottoposte.

### ***L'acqua nelle strategie dell'Onu***

Ad oggi, a distanza di 76 anni dalla sua fondazione, sono 193 i Paesi membri delle Nazioni Unite e che, in osservanza dello statuto, si impegnano ad attivare cooperazioni fruttuose per risolvere problematiche internazionali e promuovere il rispetto dei diritti umani. Obiettivo delle Nazioni Unite è fornire strategie e mezzi a supporto della risoluzione dei conflitti e dello sviluppo di politiche idonee su tematiche di interesse globale. In questo senso nel 2015 è stato stilato un programma per la prosperità del pianeta e la promozione di pratiche sostenibili da adottare nello svolgimento delle attività umane: l'Agenda 2030.

L'Agenda 2030 pone 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile avviati dal 2016 e da realizzarsi entro i successivi 15 anni. A testimoniare l'importanza della risorsa idrica per il pianeta ben sei dei 17 obiettivi totali riguardano l'acqua. In particolare gli obiettivi 6 e 14 sono specifici sul tema:

**GOAL 6: ACQUA PULITA E SERVIZI IGIENICO-SANITARI.** Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie;

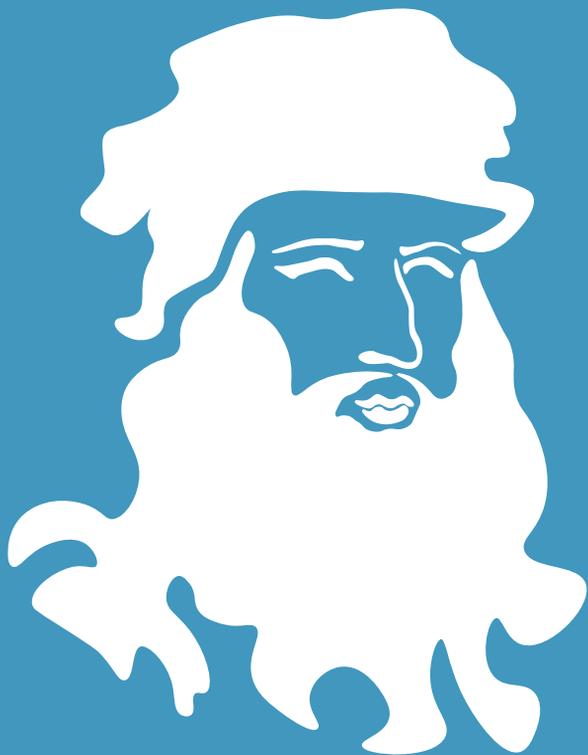
**GOAL 11: CITTA' E SOCIETA' SOSTENIBILI.** Diffondere una cultura più sostenibile e sostituire le fonti energetiche attuali con alternative green.

**GOAL 14: VITA SOTT'ACQUA.** Conservare e utilizzare in modo durevole gli oceani, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile.

Gli ulteriori obiettivi che promuovono buone pratiche per la gestione idrica sono il goal 1 per le risorse naturali, il goal 3 per l'abbattimento dell'inquinamento su aria, acqua e suolo, il goal 7 per l'energia pulita e il goal 13 per fronteggiare i cambiamenti climatici. Nonostante gli sforzi per giungere all'accesso universale all'acqua come diritto umano, permangono difficoltà economiche, mancanze giuridiche e un opportuno approccio culturale ad interpersi tra la volontà e l'effettiva realizzazione del processo a livello globale.



## LEONARDO DA VINCI



*« Questa non ha mai requie insino che si congiunge al suo marittimo elemento dove, non essendo molestata dai venti, si stabilisce e riposa con la sua superfizie equidistante al centro del mondo ».*



Leonardo cominciò a dedicarsi agli studi d'idraulica durante il soggiorno a Milano, studiò l'area intorno al Naviglio di San Marco, realizzando un progetto per collegare il Naviglio Martesana ai Navigli interni attraverso due chiuse. Ciò avrebbe permesso di attraversare Milano in barca e di collegare l'Adda con il Ticino. Leonardo contribuì all'evoluzione tecnica delle chiuse di navigazione inserendo al loro interno un portello inferiore manovrabile per gestire la portata dell'acqua. Nel periodo milanese sviluppò in campo agricolo la tecnica di irrigazione delle marcite che consente un maggior numero di raccolti.

Anche durante il suo breve soggiorno veneziano, Leonardo collaborò con la Repubblica di Venezia, per rendere navigabile il fiume Brenta ed evitare le inondazioni.

Alcuni dei progetti idraulici di Leonardo consistevano nella deviazione di fiumi ed erano particolarmente ambiziosi e futuristici, come testimoniato dai suoi stessi scritti.

Come fece per tutti i fenomeni naturali, Leonardo studiò la vera natura dell'acqua, ne studiò l'origine, la dinamica, gli effetti ottici sulla superficie e altre particolarità.

Grazie agli studi di fluidodinamica, Leonardo progettò macchinari per l'utilizzo dell'energia idraulica, per l'innalzamento delle acque e per il prosciugamento delle terre paludose. Studiando il moto delle acque, Leonardo era anche giunto alla conclusione che, con il tempo, la terra sarebbe stata completamente sommersa dal mare diventando inabitabile. Le continue ricerche per comprendere al meglio i fenomeni dell'acqua e del mare, portarono Leonardo anche ai primi studi sui fossili, che gli permisero di teorizzare, da ateo qual era, l'impossibilità del Diluvio Universale.



I PROTAGONISTI DELLA SCIENZA IDRAULICA

JERÓNIMO DE AYANZ





*Jerónimo de Ayaz è stato chiamato il Leonardo Da Vinci spagnolo e, in effetti, entrambi hanno i loro punti in comune, ma anche le loro differenze. Tra i due c'è una differenza di un secolo: Da Vinci nacque a metà del XV secolo e Ayaz a metà del XVI secolo. Non ci sono dati sul fatto che sia venuto a conoscenza dei manoscritti di Leonardo, sebbene abbia soggiornato per parecchio tempo a Milano durante la sua carriera Militare, e l'originalità delle sue invenzioni è evidente avendo anche risolto alcune questioni che Leonardo aveva lasciate aperte.*

*A differenza di Leonardo, visti anche i tempi diversi in cui vissero, Jerònimo ebbe il merito di brevettare le sue invenzioni dopo averle testate. Durante la sua vita ha prodotto moltissimi disegni che approfondiscono i suoi studi fornendo elaborati di altissimo livello e dettaglio.*

*Inventò moltissimi strumenti: una pompa per drenare le navi; un precedente del sottomarino; una bussola che ha stabilito la declinazione magnetica; un forno per distillare l'acqua di mare a bordo delle navi; bilance "che pesavano la zampa di una mosca"; pietre a forma conica per molatura; laminatoi metallici - diventeranno generali nel diciannovesimo secolo -; pompe per irrigazione; la struttura ad arco per le dighe del bacino idrico; un meccanismo di trasformazione del movimento che permette di misurare la cosiddetta "coppia motore", cioè l'efficienza tecnica, qualcosa che solo un secolo dopo circa sarebbe stato nuovamente affrontato.*



I PROTAGONISTI DELLA SCIENZA IDRAULICA

HENRY GASPARD DARCY





*Henry Philibert Gaspard Darcy è stato un ingegnere francese che ha dato importanti contributi all'idraulica.*

*Tra le opere da lui realizzate vi è l'imponente sistema di distribuzione di acqua pressurizzata per il rifornimento di acqua dolce nella città di Digione. Il sistema consentiva di trasportare l'acqua dalla sorgente di Rosoir a 12,7 chilometri di distanza attraverso un acquedotto coperto fino ai bacini vicino alla città.*

*Darcy fu Direttore principale per Water and Pavements a Parigi, qui sviluppò la sua ricerca idraulica, concentrandosi in particolare sulle perdite di flusso e attrito nei tubi. Tra il 1855 e il 1856 a seguito di svariati esperimenti stabilì quella che è oggi nota come legge di Darcy: inizialmente sviluppata per descrivere il flusso dell'acqua attraverso la sabbia, è stata replicata su una varietà di situazioni ed è oggi utilizzata per calcolare la resistenza di qualsiasi tipo di flusso nei mezzi porosi.*



WILHELM EDUARD WEBER  
WILHELM EDUARD WEBER



*“La velocità delle onde in nessun modo dipende soltanto dalla larghezza come Newton, Gravensande, D’Alembert e recentemente Gerstner avevano affermato, ma anche dalla loro dimensione, cioè dalla loro altezza e larghezza insieme...In accordo ai nostri esperimenti, la velocità delle onde diminuisce con la diminuzione della profondità del fluido.*”



*Il weber è, in suo onore, l'unità di misura nel Sistema Internazionale, con simbolo Wb, del flusso magnetico.*

*Lo scienziato tedesco seppe calcolare il fattore di proporzionalità tra le unità elettromagnetiche ed elettrostatiche, dimostrandolo prossimo al valore della velocità della luce, dal quale prese spunto J. C. Maxwell per formulare la teoria delle onde elettromagnetiche.*

*Da questa descrizione dell'attività di Weber non sembra potersi cogliere collegamenti con i temi dell'Idraulica, ed il suo libro è in effetti poco noto nella letteratura idraulica, sebbene contenga un dettagliato resoconto di ciò che sino ad allora era stato scritto sul moto dell'onda ed un ampio panorama di nuove osservazioni.*

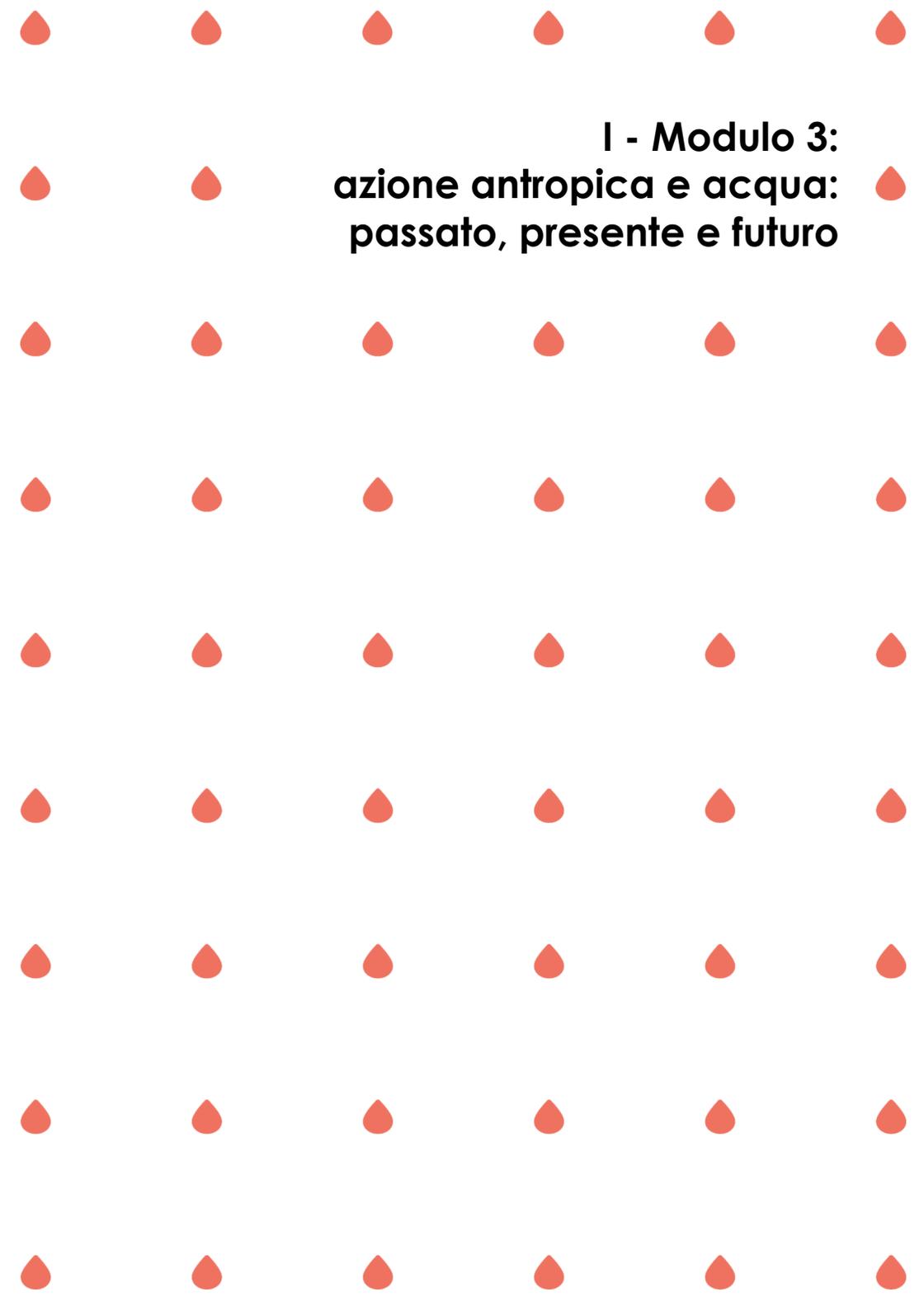
*Weber, in molti esperimenti sul comportamento delle onde, utilizzò una vasca con pareti di vetro, assai lunga e stretta, che permise di investigare sui fenomeni di riflessione, interferenza, moto orbitale e forma del profilo, utilizzando, oltre all'acqua, il mercurio ed il brandy!*

*Per mancanza di precedenti, molte delle tecniche sperimentali di Weber furono tanto ingegnose quanto di assoluta novità; usò, ad esempio, spargere farina sul pelo libero del fluido applicando alla sponda della vasca un sottile lavagna, oppure cospargeva la lavagna stessa di polvere bianca poi rimossa dal moto ondoso; in questo modo poteva esaminare le tracce del comportamento dell'onda nei diversi esperimenti, 'fotografando' la continuità del moto.*



## **Bibliografia e sitografia**

- <https://digitallibrary.un.org/>
- <https://www.unep.org/about-un-environment>
- <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/water-framework-directive-wfd-2000>
- [https://www.cep.eu/fileadmin/user\\_upload/cep.eu/Analysen/COM\\_2012\\_673\\_Wasserressourcen/SWD\\_2012\\_\\_381\\_Zusammenfassung\\_Impact\\_Assessment\\_EN.pdf](https://www.cep.eu/fileadmin/user_upload/cep.eu/Analysen/COM_2012_673_Wasserressourcen/SWD_2012__381_Zusammenfassung_Impact_Assessment_EN.pdf)
- <http://water.europa.eu/policy>
- <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/74/protezione-e-gestione-delle-risorse-idriche>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52012DC0673&from=EN>
- <http://europeanwater.org/it/>
- [http://ec.europa.eu/environment/water/participation/notes\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/participation/notes_en.htm)
- [http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/objectives/implementation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/objectives/implementation_en.htm)
- [http://ec.europa.eu/environment/water/innovationpartnership/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/innovationpartnership/index_en.htm)
- <https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp>
- <http://water.europa.eu>
- [www.eea.europa.eu/themes/water](http://www.eea.europa.eu/themes/water)
- <http://www.eea.europa.eu/articles/the-water-we-eat>
- <https://asvis.it/goal6/articoli/396-2503/goal-6-laccesso-allacqua-come-diritto-umano-universale#:~:text=La%20Risoluzione%20della%20Assemblea%20delle,i%20diritti%20dell'uomo%E2%80%9D>

A decorative background consisting of a grid of red water droplets. The droplets are arranged in a regular pattern, with some missing in the upper right quadrant to accommodate the text.

**I - Modulo 3:  
azione antropica e acqua:  
passato, presente e futuro**

Nel libro VII della *Politica* di Aristotele, l'autore descrive la città ideale secondo il suo pensiero e analizza le condizioni migliori per la scelta del luogo in cui collocarla. Una delle 4 condizioni che individua è legata alla presenza dell'acqua:

*"sarebbero anche estremamente opportuni fonti e corsi d'acqua in gran numero, alla mancanza dei quali si può rimediare con la costruzione di innumerevoli e capaci bacini per la raccolta della acqua piovana, sicchè l'acqua non venga mai a mancare neppure quando il territorio metropolitano è isolato dal resto della regione da una guerra. Perchè bisogna pensare alla salute degli abitanti, per la quale la prima condizione è che la località sia in un luogo salubre e ben orientato, la seconda che vi siano delle acque sane, anche di questa faccenda bisogna occuparsi con cura."*

(Aristotele, *Politica*, Libro VII)

NUMERI

**4 miliardi**

di persone vivono in aree caratterizzate da grave scarsità di acqua per almeno un mese all'anno

**1,6 miliardi**

di persone affrontano una scarsità di acqua "economica" (l'acqua c'è ma mancano le infrastrutture)

Oltre **2 miliardi** di persone vivono in luoghi sottoposti a stress idrico

**3 miliardi di persone**

non dispongono di un accesso adeguato a impianti per l'igiene delle mani

### I - 3.1 Perché acqua?

Acqua è diritto. Fonte di vita, l'acqua è un bene che appartiene senza discriminazioni a tutti gli esseri viventi sulla Terra. La sua limitatezza ne presuppone la salvaguardia e il riconoscimento del suo valore come risorsa naturale essenziale per la sopravvivenza del nostro pianeta. L'accesso universale all'acqua è un diritto sociale e costituisce una condizione essenziale per il godimento dei diritti umani. (UN, 2010)

Acqua è democrazia e partecipazione. La gestione dell'acqua deve mirare a interventi che siano inclusivi e partecipati. L'acqua costituisce un'occasione per ripensare i luoghi urbani, i territori e le infrastrutture. La sua dimensione artistica e di progetto può scatenare processi di rigenerazione urbana improntati sui temi della sostenibilità, della tutela e dell'inclusione sociale. (EU, 2000)

Acqua è futuro. La scarsità delle risorse idriche a livello globale costituisce la minaccia principale del nostro secolo, in cui i cambiamenti climatici e il costante aumento della popolazione rappresentano l'aggravante. Il futuro dell'intero pianeta dipende da una gestione responsabile di questa risorsa. Il primo passo è la consapevolezza, il secondo l'azione. E' il momento di agire.

**80% delle acque reflue industriali e comunali** di tutto il mondo viene rilasciato in ambiente senza trattamento previo

**230 milioni di persone** impiegano oltre **30 minuti** a viaggio per la raccolta di acqua da fonti lontane dalle loro abitazioni

**30% delle principali falde acquifere** sono in stato di deperimento

**829 milioni di persone** muoiono ogni anno di diarrea dopo aver usato acqua e impianti igienico sanitari non sicuri

### **I - 3.2 La cultura dell'acqua**

Nell'antico Egitto le intermittenti inondazioni provocate dal fiume Nilo rappresentavano un evento divino (Hapi – dio delle annuali esondazioni del Nilo). L'acqua oltrepassando il letto del fiume bagnava i territori limitrofi, assicurando la vita degli abitanti e rendendo il terreno estremamente fertile per la coltivazione. La popolazione come riconoscimento di quel dono, gli porgeva inni e preghiere. Non era solo fonte di vita e di trasporto, era una risorsa sacra. Il fiume Gange, in India, ancora oggi è per gli Indù sacro, la balneazione nel Gange concede il perdono ai propri peccati e conduce verso la salvezza. Rappresenta così un luogo estremamente importante per gli abitanti in cui vi si affacciano edifici sacri e hanno luogo molte attività legate all'acqua. Acqua come oggetto di narrazione e mitologia in molti testi sacri come il racconto del diluvio universale descritto nel testo biblico in cui l'arca di Noè assume un valore salvifico, grazie alla quale Noè riesce a salvarsi dal diluvio. E ancora, Poseidone, dio delle acque, è una figura mitologica narrata nei poemi omerici, connotato dal tridente come simbolo della sua potenza sulle acque. Acqua come elemento indispensabile per la nascita di una città ma anche come piacere e beneficio, come nell'antica Grecia. Ma lo fu anche per i romani che costruirono acquedotti per portare acqua alle città (per alimentare la città di Roma furono ad esempio costruiti circa 800 km di condotte) e che introdussero negli ambiti urbani elementi per il benessere, per la qualità ambientale e per la salute come le fontane, le terme e i bagni pubblici. Proprio le terme rappresentavano il luogo massimo della socialità della cultura romana, dove ci si incontrava, si discuteva e si facevano affari in un ambiente di benessere.

Molte delle città fluviali e costiere trovano la loro collocazione proprio grazie alla presenza di questa risorsa. La presenza del mare o vie d'acqua permetteva infatti il trasporto delle merci, la difesa della città e la sopravvivenza. Dai grandi porti greci e romani, ai ponti abitati di Venezia, ai piccoli manufatti,

i luoghi dell'acqua rievocano spesso la loro vocazione pubblica. Il tema dell'acqua è perciò ambito di profonda riflessione culturale, come elemento naturale che sempre ha accompagnato la vita dell'uomo e che ne ha delineato il suo stile di vita. Il fattore acqua è stato predominante nei processi insediativi del passato, e seppure in forma diversa lo è ancora oggi. Nelle civiltà marittime e fluviali, la pesca, il commercio e la difesa hanno definito una struttura urbana sviluppatasi lungo la costa e i fiumi rimodellando quindi il confine acqua-terra, che ha generato un nuovo paesaggio di relazione tra artificio e paesaggio naturale in cui l'acqua ne è la protagonista. Per protezione o per approvvigionamento l'essere umano ha dovuto sviluppare nel tempo diversi accorgimenti: dal convogliamento delle acque meteoriche nelle colture, ai sistemi di drenaggio, alle canalizzazioni, alle bonifiche, alle deviazioni dei corsi naturali alle dighe e così via, fino al tetto della propria abitazione. Sistemi e manufatti prima in legno, in pietra, poi in cemento, in metallo e in plastica hanno caratterizzato i luoghi per abitare. Tra minaccia e risorsa l'acqua è sempre stata elemento di timore e benedizione allo stesso tempo, ma l'uomo ne ha sempre saputo riconoscere e cogliere la sua indispensabilità traducendola in diversi connotati simbolici, diventando fonte di ispirazione per l'arte, la letteratura e l'architettura.

# L'ACQUA NELL'ANTICO TESTAMENTO

*In apertura, il libro della Genesi ci narra come prima della creazione dell'universo, l'acqua fosse onnipresente. Elemento all'origine ostile a Dio, essa doveva essere domata. Dio creò il firmamento dividendo così le acque, apparve così l'asciutto. L'asciutto lo chiamò Terra, le acque, mare. Nel "passaggio" del Mar Rosso Dio salva il suo popolo dagli egiziani esercitando il suo potere sulle acque. Acqua come pioggia assume un duplice significato nella Bibbia: talvolta segno della punizione divina, come nel diluvio universale, talvolta segno di benedizione. Pioggia di benedizione che al tempo opportuno irriga il terreno. Al contrario, la mancanza di pioggia è punizione divina, come ci ricorda Salomone pregando. Acqua come rugiada è anch'essa benedizione. Acqua come grandine si infervora contro i nemici di Dio. La grandine fù infatti la settima piaga con cui Dio punì l'Egitto, devastando le vigne.*

*L'acqua secondo il testo sacro è risorsa purificatrice, essa guarisce dalla malattia e dalla impurità, è strumento fondamentale per la pulizia e l'igiene. Ce lo ricorda l'episodio del re Naaman, che malato di lebbra, sotto consiglio di Eliseo, si bagnò sette volte nel Giordano. Fù grazie a questi bagni che il re armeno guarì, il suo corpo era purificato.*

*La Bibbia ci ricorda infine come l'acqua sia una risorsa essenziale per la vita umana e animale, rappresentando quindi un diritto di tutti e che ci impegna moralmente a rifornire i più bisognosi, ma non solo, anche i nemici.*

### **I - 3.3 I conflitti con l'acqua**

Il 9 Ottobre del 1963, tra le regioni Veneto e Friuli Venezia Giulia in Italia, più precisamente nella valle del Vajont, milioni di metri cubi di montagna precipitarono in un bacino d'acqua a 100km l'ora e superando la diga, un'onda alta 250 metri sovrastò il territorio distruggendo interi paesi. Il "disastro del Vajont" durò 4 minuti. Uno dei monti su cui poggiava la diga, il monte Toc presentava un'antica frana larga chilometri: i versanti del bacino realizzato dalla SADE (società elettrica privata) non erano idonei poiché a rischio idrogeologico. E' proprio in questa area, l'area del Vajont che l'acqua assume un significato importante correlato ad un momento storico preciso. L'acqua spazzando tragicamente interi paesi ha creato un legame tra l'evento e la memoria del luogo.

Molte volte la potenza dell'acqua si è abbattuta sull'umanità, dal mito di Noè alle grandi alluvioni e inondazioni, l'acqua ha riconquistato i territori inghiottendo città e paesaggi abitati. L'acqua come nel caso del Vajont, rappresenta un elemento fondamentale nel rapporto uomo natura, il cui equilibrio va continuamente ricercato. Oggi la sfida ai cambiamenti climatici, dovuti soprattutto a comportamenti umani non equilibrati rispetto alla natura, ci pone davanti a enormi sfide come l'innalzamento degli oceani e la desertificazione sono già in atto e mettono a rischio la nostra incolumità. La maggiore vulnerabilità di territori diversificati è preoccupante: le variazioni delle precipitazioni avranno ripercussioni sull'agricoltura, aumentando la fame nei paesi già a rischio di denutrizione; nei paesi meridionali si avrà scarsità di acqua e nei paesi nordici un eccesso. L'aumento della temperatura dell'acqua che scorre su superfici roventi è distruttivo per flora e faune acquatiche. L'elevata impermeabilizzazione del suolo comporta sempre più frequenti allagamenti nelle nostre città, causando gravi ripercussioni economiche. L'effetto isola di calore sempre più forte nelle città provoca un rilevante innalzamento delle temperature con conseguenze dirette e indirette significative, sia per quanto riguarda la salute delle

persone che per l'equilibrio dell'ambiente naturale alterando il naturale ciclo di crescita della vegetazione nelle aree urbane.

E' evidente come le ripercussioni che i cambiamenti climatici hanno sui territori, stanno trasformando il tema dell'acqua in urgenza. Le sfide del nostro tempo sono quelle di comprendere il valore dell'acqua per il territorio e per la nostra vita e riportare un nuovo equilibrio tra natura ed artificio, tra acqua e azione antropica.

### **I - 3.4 Ritorno all'acqua**

L'approccio funzionalista del secolo scorso ha avuto gravi ripercussioni non solo in ambito urbano, frammentando le città e strappando identità ai luoghi, ma anche nella gestione delle risorse idriche, introducendo concezioni meramente pratiche incapaci di rendere i territori e le città resilienti, istituendo ad ogni latitudine pratiche non sostenibili. Dalla rinnovata consapevolezza ambientale gli approcci contemporanei prevedono processi di rigenerazione urbana attivabili attraverso le risorse naturali intese come opportunità di rilancio, di socialità e di salvaguardia dell'ambiente. Esempi di ripristino di canali e ridisegno dei waterfront degli ultimi 10 anni dimostrano la volontà di promuovere forme di sviluppo sostenibili in cui il tema dell'acqua è centrale. La risorsa idrica diventa tema di progetto appartenente ad un sistema più ampio capace di migliorare la fruizione dello spazio collettivo. Così l'acqua oggi rappresenta un'occasione per ripensare i luoghi dell'abitare e sensibilizzare la comunità sui temi ambientali ed ecologici.

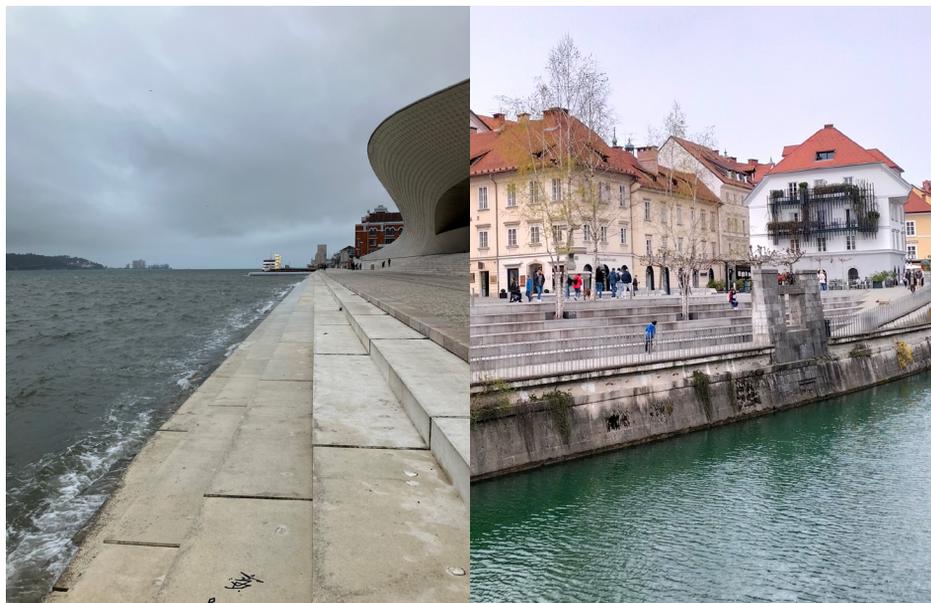
### **I - 3.5 Verso città ecologiche: l'acqua per la qualità urbana**

L'elevata densità di popolazione e le cospicue attività produttive delle città esercitano forti pressioni sull'ambiente, destando preoccupazioni sulle comunità europea e internazionale. Ma è proprio nelle aree più urbanizzate che avviene la maggiore interazione con l'ambiente, dove artificio e natura interagiscono. La città rappresenta allora il luogo adatto e da cui è necessario partire per orientare lo sviluppo sostenibile. Un' ambito paradigmatico di sperimentazione sostenibile replicabile su scala globale, capace di generare meccanismi atti a migliorare la qualità ambientale e della vita delle persone. Le politiche europee ed internazionali si concentrano quindi in modo particolare sull'ambito urbano per ripensare e sviluppare città resilienti che rispondano adeguatamente alle urgenti necessità ecologiche, economiche, sociali e di tutela e salute. Un'inversione di tendenza dunque in cui la protagonista è la sostenibilità, quale strumento indispensabile per la crescita e sviluppo della città.

In questo contesto di consapevolezza della necessità di re-instaurare un equilibrio sostenibile nelle città, la politica internazionale affronta il tema della gestione dell'acqua per una pianificazione sempre più "water sensitive". Molte strategie "water oriented" sono già state messe in atto e si concentrano su due obiettivi: l'utilizzo sostenibile delle risorse idriche e la conservazione del patrimonio idraulico. L'acqua è infatti una risorsa fondamentale non solo da conservare per la sopravvivenza del pianeta, e quindi necessaria per combattere gli effetti provocati dal cambiamento climatico ed essenziale per la salute delle persone. Diverse sono le strategie adottate che integrano il tema dell'acqua all'interno delle città, tra queste ritroviamo diversi temi tra cui: waterfront e riverfront, zone umide e fitodepurazione, recupero di canali e bacini, ciclovie d'acqua .



*Figura 1 - Serie di terrazzamenti e di vasche che permettano di godere, in assoluta protezione, delle acque dell'Atlantico - Fonte: Laura Menéndez Monzonís, Università UJI*



*Figura 2 - Passeo Carlos do Carmo, Lisbona (Portogallo)  
Fonte: Gaia Nerea Terlicher, Università di Pavia*

*Figura 3 - Cankarjevo nabrežje, Lubiana (Slovenia)  
Fonte: Margherita Capotorto, Università di Pavia*

## ***Waterfront & riverfront***

Strategie di conservazione del patrimonio idraulico costituiscono un tema centrale nella rigenerazione delle città d'acqua. Le aree urbane caratterizzate dalla presenza del mare o del fiume costituiscono territori particolarmente vulnerabili, spesso soggetti a inondazioni che provocano gravi disagi economici e sociali. La presenza però della risorsa acqua, può trasformarsi in un'opportunità di rilancio contrastando la vulnerabilità di questi territori e rigenerando gli spazi urbani. Waterfront e riverfront inoltre sono aree dense di stratificazioni culturali e di relazioni. Luoghi tra l'acqua e la terra, costituiscono spazi fluidi, di visioni sul futuro delle città e di sperimentazioni di nuove forme urbane sostenibili e inclusive. L'acqua come elemento strutturante l'assetto urbano non costituisce una linea nella città, ma una rete permeabile capace di dialogare e di interagire attivamente con il tessuto esistente ricucendo i diversi ambiti urbani. Così gli spazi che l'acqua lambisce si attivano diventando luoghi ludici, di svago, luoghi per svolgere attività sportive, luoghi della salute fruibili stimolando la vita dei cittadini all'aria aperta. Talvolta anche l'acqua diventa fruibile diventando una vera e propria piscina naturale all'aria aperta.

## ***La permeabilità del suolo e il ciclo dell'acqua***

La sfida contemporanea è quella di conciliare lo sviluppo delle città con la tutela dell'ambiente. Per questo è necessario introdurre una riflessione sulle interazioni che avvengono tra acqua e attività umana in cui rientrano i temi della difesa del suolo e degli ecosistemi naturali. La progressiva cementificazione del suolo e i continui prelievi idrici stanno compromettendo la capacità di resilienza idrica e di conseguenza la capacità dell'acqua di garantire la sopravvivenza della popolazione. Le zone umide all'interno delle città possono garantire da una parte una risorsa nella gestione della crescente domanda di acqua, dall'altra la depurazione delle acque reflue. Restituendo suolo permeabile all'interno delle aree urbane, le zone umide migliorano la qualità dell'acqua e costituiscono l'habitat per molte specie animali e vegetative garantendo la biodiversità. Infatti rimuovendo i contaminanti presenti nelle acque reflue, agiscono come filtri naturali. Un sistema analogo è quello previsto dagli impianti di fitodepurazione che riproducendo i processi autodepurativi delle zone umide aiutano al trattamento delle acque reflue. L'introduzione di questi sistemi forniscono inoltre luoghi fruibili dalla popolazione, come parchi e oasi verdi nel cuore delle città per lo svago, attenuano allo stesso tempo il fenomeno delle isole di calore.

## ***Recupero di canali e bacini***

La riapertura e il recupero di antichi canali e bacini d'acqua è un tema sempre più diffuso all'interno del contesto urbano europeo. Occasione da una parte per riscoprire i valori dell'acqua e recuperare l'immagine storica della città, dall'altra una possibilità di rigenerazione di ambiti urbani degradati trasformandoli in poli attrattivi per lo svago ed il turismo. Rappresentano interventi di rinnovamento necessari per creare nuovi ambiti pedonali lungo i corsi d'acqua che lambiscono il tessuto esistente. L'acqua diventa elemento estetico e ludico da ammirare e che permette la fruizione

dello spazio che la costeggia o la circonda, ma talvolta anche navigabile o addirittura balneabile, come nel caso di alcuni canali.

### ***Percorsi ciclabili e acqua***

Tra i fattori determinanti per la qualità urbana degli spazi pubblici è sicuramente il sistema della mobilità, con un ruolo fondamentale per la qualità della vita degli abitanti. In contrapposizione alla forma più tradizionale di mobilità, dall'impatto significativo sull'ambiente, la mobilità dolce rappresenta il sistema di trasporto necessario per lo sviluppo di città sostenibili contribuendo a renderle ancora più attrattive. Da anni molti paesi europei stanno investendo nella creazione di reti ciclabili lungo i corsi d'acqua. Questo tipo di mobilità ha generato strategie di recupero di fiumi, torrenti, laghi e canali valorizzando il territorio e i manufatti che vi si intersecano. Valorizzare il patrimonio idrico attraverso "vie d'acqua" non solo mette a disposizione della popolazione un sistema di connessione urbano sostenibile, ma incentiva le persone ad adottare abitudini che possono favorire e migliorare la salute. Nondimeno, mettere in relazione ciclovie con i corsi d'acqua può favorire lo sviluppo di un turismo lento e sostenibile.



*Figure 4 - TURIA'S GARDEN*

*Il parco Turia nasce sul letto dell'antico fiume Turia che percorreva la città di Valencia, e che dopo essere stato prosciugato, venne deviato come prevenzione alle continue inondazioni che presero luogo durante il secolo scorso provocando negli anni gravi disagi alla città ed ai suoi abitanti. Così oggi il parco è divenuto simbolo della città modificandone la sua immagine e rivitalizzando i quartieri ad esso prospicienti.*

## **Bibliografia e sitografia di riferimento:**

- Schiaffonati F., Mussinelli E., 2008, *Il tema dell'acqua nella progettazione ambientale*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli Editore
- Bettini V., 2004, *Ecologia urbana. L'uomo e la città*, Torino, UTET Diffusione Srl
- Fattorini S., 2019, *Ecologia urbana*, Roma, Ediesse
- Tempodacqua. *L'acqua dimensione del tempo*, (III Edizione Biennale di Pisa), a cura di Femia A., <<Percorsi in ceramica>>, n. 41 2020, Casalgrande Padana
- Wilson A., 1986, *Aquatecture. Architecture and water*, Londra, Architectural Press Ltd
- Fabian L., Viganò P., 2010, *Extreme city. Climate change and the transformation of the waterscape*, Venezia, Università Iuav di Venezia
- Kabisch N., Korn H., Stadler J., Bonn A., 2017, *Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas*, Berlino, SpringerOpen
- Mamino L., 2017, *Condurre l'acqua. Difendersi e servirsene*, << Archalp>>, n. 13, pp. 16-19
- Arena G., Caneve M., 2017, *Calamita/à Project*, << Archalp>>, n. 13, pp. 26-31
- ONU, 2015, *Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*
- Contratto Italiano Contratto Mondiale sull'acqua - Onlus, 2018, *Carta delle città per il diritto umano all'acqua*, Milano
- ISPRA, 2018, *Qualità dell'ambiente urbano (XIV Rapporto)*, Roma, ISPRA
- ISPRA, 2013, *Qualità dell'ambiente urbano (IX Rapporto). Focus su acque e ambiente urbano*, Roma, ISPRA
- International Water Association, 2018, "Wetlands can provide a pathway for a sustainable urban future", Testo disponibile al sito: <https://iwa-network.org/wetlands-can-provide-a-pathway-for-a-sustainable-urban->

future/, 21-03-21

- Becker A., Lampe S., Negussie L., Schmal P.C., 2018, *Ride a bike! Reclaim the city*, Basel, Birkhauser Verlag GmbH

- Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, 2018, "Ciclovie turistiche nazionali", Testo disponibile al sito: <https://www.mit.gov.it/node/5383>, 21-03-21

- UN, 2010, "General Assembly declares access to clean water and sanitation is a human right", Testo disponibile al sito: <https://news.un.org/en/story/2010/07/346122-general-assembly-declares-access-clean-water-and-sanitation-human-right>, 20-03-21

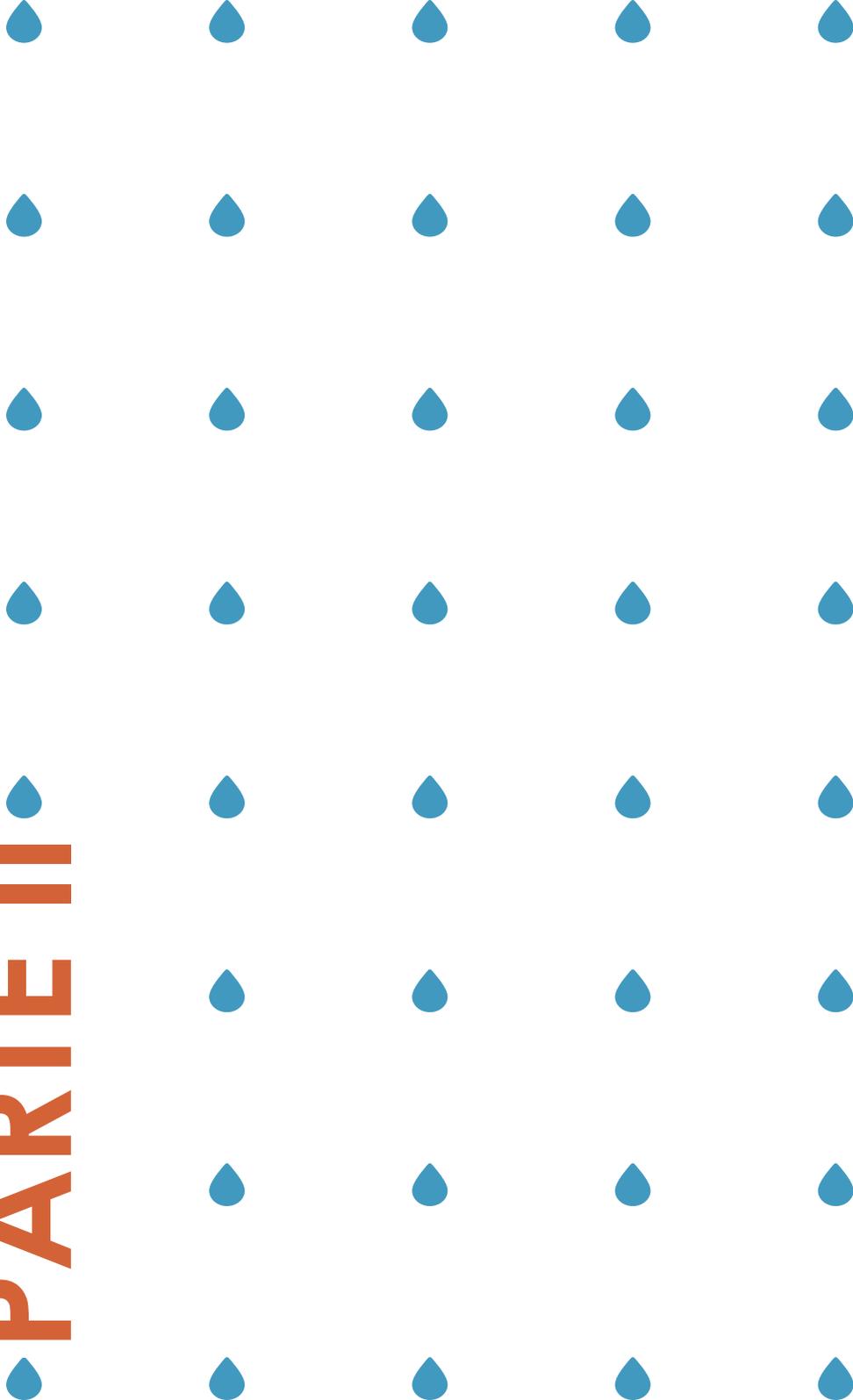
- EU, 2000, *Water Framework Directive*, Testo disponibile al sito: [https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index\\_en.html](https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html), 19-03-21

- Martone C., 2018, *Dall'inizio alla fine del mondo. Percorsi dell'acqua nella Bibbia ebraica*, <<Status Quaestionis>>, No. 14, pp. 47-60

- Aristotele, 1997, *Politica*, a cura di Laurenti R., Bari, Laterza editore



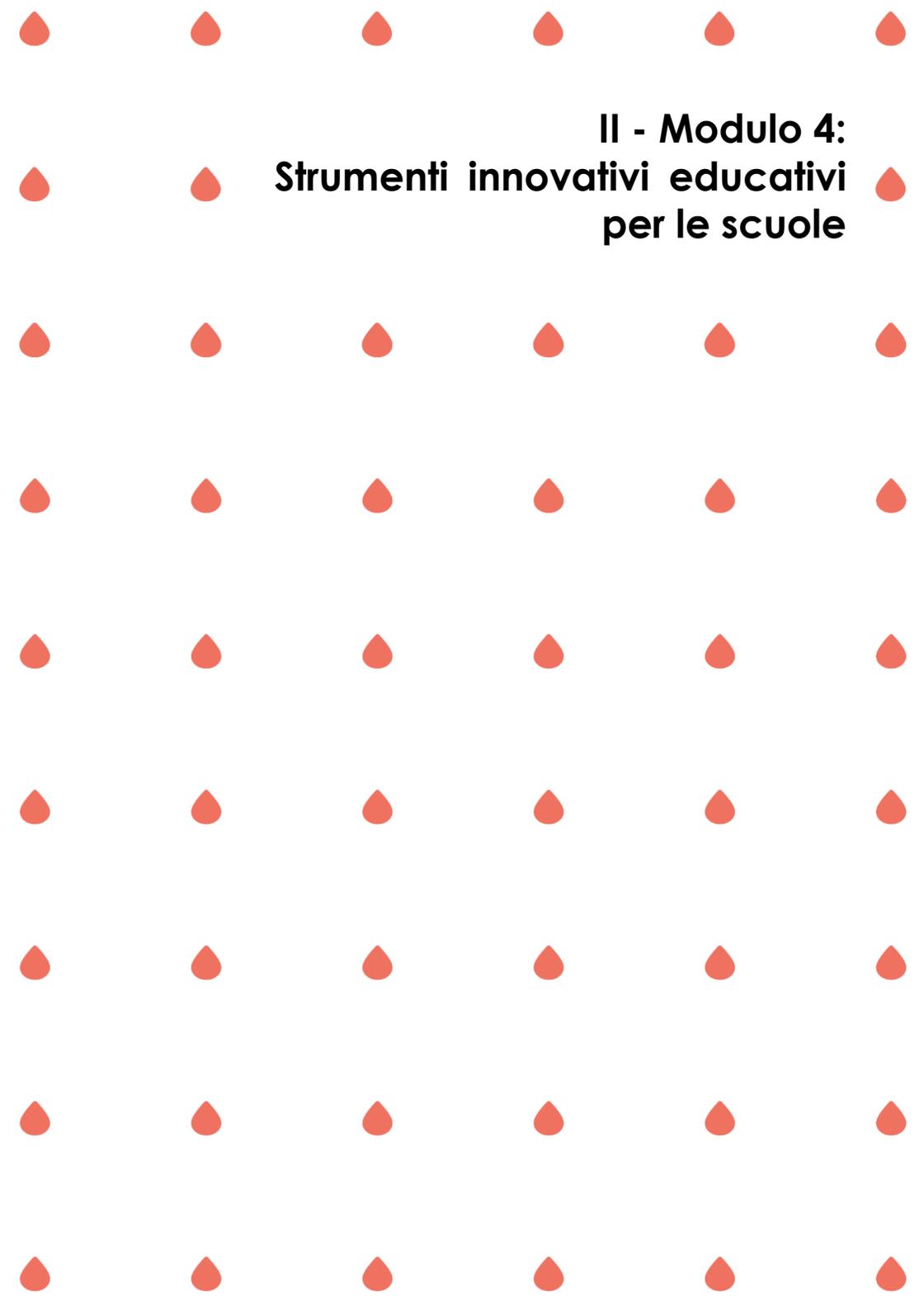
# PARTE II





STRUMENTI  
INNOVATIVI  
EDUCATIVI PER  
LE SCUOLE



A decorative background consisting of a grid of red teardrop-shaped icons. The icons are arranged in 10 rows and 6 columns, with a central text area. The text is in a bold, black, sans-serif font.

**II - Modulo 4:  
Strumenti innovativi educativi  
per le scuole**

## **II- 4.1 Approccio all'attuale innovazione didattica:**

Oggi la tecnologia permea la società a tutti i livelli e queste risorse includono non solo i mezzi di comunicazione, ma anche gli strumenti che utilizziamo per lo scambio di conoscenze e apprendimento (Zaragoza-Martí, in corso di stampa).

Sul nostro pianeta globalizzato, chiunque può connettersi con chiunque, da ogni angolo del mondo, con un solo clic. In un mondo simile, la conoscenza e l'apprendimento devono essere più accessibili, personali e diretti. Il nostro uso quotidiano delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) ci fornisce l'accesso immediato a un'abbondanza di contenuti e strumenti che ci consentono di apprendere in modi diversi (Zaragoza-Martí, 2019). Di conseguenza, devono essere generate nuove dinamiche di insegnamento-apprendimento, con una comprensione della tecnologia al centro, per riflettere questa realtà (Martí, Heydrich, Rojas e Hernández, 2010).

### ***Il contesto dell'Agenda 2030:***

il modello educativo imposto dall'area europea per l'istruzione superiore è incentrato sull'apprendimento autonomo degli studenti sotto la supervisione di professori universitari. Tale attenzione pone la necessità di ripensare le tradizionali attività di insegnamento e apprendimento: dobbiamo riflettere su come sostituirle con strumenti didattici realmente utili per l'elaborazione, l'acquisizione e il trasferimento delle conoscenze all'interno del nuovo modello educativo in cui siamo immersi (Garrido Carrillo, 2012).

Nello specifico, la questione in gioco non è solo quella di trasmettere conoscenze, ma come commenta Pérez Albadalejo (2017), di poter ampliare e acquisire competenze da un piccolo nucleo di conoscenze.

Pertanto, gli insegnanti devono lasciarsi alle spalle il loro ruolo di istruttori e trasformarsi in motori del processo stesso di generazione della conoscenza. Sono attualmente in corso presso l'Ateneo riflessioni sul proprio ruolo nell'affrontare, tra

l'altro, le sfide globali poste dall'Agenda 2030 delle Nazioni Unite. Tra questi, degno di nota è il ruolo di catalizzatore che la tecnologia e le ICT hanno nel raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile all'università (Sancho Gil, Ornellas & Arrazola Carballo, 2018).

A questo proposito, il rapporto dell'UNESCO "Education 2030" (2015) insiste sull'importanza di queste tecnologie in aspetti innovativi quali:

- a) La diffusione della conoscenza.
- b) Accesso alle informazioni.
- c) Apprendimento efficace e di qualità.
- d) E l'efficiente prestazione di servizi.

Attraverso questo prisma, le riflessioni sulle innovazioni tecnico-educative si concentrano sulle trasformazioni e sui cambiamenti significativi nella concessione dell'insegnamento che si stanno generando, insieme all'impatto sulla pratica educativa, con l'obiettivo ultimo di migliorare la qualità dell'apprendimento (Carrizo Aguado e Alonso García, 2019).

### ***L'importanza delle ICT a livello accademico:***

l'onnipresenza tecnologica nella vita quotidiana dei giovani ha sconvolto i modelli e le pratiche di comportamento sociale e culturale (Area Moreira, 2018), così come il modo in cui i giovani si relazionano con il loro ambiente.

Di conseguenza, l'esistenza e l'uso di servizi e dispositivi digitali in classe, come le risorse didattiche, porta a drastiche alterazioni nel modo in cui viene condotto l'insegnamento. Non sono cambiati, infatti, solo gli studenti, ma anche i docenti e i mezzi attraverso i quali la conoscenza viene generata e condivisa.

È chiaro che oggi questa innovazione didattica è intrinsecamente legata alla padronanza delle ICT (Pérez de la Fuente, 2013) poiché l'uso delle ICT in classe consente la generazione di ambienti educativi e di apprendimento più aperti, flessibili e diversificati, portando a più significativi risultati. In questo modo si avvicinano le realtà educative

alle realtà sociali. Gli obiettivi perseguiti sono “imparare ad imparare” o il “saper fare” a cui fa riferimento Miranda Vázquez (2015), piuttosto che semplicemente memorizzare contenuti e superare esami senza perfezionare le abilità o le competenze necessarie per la vita professionale (Zaragoza-Martí, 2018).

Beltran e Bueno (1995) sostengono che si impara mentre si pensa; quindi, le strategie migliori sono quelle che hanno il maggiore impatto sui processi di pensiero.

Le nuove tecnologie devono quindi diventare un facilitatore, consentendo agli studenti di esplorare il loro ambiente attraverso la cooperazione, consentendo loro di acquisire responsabilità all'interno della struttura del loro apprendimento (Zaragoza-Martí & Pardo Beneyto, in attesa di pubblicazione). Analogamente Portillo (2017) commenta che la sfida dell'adozione delle ICT può essere orientata verso le sinergie, che potrebbero rappresentare un'ottima opportunità per promuovere una cultura di studenti che condividono i riflettori e le responsabilità. Di conseguenza, i processi di apprendimento non dovrebbero più essere incentrati sull'insegnante e dominati da un discorso unidirezionale dell'insegnante. Invece, la classe dovrebbe diventare un “laboratorio”: uno spazio in cui la conoscenza viene creata e condivisa, attraverso l'apprendimento bidirezionale insegnante-studente, nonché metodi di cooperazione tra studenti.

In questo modo si realizzerebbe una simbiosi, migliorando l'insegnamento e l'apprendimento non solo di coloro che eccellono seguendo i metodi tradizionali, ma di tutti gli studenti, che, attraverso il lavoro cooperativo, multimodale, plurale, diversificato, flessibile, universale oltre che individuale, possono avanzare e modulare il loro apprendimento (Zaragoza-Martí, 2019).

Non si tratta solo di fornire agli studenti una formazione completa e versatile per raggiungere il necessario rigore accademico e interdisciplinare. Si tratta anche di utilizzare gli

strumenti necessari e metterli a disposizione della comunità educativa, consentendo così l'esplorazione di nuovi modi di lavorare, derivati dall'uso intensivo delle tecnologie dell'informazione e della conoscenza che abbiamo oggi (Martín, 2016).

Questo è innegabilmente ciò che chiede la nuova generazione di studenti: un'università che li accompagni nel loro processo di apprendimento, con metodi di insegnamento moderni, tecnologicamente avanzati, liberi da confini temporali o fisici. Gli studenti hanno sì capacità di apprendimento, ma richiedono motivazione, fiducia, sostegno reciproco e accompagnamento in una lingua a loro familiare.

I centri di conoscenza universitari non possono rimanere ancorati solo a metodologie tradizionali o a tecniche pseudo-digitali. È necessario comprendere gli studenti, le loro esigenze, le loro diversità e i loro diversi gradi di apprendimento, al fine di offrire una conoscenza accademica modulare e continua di qualità, in conformità con l'obiettivo dell'UNESCO delle Università come centri di apprendimento permanente (Zaragoza-Martí, in stampa).

## **Bibliografía e sitografía:**

- Area Moreira, M. (2018). De la enseñanza presencial a la docencia digital. Autobiografía de una historia de vida docente. *Revista de Educación a Distancia*, 56(1), 1-21.
- Beltrán, J. & Bueno, L.A. (1995). *Psicología de la educación*. España: Boixareu Universitaria.
- Carrizo Aguado, D. & Alonso García, M.N. (2019). Métodos de planificación y práctica docente con herramientas digitales: ¿desencuentro con el reglamento europeo de protección de datos? *Revista Jurídica de Investigación e Innovación Educativa*, 19, 11-23.
- De Miranda Vázquez, C. (2015). Propuesta de modelo para la docencia del derecho procesal. *Revista de Educación y Derechos*, 12, 151-167.
- Garrido Carrillo, F.J. (2012). La orientación y tutoría académica, profesional y personal del estudiante de Derecho. En F.J. Garrido Carrillo & T. Fajardo del Castillo (Coords.). *Intercambios y buenas prácticas en la enseñanza del Derecho. Nuevos métodos docentes* (pp.110-113). Granada: Comares.
- Martí, J.A., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21.
- Martín, J.R. (2016). La enseñanza del derecho constitucional mediante las Tic. Un estudio de caso no presencial. *Revista Jurídica de investigación en Innovación Educativa*, 13, 49-61.
- Pérez de la Fuente, O. (2013). Una experiencia de innovación docente con nuevas tecnologías para la aplicación del modelo Bolonia desde la Filosofía del Derecho. *Revista de Educación y Derecho*, 9, 1-21.
- Pérez-Albadalejo, F.J. (2017). La metodología suite desde la metodología Flipped Classroom: una propuesta para la asignatura de análisis.
- Portillo, G. (2017). Concepción teórico-metodológica para el empleo innovador de tecnologías educativas emergentes en la asignatura Sociedad y Cultura de la Nivelación de carretera. Tesis

Doctoral. Universidad Nacional de Educación. Ecuador.

- Sancho Gil, J.M., Ornellas, A. & Arrazola Carballo, J. (2018). *La situación cambiante de la Universidad en la era digital*. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 21(2), 31-49.
- Unesco. (2015). *Educación 2030. Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4*. Recuperado de <http://unesdoc.org>.
- Zaragoza-Martí, M.F. (2018). *El Flip teaching como herramienta Tic en el proceso de enseñanza-aprendizaje jurídico-criminológico mediante el uso de la plataforma Moodle*. En R. Roig-Vila (Ed.). *El compromiso académico y social a través de la investigación e innovación educativas en la enseñanza superior* (pp. 1189-1198). España: Octaedro.
- Zaragoza-Martí, M.F. (2019). *Simbiosis entre la Universidad y el e-alumnado por medio de las Tic como metodología docente*. En M. Clemente Díaz & J.M. Moreno Carrillo (Coords.) *Inseguridades y desigualdades en sociedades complejas* (pp.989-999). España: Uno editorial.
- Zaragoza-Martí, M.F. (en imprenta). *Los recursos Tic en criminología: el Flip Teaching como metodología innovadora en la enseñanza en línea* (pp.459-472). En C.J. Santos Martínez, S. Martínez & N. Martínez León. (Coords.). *Alfabetizando digitalmente para la nueva docencia*. España: Pirámide.
- Zaragoza-Martí, M.F. & Pardo Beneyto, G. (2021-pendiente publicación). *El Aprendizaje Basado en Proyectos y su implementación inter-área en el grado de criminología*. En *Reinventando la docencia en el siglo XXI*. España: Tirant lo Blanch.

## **II - 4.2 Geotecnologie, via attraente ICT:**

La tecnologia dell'informazione e della comunicazione (ICT) può essere definita come un'estensione del termine tecnologia dell'informazione (IT) che sottolinea l'importanza delle comunicazioni digitali su Internet, al di là della natura digitale dell'informazione stessa (Murray, 2011). Consiste nell'integrazione di telecomunicazioni (linee telefoniche e segnali wireless), computer, programmi, middleware, sistemi di archiviazione e risorse di visualizzazione, consentendo così agli utenti di accedere, archiviare, trasmettere e manipolare le informazioni.

Il dimensionamento dei contenuti informativi e le necessarie elaborazioni elettronico-digitali richiedono una capacità gestionale ben diversa da quanto si conosceva fino a pochi anni fa. Sarebbe riduttivo definirlo un semplice fenomeno tecnologico. L'informazione geografica è essenziale oggi perché svolge un ruolo strategico in molti ambiti che sono ormai preoccupazioni collettive, come i processi ambientali, i rischi naturali, lo sviluppo economico o la disuguaglianza. Tuttavia, accanto ai grandi problemi ambientali o sociali, ci sono altri ambiti, relativi al tempo libero o agli hobby, in cui anche l'uso delle informazioni geografiche sta avendo un enorme impatto su una società tecnologica che ha tempo libero per goderne.

L'era di Internet è stata annunciata da alcuni come la fine della geografia, partendo dal presupposto che la telematica avrebbe consentito di superare le barriere fisiche. Eppure, la verità è che la nostra nuova società, che è insieme globale e locale, o "Glocal" (Castells, 2001), sta subendo notevoli trasformazioni geografiche. La posizione geografica è oggi più che mai importante per lo studio del comportamento umano (il geomarketing o la mobilità sono questioni strategiche dal punto di vista economico o sociale) grazie a come l'ICT facilita l'uso strategico delle informazioni geografiche in termini di tempi e forma (immediatezza).

## Fenomeno sociale della Neogeografia:

La cartografia del ventunesimo secolo è riuscita a sfruttare il valore dell'informazione e della comunicazione.

Sono state create apposite banche dati che consentono di trasformare vecchie mappe cartacee in mappe digitali. Sono stati creati dispositivi aerei e spaziali che catturano una grande quantità di dati sul nostro pianeta (satelliti, droni, ecc.). Un'enorme quantità di informazioni digitali deve quindi essere elaborata da questi nuovi database geografici. Ma all'interno del fenomeno ICT, la chiave del successo dell'informazione geografica è stata la sua diffusione oltre che il suo consumo massiccio e quotidiano. Quest'ultimo è in costante aumento. I dati vengono aggiornati dai dispositivi mobili degli utenti stessi, che si riuniscono in comunità virtuali o social network.

### Popularity level of search terms in Google (from 0 to 100)

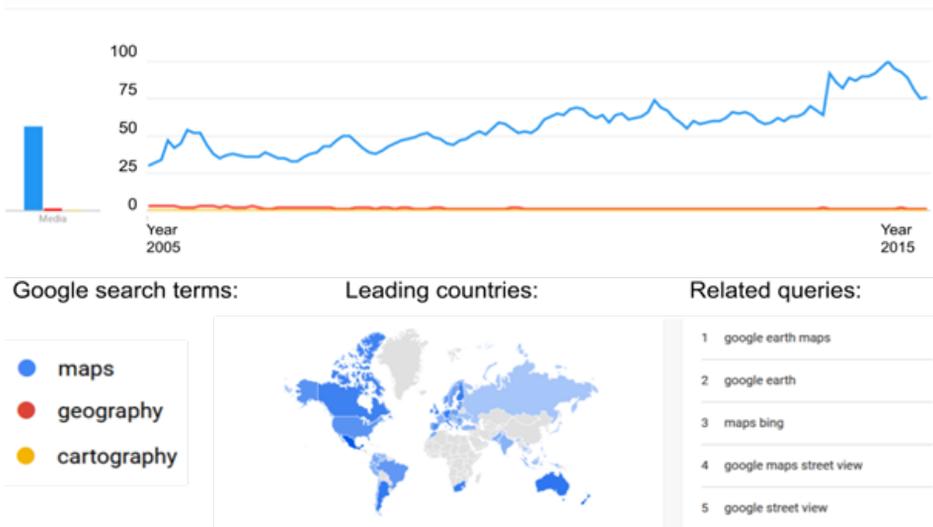


Figura 1 - Tendenza al rialzo delle ricerche del termine Maps su Google, a dimostrazione dell'interesse per i servizi di mappe Web o Web Mapping, come Google Maps, Google Earth o Bing Maps

Fonte: Google Trends. Ultimo accesso: 09/03/2021

La circolazione dei dati su Internet e sul Web sta tessendo un “villaggio enorme, globalmente connesso, molto attivo localmente” (Castells, 2000). L’informazione geografica risponde a questa esigenza sociale, grazie all’efficace diffusione dell’informazione geografica. La figura 1 mostra le tendenze recenti nell’interesse mondiale per termini come mappe, geografia e cartografia, evidenziando chiaramente la popolarità del termine mappe rispetto a quelli più “accademici”, collegati a server di mappe sul web, come Google Maps, Google Earth o Bing Mappe.

Questo processo virale nei paesi tecnologicamente avanzati si è rapidamente diffuso nel resto del mondo, ad eccezione delle aree dall’altra parte del divario digitale.

### **Web 2.0 e mappatura Web 2.0:**

Attualmente stiamo assistendo a un nuovo comportamento sociale: WEB 2.0, un fenomeno che ha introdotto i database Internet al grande pubblico.

I cittadini sono entrati nel mondo dell’informazione digitale e hanno trovato il cyberspazio davvero molto conveniente. L’elemento umano ha trasformato la tecnologia digitale in un mezzo che fornisce nuove e più efficaci formule di relazione, offrendo una gamma di strategie per raggiungere il successo, il business, il prestigio e persino la fama.

La rivoluzione del web sta avvenendo così velocemente che occorre scomporre le diverse tappe che si sono susseguite nel breve termine: Web 1.0, ovvero il web statico di fine Novecento; il Web 2.0 dinamico e sociale, dall’inizio di questo secolo; e infine il Web 3.0 multimediale, semantico e intelligente (Ramon-Morte, A. 2017).

Il Web 1.0 è stato definito statico perché somigliava a un testo pubblicitario (HTML), capace di viaggiare su Internet con suoni e immagini, ma poco altro. Nonostante ciò, le mappe potrebbero essere visualizzate online per la prima volta, con condizioni meteorologiche satellitari globali o geografiche o fenomeni ambientali. La tecnica più utilizzata era quella

delle “mappe immagine”, in cui gli utenti potevano navigare facendo clic su un’area della mappa collegata a un indirizzo web.

Quando è stato possibile collegare i documenti web ai database, i dati aziendali potevano essere sincronizzati con le loro pagine web, trasformandole in una finestra dinamica per la comunicazione. Il vantaggio aggiuntivo era che le modifiche venivano aggiornate automaticamente.

Grazie ai database, il Web non era più statico. L’Internet Information Service (IIS) ha trasformato i personal computer in server web e database, grazie al classico ASPLanguage o ASP.NET reso popolare da Microsoft, insieme ad altri linguaggi più potenti ed evoluti, come PHP, Perl o JAVA.

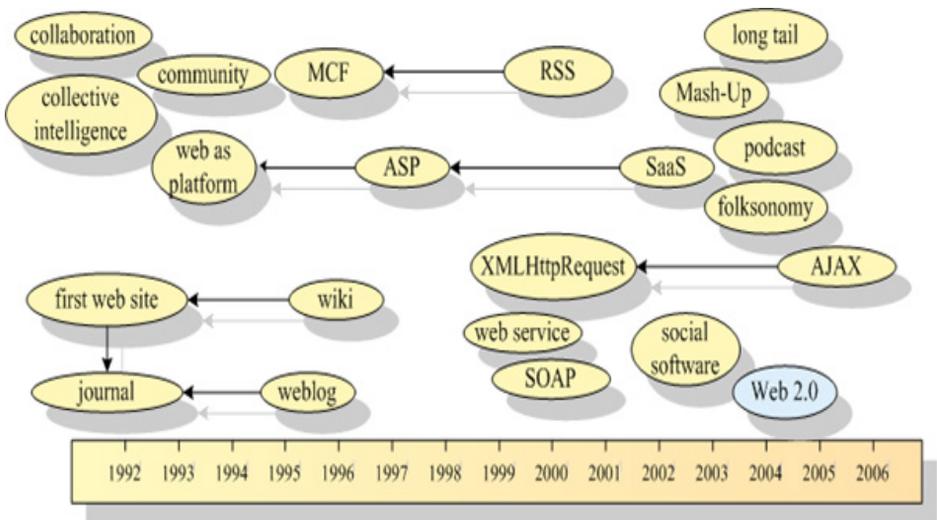


Figura. 2 - L'emergere del Web 2.0 e la combinazione di diversi fattori tecnologici e sociali che lo hanno reso possibile nel tempo. Diagramma recuperato dal Blog di J. Schiller: "Web 2.0 Buzz Time Bar"

Grazie a ciò è stato possibile visualizzare sul web dati geografici aggiornati in tempo reale, seguire informazioni satellitari o vedere le mappe cambiare in un "mouse-click" poiché venivano caricati dai geodatabase in tempo reale.

L'evoluzione del linguaggio HTML e l'emergere del linguaggio XML ha consentito l'interoperabilità tra diversi database.

Le richieste a servizi esterni o AJAX (JavaScript e XML) di eseguire applicazioni dal browser, hanno determinato un comportamento più dinamico, alimentandosi dei dati delle stesse aziende e di quelli che gli utenti stessi hanno generato tramite le loro applicazioni mobili. Il Web 2.0 offriva una gestione dei contenuti dinamica e centrata sull'utente per lavorare in modo collaborativo con le informazioni. Nasce il cloud computing. La Figura 2 che segue illustra il complesso panorama di tutti gli elementi coinvolti nell'evoluzione di questa nuova fase di Internet, in così pochi anni. Il Web 2.0 è lo scenario di sviluppo di un fenomeno più specifico: il Web Mapping 2.0, frutto della l'evoluzione tecnologica della Geografia e della Cartografia per adattare l'informazione geografica alle nuove realtà digitali. Il Web Mapping ha superato ogni aspettativa grazie alla standardizzazione dei dati geografici e degli standard di comunicazione per l'accesso web da Sistemi Informativi Geografici (GIS) o geodatabase.

L'incorporazione attiva di milioni di utenti è stata innescata grazie alla convergenza di tre processi principali nel campo della tecnologia e dei dati geografici: la produzione di un'enorme quantità di contenuti, grande capacità di elaborazione e diffusione di massa (Ramón-Morte, A. 2017). Per quanto riguarda il primo processo, la produzione di dati geografici, le informazioni geografiche sono in aumento esponenziale dalla seconda metà del Novecento, grazie a nuovi dispositivi tecnologici in grado di catturare in modo più efficace questo tipo di dati. A tal fine è stata allestita una vasta costellazione di satelliti specializzati nell'ottenimento di dati e localizzazioni digitali, volti per la produzione di immagini

digitali della superficie terrestre, oltre a droni e dispositivi mobili geolocalizzati via satellite. Insieme, forniscono un vero e proprio universo di informazioni sul nostro pianeta, al servizio delle attività umane e delle relazioni sociali.

Per gestire questa enorme mole di contenuti geografici è stato necessario utilizzare gli strumenti adeguati. Ed è qui che entra in gioco il nocciolo duro del processo: i sistemi informativi geografici (GIS). Questo software è apparso nella seconda metà del ventesimo secolo e si è evoluto come un ibrido tra programmi di progettazione assistita da computer (CAD) e database relazionali.

Tali applicazioni hanno consentito di digitalizzare mappe analogiche (cartacee) e informazioni geografiche in genere. Il passo successivo è stato quindi convertire queste informazioni digitali in immagini raster composte da pixel o insiemi di geometrie, costituite da coordinate cartesiane memorizzate in database di punti (posizioni), linee (lunghezze) e aree poligonali (superfici). Queste prime applicazioni GIS gestivano le informazioni geografiche nei database e potevano utilizzare il Web 2.0 per collegare le proprietà spaziali a una varietà di informazioni tematiche (vedi Figura 3).



Figura 3 - Sistema Informativo Geografico (GIS):  
nucleo di dati geografici.

Elaborato dagli autori utilizzando fonti libere:  
Wikimedia Commons e Pixabay License1

Per comprendere come i GIS siano riusciti a elaborare le informazioni spaziali, dobbiamo considerare due componenti: l'elemento spaziale/geometrico e la componente tematica, ovvero gli attributi di altri tipi di informazioni: numerica, testuale, multimediale, data/ora, ecc.

La digitalizzazione delle informazioni spaziali o geometriche segue, a sua volta, altri due tipi di modelli (Figura 4):

1. Il modello raster:

le informazioni sono continue e strutturate in una griglia di righe e colonne; l'unità minima è il pixel, che avrà una risoluzione spaziale (la dimensione reale del pixel)

2. Il modello vettoriale:

le informazioni sono discrete e compilate in una qualsiasi di queste tre primitive geometriche: punti, linee o poligoni. Il modo in cui archiviamo e gestiamo fisicamente i dati è di solito:

- Basato su file: in un singolo file (es. GeoJSON), in più file (ESRI Shapefile) o contenuto in una directory, spesso nell'unità di

archiviazione locale.

- **Strutturato:** in un database spaziale, come un singolo file di database (ad es. GPKG o MDB) o un cluster di un gestore di database relazionale, ospitato localmente o su una rete.

I progetti basati su file vengono utilizzati per l'insegnamento o piccoli progetti GIS, come quelli implementati nelle società di consulenza o nelle amministrazioni locali. Le banche dati spaziali, dal canto loro, tendono ad essere utilizzate per progetti professionali estesi o condotti dai servizi tecnici delle pubbliche amministrazioni o da grandi società di consulenza in cui le informazioni devono essere robuste, stabili e coerenti.

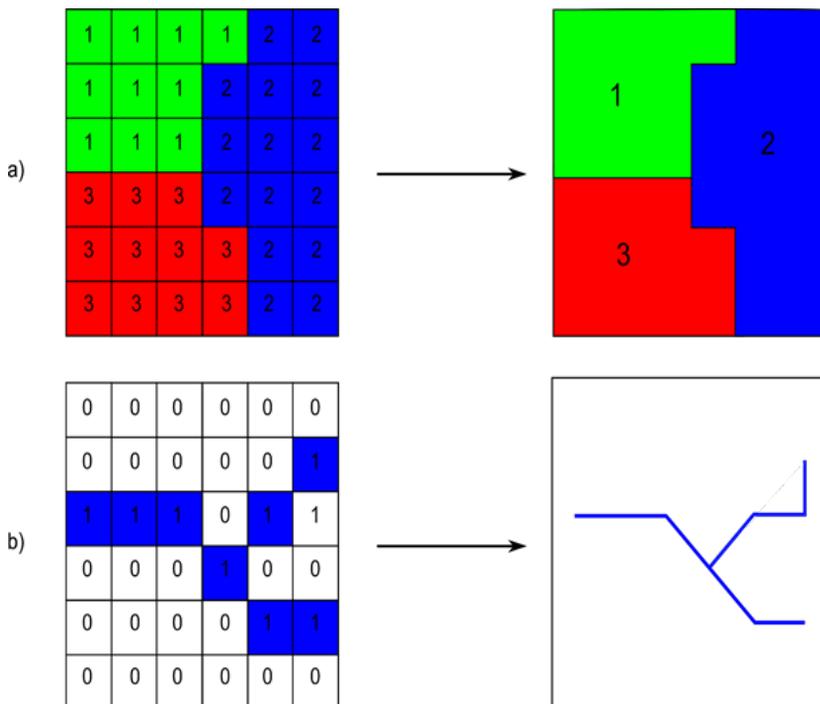


Figura 4 - Modelli raster (a sinistra) e vettoriali (a destra).

Elaborato dagli autori.

Nei database spaziali, oltre alle due componenti grafiche e agli attributi tematici, si possono opzionalmente inserire comportamenti basati su eventi (trigger) o proprietà che fanno sì che i dati spaziali cerchino di imitare la realtà (Drake et al, 2002). I trigger si verificano ogni volta che i dati vengono creati (INSERT), modificati (UPDATE) o eliminati (DELETE). Avviano un processo in grado di eseguire diverse attività di base, come la verifica che tutti i campi alfanumerici siano stati registrati in base ai domini creati (ad es. intervallo di date, valori minimi e massimi), nonché le attività più complesse (ad es. la digitalizzazione è compatibile con qualche tipo di standard legale, ambientale, ecc.).

Naturalmente, il GIS si è evoluto, da semplici applicazioni desktop a database meglio progettati per gestire le informazioni geografiche. Gli attuali database geografici includono Oracle Spatial, PostgreSQL/PostGIS o SQLite/Spatialite. Oggi i programmi basati sui moderni linguaggi di programmazione sono in grado di operare direttamente con dati geografici e altri tipi di database non geografici, web server, programmi GIS desktop, web map server (GeoServer, MapServer, GeoNetwork, ecc.), librerie di programmazione e web applicazioni.

In questo senso, l'informazione geografica ha raccolto la sfida di produrre e gestire contenuti con database specializzati. Tuttavia, il fattore scatenante del suo successo nel ventunesimo secolo è stata l'efficacia del Web Mapping, grazie al suo ruolo nella diffusione e nell'uso di massa di questo tipo di dati. Ha quindi portato a una vera e propria democratizzazione dell'informazione geografica, prima limitata a un gruppo selezionato di utenti specializzati.

Vale la pena evidenziare alcuni elementi che hanno aiutato nel processo, come la fondazione nel 1994 dell'Open Geospatial Consortium (OGC), un'agenzia che coordina gli sforzi internazionali per standardizzare i dati geografici, i formati e la specifica di standard aperti per gli utenti di geodati e applicazioni web. L'aggregazione di standard aperti (dati

geografici accessibili) e la loro strutturazione in geodatabase su server specializzati sono le basi su cui si sono sviluppate le infrastrutture di dati spaziali (SDI) delle principali società mondiali di geoinformazione e istituzioni cartografiche ufficiali in tutti i paesi moderni. E ha facilitato la creazione degli open data geografici di istituzioni pubbliche e private. Così, ad esempio, l'Italia ha il suo Geoportale Nazionale; in Spagna, sta per essere creato lo SDI spagnolo (IDEE)<sup>3</sup> e il Portogallo dispone del suo National Geographic Information System (SNIG), il primo SDI<sup>4</sup> al mondo.

A ciò si aggiunge un gran numero di infrastrutture dati o geoportali web appartenenti a istituzioni regionali, pubbliche e private, inclusi enti locali e aziende. In Europa, la Direttiva Europea INSPIRE (Direttiva 2007/2/CE) ha coordinato gli sforzi di tutti i Paesi membri della Comunità per fornire ai cittadini il libero accesso alle informazioni geografiche ovunque in Europa, quale diritto fondamentale, soprattutto in materia di sicurezza, salute e ambiente, come sancito dal Geoportale INSPIRE<sup>5</sup> che centralizza tutte le geoinformazioni dell'Unione Europea.

I servizi di Web Mapping sviluppati da Google (Google Maps), Microsoft (Bing Maps) o Apple Inc. (Apple Maps) hanno sfruttato questo tipo di informazioni e sono diventati il riferimento geografico (basemap) alla base di gran parte delle iniziative Where 2.0. Vale la pena citare il caso della OpenStreetMaps Foundation (OSM), uno dei più illustri progetti di mappatura globale collaborativi, liberi e aperti.

Ha riunito quasi 2 milioni di utenti dal 2004. Oggi OSM ha attratto innumerevoli progetti di fama mondiale, basati sul social network stesso, che funge da filtro assicurandone l'adeguato e continuo aggiornamento. I dati che offre sono gratuiti e con una licenza aperta che lo rende una buona alternativa ad altre grandi società internazionali. Questo, infatti, consente a molte aziende e istituzioni che fanno parte del panorama social dell'informazione geografica di riutilizzare i dati, come Foursquare, Moovit, Wikiloc o la stessa

Wikipedia.

L'incorporazione della geotecnologia nella vita quotidiana supporta quindi la democratizzazione dei dati geografici, che ora sono standardizzati e aperti, dando alla società la possibilità di georeferenziare le posizioni. Esistono numerose applicazioni di geolocalizzazione, come: geotagging, giochi di ricerca o giochi di geocaching o Mapping Party, in cui gruppi di persone si riuniscono per aggiornare ed espandere i dati cartografici di un'area di interesse. Degne di nota sono le iniziative di cooperazione internazionale, come l'HumanitarianOSMTeam della Openstreetmap Foundation. In questi casi, e in altri, la tecnologia ha svolto un ruolo importante nel facilitare una semplice integrazione di applicazioni e servizi aperti negli ambienti web.

Tutto questo è possibile grazie all'utilizzo quotidiano di sistemi di posizionamento globale, tramite satelliti e reti di telefonia, con dispositivi portatili interattivi dotati di capacità di posizionamento geografico (ricevitori GPS, smartphone, laptop o tablet) e Internet of Things (IoT), insieme con la realizzazione di oggetti intelligenti che dialogheranno tra loro attraverso la Rete. L'informazione geografica e la geolocalizzazione sono fondamentali In tutti questi casi.

## **Neogeografia:**

L'interesse per l'informazione geografica sui social network o sulle comunità virtuali è stato così grande che ha portato all'emergere di un nuovo termine: Neogeografia o l'uso di massa di mappe digitali da parte di utenti non esperti in Scienze della Terra o Geografia. In effetti, lo scopo iniziale dell'uso è di natura informale, o anche semplicemente per svago e divertimento, in contrapposizione ad approcci più analitici o accademici alla geografia (Turner, 2006).

In ambito scientifico, alcuni esperti di geoinformazione hanno espresso riserve sul fenomeno della Neogeografia, differenziandolo così dalla Geografia come disciplina accademica (Goodchild, 2007). Esprimono una preferenza per il termine Volunteered Geographic Information. Pertanto, Neogeography è un movimento sociale composto da appassionati che si incontrano in comunità virtuali per condividere informazioni e unire i loro sforzi. Seguono tre chiari obiettivi: la socializzazione dei mezzi di produzione cartografica; la disponibilità di dati informativi geografici; e la necessità di geolocalizzare. "Le mappe partecipative sono spesso un modo socialmente o culturalmente distinto di comprendere il paesaggio e contengono informazioni che non esistono nelle mappe ordinarie" (Delgado, 2015).

Barrera (2009) definisce concetti come Participatory Geographic Information Systems (PGIS) e social mapping. Si differenziano dalla mappatura istituzionale, in linea con un concetto che richiama lo "spazio vissuto e sentito", proprio della geografia sociale della metà del Novecento.

Pertanto, l'autore distingue tra spazio contenitore, inteso come "lo spazio che non è influenzato dalle relazioni degli esseri umani che lo abitano", e uno spazio socialmente costruito in cui gli abitanti di quello spazio sono costantemente in relazione con lo spazio abitato.

Il primo degli spazi sarebbe rappresentato dalla mappatura istituzionale, mentre il secondo sarebbe rappresentato dalla mappatura sociale. Ed è qui che incontriamo i vantaggi

dell'utilizzo della mappatura volontaria e partecipata per valorizzare il patrimonio culturale, in questo caso il patrimonio idraulico.

Con il fenomeno dei dati geografici aperti, la produzione di nuove informazioni, generate dai neogeografi, ha cominciato ad essere massiccia e i risultati sono condivisi in rete.

E' impossibile descrivere qui un campione rappresentativo della pletora di casi, ma vale la pena notare il ruolo iniziale delle applicazioni e dei servizi Google Maps o Google Earth, i geo wiki delle mappe di riferimento come OpenStreetMaps (OSM), nonché altri wiki di mappe tematiche come Geonames, WikiLoc, ecc.

In quest'ultimo, le comunità di utenti utilizzano mashup per combinare diverse risorse informative web su cui condividere e pubblicare informazioni geografiche per vari scopi, come percorsi, turismo attivo, gastronomia o mappe di ogni tipo.

Oggi, la chiave è la condivisione istantanea di informazioni pronte all'uso tra le comunità di utenti. Questo è ciò che significa il termine wikiwiki (che significa "veloce" in hawaiano) e, tra tutti i wiki spaziali, OpenStreetMap (OSM) è degno di nota come la mappa wikipedia o la mappa stradale digitale aperta. Nonostante l'approccio tematico delle mappe stradali digitali, la sua comunità di utenti è notevolmente cresciuta: sono stati trovati moltissimi usi e applicazioni per questa enorme quantità di informazioni, come illustrato nella Figura 5 .

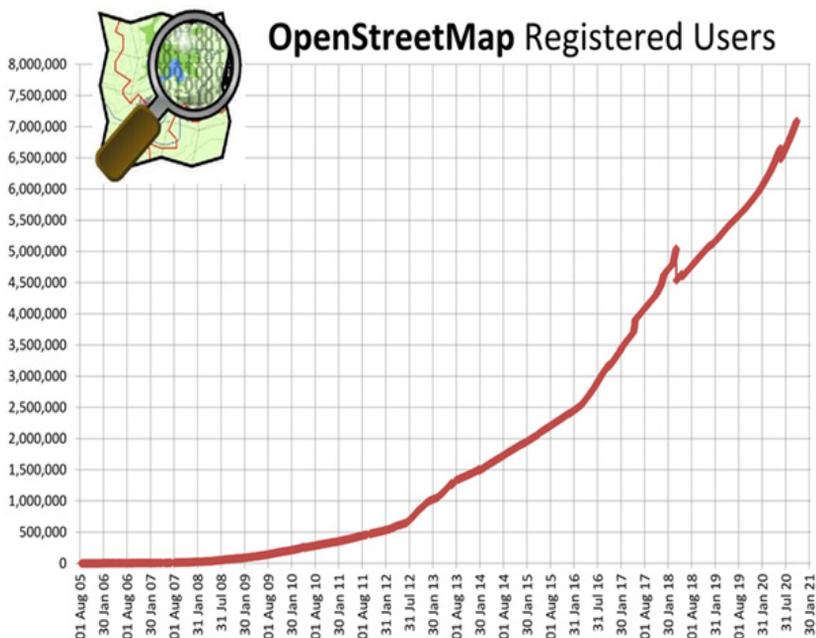


Figura 5 - Evoluzione degli utenti registrati OSM.  
Fonte: OSM Wiki6.

La qualità e la veridicità delle informazioni sono garantite dalle continue revisioni degli utenti da parte degli utenti. Queste attività organizzate di aggiornamento dei dati sono incoraggiate dall'uso costante dei dati, dallo sviluppo di applicazioni basate sui dati e dall'organizzazione di eventi sociali o umanitari, come feste di mappatura locali o riunioni globali via Internet.

Il suo stesso utilizzo garantisce la qualità delle informazioni e la capacità di soddisfare le esigenze cartografiche. Supporta anche compiti di soccorso e gestione delle emergenze durante eventi catastrofici dovuti a calamità naturali (Humanitarian OSM Team - HOT), sulla base del fenomeno Voluntary Geographical Information (Prieto et al, 2014)

commentato in precedenza. Grazie a questo sforzo della comunità, il grado di dettaglio degli attributi e l'accuratezza della posizione sono ora ideali per la generazione di portali Webgis o per il loro utilizzo nei programmi GIS desktop (Niño, 2019), come alternativa gratuita al fenomeno Google Maps. La natura aperta del progetto è definita nel suo stesso slogan: "OpenStreetMap non è solo dati aperti, è anche open source e tu puoi aiutare!". Ciò ha portato non solo all'aumento esponenziale del numero di collaboratori, ma è diventato un laboratorio per sperimentare molti progetti gratuiti associati ai suoi dati. Tra i beneficiari di questo movimento ci sono programmi GIS open source che consentono il libero accesso ai dati cartografici e servizi aggiuntivi (es. Nominatim Search). Tuttavia, la neogeografia è più di una semplice mappatura accessibile (Buzai, 2014a), incarna una nuova visione della realtà da parte di un contingente sociale di geografi dilettanti che hanno implementato dati spaziali, aggirando i paradigmi accademici della geografia o della cartografia.

Ma questo fenomeno sociale, lungi dal rappresentare un confronto tra accademico e amatoriale contro ciò che è ufficiale, ha contribuito ad arricchire in modo significativo il mondo dell'informazione geografica, incorporando nuovi approcci e funzionalità. Ha anche portato alla nascita di nuove società geospaziali, come Carto o Mapbox.

### ***Geotecnologie per l'apprendimento, conoscenza e patrimonio idraulico***

L'interesse sociale e la facilità d'uso delle informazioni geografiche sono i fattori chiave che consentono l'utilizzo delle Geotecnologie come strumento di apprendimento e gestione della conoscenza. La cartografia ha già un ingrediente di successo: la sua dimensione grafica. Il suo fascino visivo e la sua potenza (combinazioni di forme e colori) facilitano la comprensione di molti fenomeni che si verificano sulla superficie terrestre. Ma dal punto di vista educativo, oltre alla visualizzazione, le geotecnologie hanno il potere di

sincronizzare il tempo e lo spazio, fornendo immediatezza. Persone con interessi comuni si riuniscono e formano gruppi attorno a un tema comune, come il patrimonio idraulico o qualsiasi altra questione in cui sia importante condividere la geolocalizzazione in modo semplice e utile. Per gli specialisti dell'informatica, la referenziazione geografica è l'opportunità di partecipare, insieme ad altri specialisti, a un mezzo di comunicazione di grande attrattiva per la società, grazie al potere dell'immagine.

Rappresenta un mezzo ideale per affrontare questioni strategiche preziose sul territorio, come il patrimonio storico, paesaggistico o naturale, il valore ambientale, i rischi naturali, le comunicazioni, la mobilità o lo sviluppo economico.

Ma rappresenta anche un'importante risorsa educativa, poiché senza questo tipo di risorse, spiegare tali fenomeni in un contesto scolastico è un'impresa complessa.

Le geotecnologie, come ogni tecnologia digitale, consentono agli studenti di sviluppare competenze informatiche che saranno particolarmente importanti nella loro vita professionale, come l'uso e la gestione di banche dati, office, applicazioni web e la gestione di dispositivi mobili con GPS.

Ma le competenze acquisite vanno al di là delle capacità tecnologiche, come nel caso del lavoro sul campo per l'acquisizione di dati in loco, che spesso si concentra su questioni ambientali o culturali in modo attivo e attraente.

Ci aiutano a percepire il mondo reale, favorendo allo stesso tempo le relazioni sociali; quindi, rappresentano un grande alleato quando si svolgono compiti che implicano il lavoro sul campo e l'apprendimento di gruppo (Ramón-Morte, A. 2017).

Non sorprende che le competenze geospaziali abbiano attraversato molte discipline, non solo quelle legate alle scienze della Terra.

La geolocalizzazione consente una migliore valutazione e conoscenza del patrimonio storico, ambientale o culturale,

aiutandoci a svelarlo attraverso immagini, percorsi, mappe e rendendolo accessibile.

Inoltre, non esiste un'età per l'apprendimento con il geointrattenimento, come evidenziato dall'incorporazione di gruppi di anziani nel GIT, durante le iniziative lanciate dall'Università Permanente dell'Università di Alicante e da altre associazioni internazionali per l'istruzione universitaria degli anziani (Delgado, 2013).

L'immagine dell'iceberg aiuta a spiegare molte teorie basate sulla composizione di una parte visibile molto semplice che dipende da un fondamento esteso, complesso e nascosto che la tiene a galla (come la teoria dell'omissione di Hemingway, il successo negli affari, la psicologia clinica, o qualche aspetto del marketing, tra gli altri). Possiamo applicarlo al caso del successo delle abilità di insegnamento geospaziale.

La Figura 6 illustra un Iceberg delle Geotecnologie che mostra come dietro una tecnologia di facile utilizzo si celi un complesso tessuto invisibile, sotto la linea di galleggiamento, che ha il compito di far apparire semplice ciò che in realtà è molto complesso.

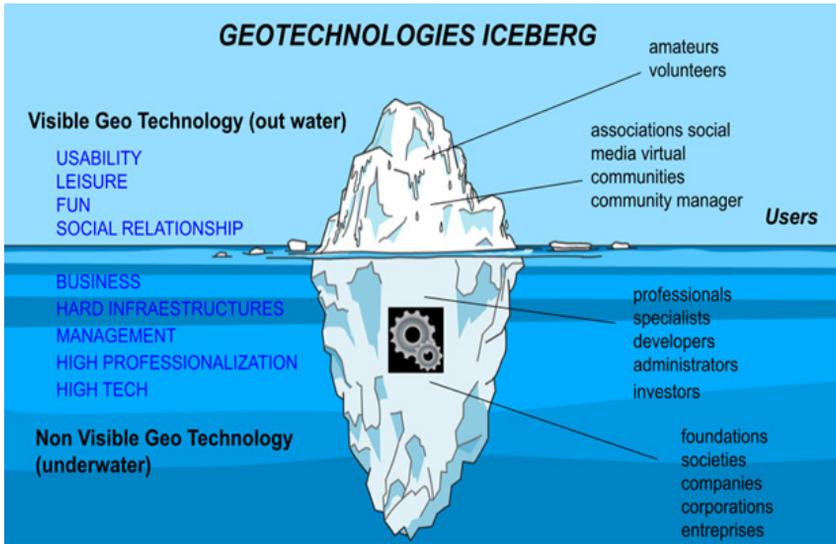


Figura 6 - L'immagine dell'Iceberg applicata alle Geotecnologie aiuta a comprendere la chiave del successo della Neogeografia per l'apprendimento: la facilità di utilizzo di ciò che in origine era molto complesso.

Elaborato dagli autori, fonte dell'immagine dell'iceberg di sfondo: Pixabay Lisence8.

Aziende e professioni altamente specializzate mantengono grandi database globali; le istituzioni cartografiche aggiornano informazioni sui paesi, software complessi, centinaia di satelliti GPS e per telecomunicazioni, strumenti tecnologici innovativi e budget astronomici.

Il settore degli utenti è ignaro di questo. Può persino essere invisibile a gran parte del settore degli utenti professionali.

Il sistema consente di capitalizzare immediatamente il tempo impiegato durante la curva di apprendimento. Fare qualcosa con le geotecnologie è facile e richiede poco tempo. Può essere un'attività quotidiana e piacevole.

Questa logica si applica a molti aspetti della società dell'informazione, alle sue storie di successo e all'insegnamento. L'abbondanza di risorse tecnologiche sta generando una diversa modalità di apprendimento che avviene fisicamente

oltre l'aula e oltre la durata dei corsi accademici; la tecnologia e l'accesso alle informazioni stanno portando alla costruzione dei nostri spazi di apprendimento elettronico, ovvero i nostri ambienti di apprendimento personali (PLE) (ADELL, J. 2014). La quantità di informazioni è in crescita e viene continuamente aggiornata. Ciò porta a un processo di apprendimento costante e permanente che richiede il supporto di una serie specifica di risorse digitali. In questo modo, la figura dell'insegnante incarna il mediatore tra coloro che apprendono e le risorse digitali che consentono l'apprendimento (un collegamento nella bibliografia porta a schemi e grafici che illustrano gli elementi costitutivi di un PLE).



Figura 7 - My Personal Learning Environment (PLE) di Dinka Cherkezova  
 Fonte: Flickr Creative Commons9

I nativi digitali e i millennial stanno assumendo sempre più il loro ruolo di residenti digitali. Utilizzano costantemente Internet per ottenere informazioni, apprendere e condividere conoscenze nel Cloud e personalizzare i propri scenari di apprendimento e di lavoro professionale.

Le relazioni e i processi che instaurano nei flussi informativi sono così dinamici che potremmo definirli liquidi, per la fluidità del loro comportamento (cioè difficile da contenere).

Il termine liquido è stato preso dal mondo del marketing ed è ora applicato all'apprendimento in rete.

Infatti, la varietà di comportamenti, risorse e scenari mutevoli è tale da renderli difficili da gestire da un punto di vista tradizionale con professori analoghi.

Le informazioni geografiche non fanno eccezione. L'utilizzo delle mappe digitali e la geolocalizzazione dei contenuti (immagini, commenti, punti di interesse, ecc.) è diventato un meccanismo quotidiano. Fanno parte dell'ambiente di apprendimento personale di molti giovani, come illustrato dalle icone di alcuni strumenti digitali nella Figura 8, evidenziate in rosso: Google Maps o Google Earth. I PLE non implicano solo l'accesso alle informazioni, includono le attività di generazione e condivisione delle informazioni, portando a un processo attivo e arricchente che si adatta perfettamente alle realtà sociali della gioventù del ventunesimo secolo.

All'inizio del millennio, le geotecnologie erano già per i geografi i nuovi occhi che il microscopio o il telescopio erano per i biologi o gli astronomi, ogni volta che ci venivano poste le domande giuste (GÓMEZ MENDOZA, J. 2000).

La geografia stessa ha acquisito una nuova dimensione epistemologica. E quest'ultimo può essere equiparato a un nuovo paradigma che integra tecniche e tecnologie al di là della loro mera strumentalità e genera una nuova comprensione della scientificità e della prassi geografica (MORENO JIMENEZ, A. 2013).

Nell'istruzione secondaria le geotecnologie sono diventate tecnologie per l'apprendimento della geografia; sono molto

efficaci per comprendere e valutare i fenomeni geografici in modo più attivo e partecipativo in classe (López Fernández, J.A. 2016).

Le competenze digitali e le risorse tecnologiche necessarie per utilizzare le geotecnologie sono in gran parte le stesse già utilizzate con le ICT e sono disponibili nelle aule. Ciò facilita un processo di apprendimento in cui gli studenti svolgono un ruolo maggiore, basato su strategie metodologiche attive in cui gli insegnanti guidano e aiutano a risolvere i problemi, lasciandosi alle spalle il loro ruolo centrale di trasmissione della conoscenza (Buzo Sánchez, I. 2017).

Inoltre, il cloud computing sta facilitando l'uso delle ICT e delle geotecnologie nel processo di apprendimento, poiché riduce la necessità di risorse tecniche complesse in classe. Nel frattempo, i dispositivi mobili come gli smartphone stanno guadagnando slancio, con interfacce e applicazioni sempre più intuitive che quasi non richiedono alcuna formazione specifica.

Un buon esempio di ciò è la piattaforma ArcGIS Online di ESRI. Questa piattaforma consente la creazione di Web Mapping in Cloud su diversi argomenti legati al paesaggio agricolo, all'inquinamento o agli itinerari geografici (Lazarus Torres, M.L. et al. 2016).

Questi ultimi sono al passo con altre iniziative simili come QGIS Cloud per i dati GIS o EOS Earth Observing System Data Analytics per la gestione delle immagini satellitari in tutto il mondo.

In questo contesto, il Web 3.0 e l'intelligenza artificiale stanno contribuendo a risolvere il problema di come utilizzare le informazioni. In altre parole, viene generato un processo di apprendimento continuo, imparando dagli studenti in ambienti personalizzati, dinamici e diversificati come i PLE. Un esempio rilevante è il fenomeno dei Big Data, che implementa una metodologia per generare conoscenza attraverso il geo

data mining (KDD).

Quest'ultimo combina l'uso dell'intelligenza artificiale, dell'apprendimento automatico, dell'analisi statistica e dei database con l'elaborazione analitica online (OLAP) per conoscere l'uso umano dei dati. Questo boom dei big data ha portato allo sviluppo di strumenti per la visualizzazione e l'analisi dei dati che facilitano l'applicazione dei metodi KDD a piccoli volumi di dati. Quest'ultimo potrebbe essere adattato più facilmente e funzionalmente alle attività didattiche che utilizzano Geo Small Data (ad es. Platfora), con strumenti e ambienti per generare e pubblicare nuove visualizzazioni di dati che varrebbe la pena di ricercare da una prospettiva educativa (Zaragoz , B. et al. 2015 ).

È molto probabile che le tecniche Spatial o Geo Big Data/ Small Data ci aiutino a definire gli approcci richiesti da insegnanti e ricercatori per imparare a utilizzare le informazioni geografiche attraverso le geotecnologie.

Per studiare le storie di successo delle geotecnologie come risorsa di apprendimento, ci sono una serie di opere da leggere come: *Geography Education in the Digital World: Linking Theory and Practice* (Walshe, N., & Healy, G. 2020); *Prospettive internazionali sull'insegnamento e l'apprendimento con i GIS nelle scuole secondarie* (Milson, A. et al. 2012); o il lavoro di Kerski, J.J. et al. (2013) che analizza lo stato dei GIS nelle scuole di trentat  paesi e formula raccomandazioni per promuovere l'implementazione e l'efficacia dei GIS nell'istruzione (comprese le esperienze in Spagna e Portogallo).

In conclusione, le principali risorse geotecnologiche per l'istruzione secondaria si basano sull'utilizzo di programmi GIS. Consentono infatti: l'integrazione e l'analisi dei dati dei sistemi di posizionamento globale per dispositivi mobili (tablet, laptop o mobile); la visualizzazione di immagini generate da telerilevamento spaziale e fotografie aeree; l'uso di web geoviewer, geoportali o SDI per accedere ai servizi di mappe web e a tutte le risorse di mappatura digitale odierne.

## **Sistemi di posizionamento globale GPS, geocodifica e geocaching:**

Il GPS è probabilmente una delle risorse tecnologiche più utilizzate, ma anche una delle meno comprese dal grande pubblico. Solo pochi sanno come funziona. In questo senso, il Global Satellite Navigation System (GNSS) o Global Positioning System (GPS) è un buon esempio della teoria dell'iceberg discussa sopra.

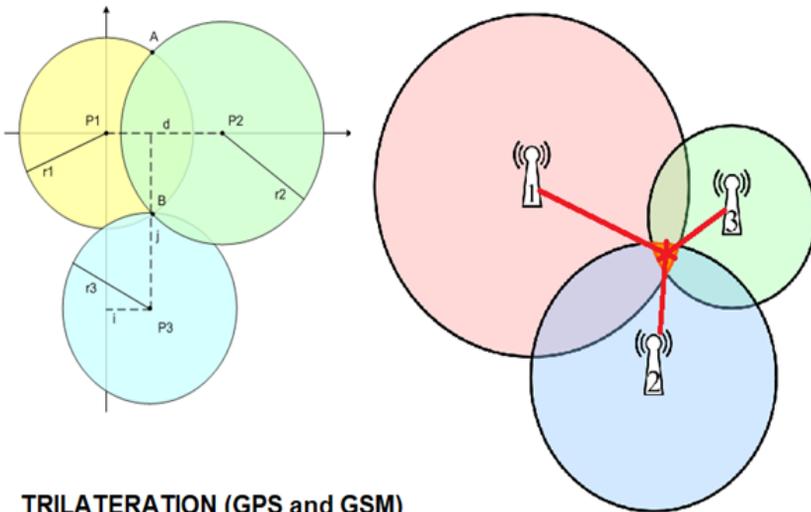
Il suo successo si basa su una tecnologia molto complessa ma facile da usare. Il posizionamento è possibile grazie a una costellazione di satelliti artificiali che incorporano orologi atomici in modo che possano essere sincronizzati tra loro e con le stazioni di ground tracking sulla Terra. Tutti i satelliti emettono in modo sincrono segnali di frequenza modulata (FM), che possono essere ricevuti da semplici ricevitori radio sulla superficie terrestre.

La sincronizzazione delle emissioni di questi segnali consente di determinare l'intervallo di tempo di cui hanno bisogno per raggiungere lo stesso dispositivo di ricezione situato in un punto specifico.

Il dispositivo ricevente stesso è dotato di un'antenna di ricezione radio e di un processore per poter effettuare questi calcoli. Questo ricevitore, che oggi può essere un'auto o un telefono cellulare, è in grado di elaborare gli intervalli temporali dell'arrivo del segnale di ciascun satellite.

Calcola la posizione stessa, attraverso la trilaterazione<sup>1010</sup> di queste pseudo distanze che sono determinate dal tempo impiegato dal segnale di ciascun satellite per raggiungere il ricevitore, in funzione della velocità di propagazione della specifica onda radio (vedi figure 8 e 9). <sup>10</sup> Trilaterazione consiste nel calcolo della posizione di un elemento basato su un metodo come la triangolazione, ma senza utilizzare valori angolari, solo distanze dalla posizione da determinare,

da un minimo di tre posizioni note. Queste costellazioni erano originariamente istituite per scopi militari, come la statunitense Navstar, la russa Glonass, la cinese BeiDou o la Hindu Navic, ma hanno ricevuto applicazioni civili relative alla navigazione e alla mobilità.



### TRILATERATION (GPS and GSM)

**Scheme of calculating the positioning of an element from trilateration with three distances from known points**

Rossi, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons

Schorsch, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons

Figura 8 - TRILATERAZIONE. Schema che mostra come viene calcolata una posizione utilizzando la trilaterazione basata su tre distanze dalla posizione nota di tre Satelliti GPS, tre antenne di segnali radio FM o telefonia mobile.

Ciò ha persino portato l'Unione Europea a considerare la necessità di lanciare la prima e unica costellazione GPS non militare, Galileo. Le costellazioni cinese e indù sono geostazionarie e operano solo nel regno territoriale dell'Asia e dell'Oceania, mentre il resto è orbitale e copre qualsiasi parte della Terra, compresa l'Europa. Come si vede, la concezione del sistema è complessa, ma è molto facile da usare e totalmente trasparente per l'utente.

I segnali di questi satelliti funzionano con ricevitori a cielo aperto, all'esterno di edifici e zone prive di barriere che ostacolerebbero la propagazione.

Ma per evitare questi problemi, vengono integrati da altri sistemi di comunicazione basati su antenne radio o di telefonia mobile di cui si conosce la posizione e che possono anche comunicare con il ricevitore.

Contribuiscono così a migliorare il posizionamento della trilaterazione nelle aree urbane. I segnali satellitari non sono operativi all'interno degli edifici, quindi i GPS sono integrati con segnali provenienti da dispositivi wireless con antenne di cui si conosce la posizione, come emettitori di segnale Wifi o installando antenne specifiche per questi scopi, che consentono la determinazione della posizione esatta all'interno. Si chiamano IPS (sistemi di posizionamento indoor). Le implicazioni pratiche sono che i nostri dispositivi mobili di tutti i giorni incorporano antenne che ricevono segnali FM da questi satelliti, segnali di antenne di telefoni cellulari o segnali Wi-Fi che consentono l'autolocalizzazione e la registrazione dei nostri movimenti. Le nostre auto, telefoni, tablet, laptop e dispositivi sempre più quotidiani sono attrezzati per localizzare e registrare posizioni o movimenti in tempo reale (RTLS), consentendone l'archiviazione e la gestione da database remoti o in Cloud.

Dal punto di vista dell'istruzione secondaria, il funzionamento del GPS può essere spiegato nelle materie di matematica,

tecnologia o fisica. Ma in termini di possibili applicazioni, il GPS può essere incluso in attività didattiche nelle materie di geografia, cartografia, scienze naturali, educazione fisica e persino nelle scienze sociali e nel linguaggio. Il GPS è quindi una risorsa tecnologica multidisciplinare che si presta a processi di apprendimento attivo e di gruppo. Una delle attività più diffuse è l'esercizio fisico all'aria aperta e sport o attività in cui l'orientamento è essenziale. Uno degno di nota è Geocaching. Questa attività consiste nell'utilizzare un dispositivo GPS (uno specifico ricevitore o telefono cellulare) per trovare la posizione di un "tesoro nascosto" (Cardona, 2013). Permette agli studenti di familiarizzare con l'uso delle risorse cartografiche (coordinate geografiche di riferimento, punti cardinali, lettura di mappe digitali, determinazione di un punto geografico, ecc.).

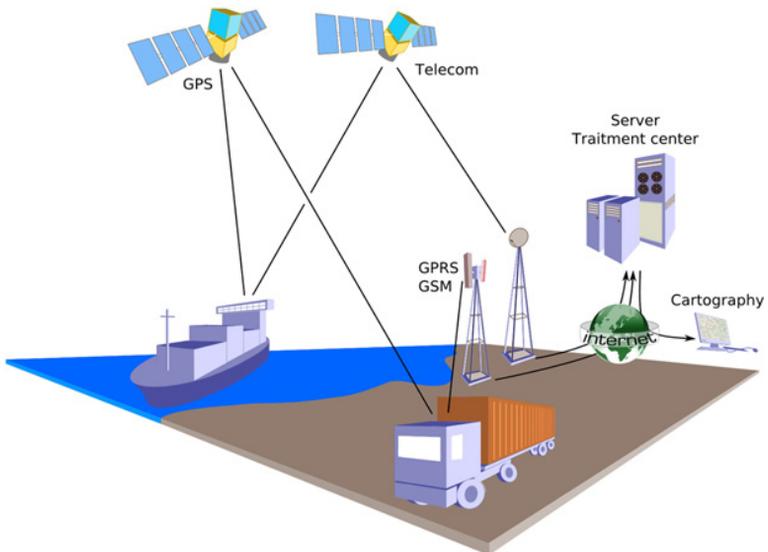


Figura 9 - Ambiente tecnologico GeoLOCATION  
(illustrazione originale di Eric Chassaing, CC BY-SA 3.0,  
Wikimedia Commons11).

Il GPS è uno strumento fondamentale per il lavoro sul campo, sia per l'insegnamento della Geografia e delle Scienze della Terra, sia per la valutazione del patrimonio storico (o del patrimonio idraulico nel nostro caso). Consente il posizionamento accurato degli oggetti di studio e la successiva realizzazione della loro cartografia.

Sebbene sia richiesta una fase di lavoro sul campo all'aperto, ci sono tre momenti principali di apprendimento significativo: attività preparatorie, attività sul campo e attività di post-elaborazione. Nelle attività preparatorie del lavoro sul campo, dobbiamo documentare l'area in cui andremo a svolgere l'attività, progettare il quaderno di campo, preparare e stampare mappe e persino preparare i percorsi o l'ubicazione delle questioni di interesse.

Per fare ciò, applicazioni come Google Earth o ArcGIS online sono molto utili, perché ci consentono di creare file in formati standardizzati (kml) con posizioni, percorsi, visualizzare immagini satellitari dell'area di lavoro e persino caricare queste informazioni sul nostro cellulare. Il GPS è utilizzato più intensamente nelle attività sul campo, dove ci aiuta a caricare informazioni cartografiche precedenti sul nostro ricevitore, in cui installiamo le applicazioni necessarie per associare dati, foto, video o suoni alla nostra geolocalizzazione (es. QField). Non dobbiamo dimenticare, tuttavia, di utilizzare il taccuino da campo per prendere appunti aggiuntivi di interesse. Si raccomanda agli studenti di familiarizzare preventivamente con l'uso di queste tecnologie attraverso i mezzi più appropriati: i giochi.

Esistono molte applicazioni per l'uso banale del Geotagging che consentono agli utenti di associare le posizioni geografiche ad altri tipi di informazioni, solitamente fotografie, video, testi, notizie o anche commenti su determinati social network.

Un'altra opzione è Geocaching o Caccia al tesoro. Viene organizzato un evento in cui un gruppo di partecipanti gareggia per trovare uno scrigno che racchiuda qualche tipo di contenuto interessante e di cui si conoscono solo le

coordinate geografiche. Il geocaching ha suscitato un enorme entusiasmo, con associazioni e applicazioni specializzate. Eppure il geocaching può essere configurato con nient'altro che i telefoni cellulari ed è un notevole aiuto per sviluppare le capacità GPS e di geolocalizzazione degli studenti. Infine, le attività di post-elaborazione si svolgono in un laboratorio informatico o in un'aula postazione informatica dove scarichiamo le informazioni ottenute sul campo e utilizziamo un software (desktop GIS) per modificarle, correggerle o completarle prima di memorizzarle in un database remoto o sul proprio proprio dispositivo di memorizzazione.

I programmi GIS più utilizzati sono QGIS con QGIS Cloud e soprattutto ArcGIS online di Google, Google Earth o My Maps, che consentono di modificare facilmente i dati ottenuti sul campo, visualizzarli su mappe e immagini satellitari della zona e salvarli su il Cloud per la condivisione o la pubblicazione. Le funzioni educative del GPS hanno portato alla luce iniziative interessanti relative a studi urbani, paesaggi agrari, problemi di inquinamento o percorsi in aree naturali (Lazarus et al. 2016) o i più recenti progetti di beni culturali per l'insegnamento e l'apprendimento della storia medievale di Madrid (Gómez Ruiz, ML et al 2021).

Dal punto di vista del patrimonio culturale idraulico, le geotecnologie e le app mobili sono state utilizzate per la promozione culturale delle infrastrutture storiche di irrigazione nelle destinazioni del turismo di massa (Ricart, S. et al. 2019).

### **Rilevamento remoto:**

un'altra importante risorsa didattica per osservare i fenomeni del nostro pianeta è il Remote Sensing, un processo di percezione a distanza di ciò che accade sulla superficie terrestre. Gli inizi della disciplina risalgono alla fotografia aerea nell'Ottocento, ma il suo vero e proprio decollo è a metà del Novecento, con l'ottenimento di immagini satellitari che utilizzano sensori attivi o passivi, producendo dati che vanno oltre ciò che l'occhio umano può vedere, come mostrato in

Figura 10.

Oggi siamo molto abituati a vedere le immagini satellitari nei media e su Internet, nelle applicazioni di previsione meteorologica o semplicemente per contemplare diversi fenomeni naturali. Questo rappresenta un notevole supporto per l'apprendimento, poiché non c'è niente di più pedagogico delle immagini.

Le immagini satellitari ci permettono di costruire una visione globale dei fenomeni geografici al di là di ciò che l'occhio umano può vedere. Poiché queste informazioni vengono continuamente acquisite dalle principali piattaforme spaziali (LANDSAT, SPOT, SENTINEL, MODIS, NOAA, ecc.), disponiamo di un'ampia raccolta storica che ci consente di esplorare l'evoluzione dei fenomeni oggetto di studio.

La diffusione di immagini satellitari di qualità e gratuite via Internet, sui geoportali delle maggiori agenzie spaziali mondiali (NASA, ESA, ecc.) ha ulteriormente esteso la loro applicazione, insieme al loro consueto utilizzo nel web mapping di grandi aziende come Google (Google Maps & Google Earth), Here Maps, Bing Maps, ecc. Queste aziende hanno sfruttato queste informazioni in modo molto conveniente per il consumo di massa, poiché è molto più facile guardare un'immagine che leggere una mappa tradizionale.

L'uso del telerilevamento nell'istruzione secondaria ci consente di affrontare aspetti fisici come il rilievo, l'idrografia o la vegetazione, i pericoli naturali, insieme alle attività umane legate agli spazi urbani, alle colture e ai diversi tipi di paesaggi. Per fare questo, le guide didattiche possono aiutarci a localizzare e studiare questi fenomeni basati sul telerilevamento a massimo beneficio degli studenti (Martínez Vega et al, 2010; Vivancos et al. 2005).

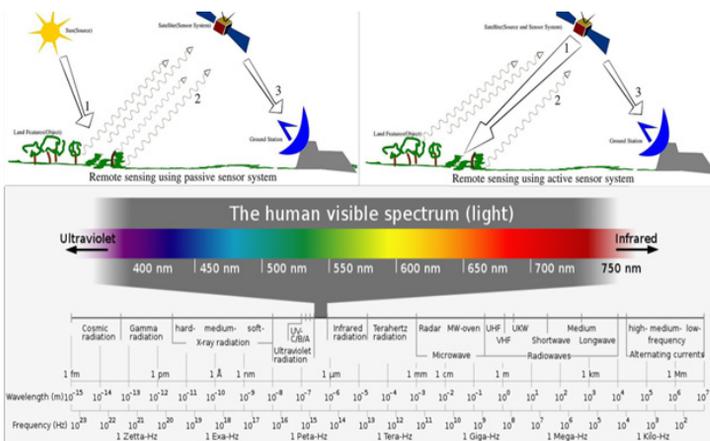


Figura 10 - Diagramma che mostra come funziona il telerilevamento con sensori attivi e passivi (Fonte: Wikimedia Commons12) e il confronto tra lo spettro visibile umano e lo spettro delle informazioni ottenute attraverso il telerilevamento. Fonte: Wikimedia Commons13.

Fonte: Google Trend. Accesso: 09/03/2021

Ulteriore notevole materiale informativo di questo genere è disponibile, come il programma Earth from Space della piattaforma BBC, che mette a disposizione un catalogo di video sull'argomento dai titoli accattivanti come: vedere la scomparsa del ghiaccio dallo spazio o volare nell'occhio di un uragano. Un'applicazione didattica del telerilevamento è lo sfruttamento della variabile evolutiva utilizzando visori specializzati che visualizzano le informazioni di uno stesso sito in momenti diversi, utilizzando una barra cronologica progressiva o scorrevole che consente agli studenti di confrontare interattivamente i cambiamenti che si verificano in un determinato periodo di tempo. Un buon esempio di ciò è l'Orthophoto Comparator del Piano Nazionale di Ortofotografia Aerea della Spagna (PNOA). Fornisce l'accesso gratuito a diverse foto di voli dall'inizio del XX secolo ai giorni nostri (vedi Figura 11). Le geotecnologie hanno arricchito i contenuti e la diffusione grazie al potere dell'immagine, ottenuto attraverso il telerilevamento. Non solo è più facile vedere un'immagine che una mappa, ma rappresenta una fonte di informazioni molto più potente ed è un mezzo più attraente nell'insegnamento.



Figura 11 - Comparatore di immagini aeree PNOA, che mostra Cape Roig (nel sud della Comunità Valenciana, Spagna) tra il 1956 (un volo americano) e il 2017 (un volo PNOA).

Elaborato dagli autori utilizzando fonti libere: Wikimedia Commons e Pixabay License1

### **Servizi SDI e Web Mapping:**

il concetto SDI è stato adottato formalmente per la prima volta negli Stati Uniti nel 1994 (Robinson, 2008). Secondo McLeod et al. (2013), questo primo SDI nazionale è stato incorporato in uno dei più importanti documenti programmatici per il coordinamento dell'informazione geografica negli Stati Uniti, la Circolare A-16 dell'Office of Management and

Budget (OMB). Sebbene all'epoca non si chiamasse SDI, si potrebbe sostenere che i Paesi Bassi iniziarono anche prima, con l'implementazione, a partire dal 1992, della sua National Geographic Information Infrastructure (NGII) (ora National Georegister). Altri paesi tra i primi ad adottare il modello SDI includono Australia (Australia's Spatial Data Infrastructure, lanciata nel 1998), Canada (Canada's Geospatial Data Infrastructure, lanciata nel 1999) (Hall, 2002) e Germania (Geodaten-Infrastruktur Deutschland - GDI-DE, lanciato nel 2001).

Sebbene ulteriori iniziative siano state istituite in altri paesi europei (ad es. Svezia, Danimarca e Regno Unito), i primi sforzi globali sono iniziati nella maggior parte dei paesi con l'adozione della direttiva INSPIRE nel maggio 2007, che ha creato un requisito obbligatorio per l'attuazione delle normative nazionali IDE di tutti gli Stati membri dell'Unione europea (UE) (Commissione europea, 2007).

Proprio come la conversazione da uomo a uomo richiede un linguaggio comune, per utilizzare i dati tra due sistemi informatici, un fornitore di servizi e un richiedente dei sistemi informatici, vengono utilizzati un protocollo Internet e uno standard per garantire l'efficacia della comunicazione tra macchine e Software. Questo processo è definito come: interoperabilità dei dati geografici, che è il compito principale della Open Geospatial Consortium Foundation (OGC), un'organizzazione dedicata a specificare formati e servizi che garantiscono:

- Facilità di implementazione: questo avvantaggia notevolmente gli sviluppatori di software o webgis, in quanto possono conoscere le specifiche di un formato o servizio e utilizzarle a proprio vantaggio.
- La neutralità di utilizzo su qualsiasi dispositivo, sistema

operativo o software, linguaggio di programmazione o browser. Come accennato in precedenza, la formalizzazione degli standard OGC ha consentito alla direttiva europea INSPIRE di legiferare e creare una gamma di geoservizi standardizzati che mirano a:

- Evitare la ridondanza o l'ambiguità dei dati geografici e della mappatura in Europa
- Fornire un servizio pubblico, offrendo servizi che migliorino l'uso delle infrastrutture di dati spaziali (SDI) per la società.
- Armonizzare le politiche dell'Unione Europea, adottando una prospettiva comune che capitalizzi il costo di mantenimento di questi servizi.

Questa direttiva ha portato all'uso diffuso dei servizi SDI a vari livelli amministrativi (locale, regionale e nazionale) all'interno dell'Unione Europea e gli utenti GIS ne sono stati i principali beneficiari.

In effetti, hanno ottenuto l'accesso ai dati geografici tramite un collegamento Internet e qualsiasi programma GIS desktop che esegue questo servizio standardizzato. In contesti educativi, queste risorse strutturate non vengono solitamente utilizzate direttamente nello SDI, ma piuttosto indirettamente da un gran numero di geoportali web o web geoviewer che ne usufruiscono grazie all'interoperabilità dei servizi standardizzati OGC.

Il Web Map Service WMS/WMTS è tra i più utilizzati di questi servizi. Tuttavia, è un peccato che altri servizi, molto più completi e specializzati, siano sottoutilizzati, come il Web Feature Service (WFS), il Web Coverage Service (WCS) o il Web Process Service (WPS), tra gli altri, che ci consentono per accedere ai dati in modo più operativo.

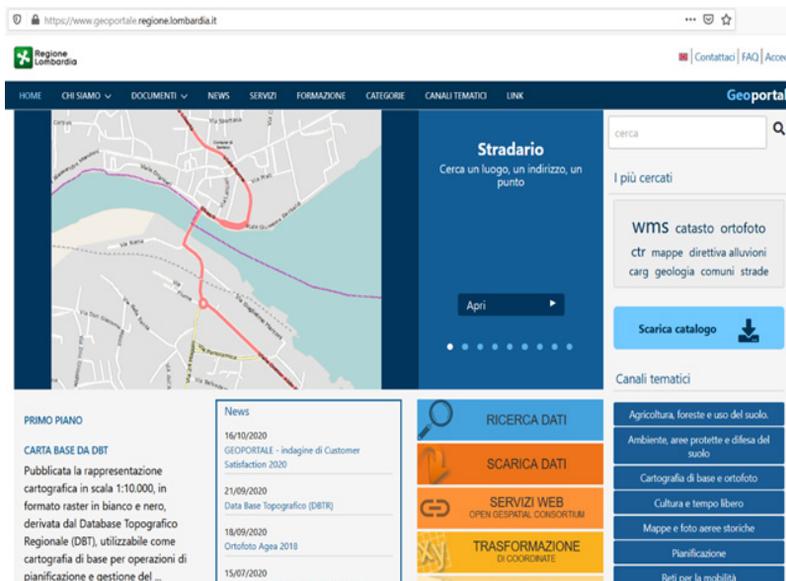


Figura 12 - Particolare del Geoportale Web della Regione Lombardia (Italia) con accesso a diverse tipologie di argomenti.

Elaborato dagli autori

Un geoportale è un portale Web utilizzato per cercare e accedere a informazioni e servizi geografici associati su Internet. Consiste quindi nella faccia visibile di un SDI, che ci consente di lavorare con i dati di uno o più database GIS in un ambiente di visualizzazione di mappe web (vedi Figura 12). In questo modo, per gli studenti delle scuole secondarie superiori, i geoportali sono un buon alleato per ricercare e osservare fenomeni in cui la dimensione spaziale è importante. Il ruolo dello SDI nella diffusione dei dati geografici è stato discusso in precedenza, e tutti gli esempi citati includono i geoportali, che facilitano l'uso di un'ampia gamma di informazioni cartografiche aperte, strutturate in modo coerente e con accesso ai loro metadati (informazioni su come sono fatto e come utilizzare i dati). In questo senso, i geodati aperti sono una risorsa favolosa che moltiplica esponenzialmente le funzionalità delle tradizionali enciclopedie o atlanti scolastici.

## **Sistemi Informativi Geografici (GIS):**

Il GIS risale ai primi anni '60 con la creazione del Canadian Geographic Information System (CGIS) per gestire l'occupazione del territorio nel paese. È stato sviluppato dal team di Roger Tomlinson, che ha stabilito i principi di base del GIS. L'hardware IBM è riuscito ad applicare metodi e tecniche di calcolo elettronico alla mappatura digitale per l'archiviazione, l'elaborazione e la valutazione dei dati cartografici (Tomlinson, 2013).

Il CGIS iniziò una nuova disciplina scientifica che andava oltre gli aspetti tecnico-artistici della cartografia fino ad allora applicata, dando vita alla Geomatica.

Tuttavia, la necessità di hardware altamente sofisticato ha limitato il GIS all'utilizzo specializzato da parte di professionisti nel campo della ricerca, dell'amministrazione statale o di grandi società di consulenza. I pochi programmi GIS che esistevano erano gestiti da stazioni grafiche, l'hardware più potente dell'epoca.

Dopo il CGIS, è emersa la GIS SYMAP dell'Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis (Figura 13), che ha dato origine alle maggiori aziende del settore, come la Environmental Systems Istituto di Ricerca (ESRI). Grazie a queste aziende e istituti di ricerca, il software GIS iniziò ad essere ampiamente diffuso tra gli specialisti (ESRI Arc/Info, ERDAS Imagine o Grass), portando a grandi progressi nel campo delle informazioni geografiche, immagini vettoriali, immagini satellitari e dati raster, e in particolare i dati satellitari.

A partire dagli anni '80, la proliferazione dei personal computer e l'evoluzione dei software GIS e dei nuovi sistemi operativi ha portato alla diffusione degli utenti GIS su desktop e alla loro applicazione a diversi campi scientifici.

La capacità multidisciplinare del GIS ha creato nuovi approcci in tutte le aree, ma c'erano grandi limitazioni dovute alla scarsità di informazioni geografiche accessibili, standardizzate e strutturate.



Conformant SYMAP



Contour SYMAP



Proximal SYMAP



Trend Surface SYMAP

Figura 13 - Confronto tra gli output di cartografia, mappe e trend grafici elaborati nel 1980 con il SYMAP GIS, dall'Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis (1980).

Fonte: ricerca open source, CC0, tramite Wikimedia Commons

I dati cartografici digitali erano scarsi, costosi e complessi per gli utenti GIS, quindi la geomatica è rimasta nel dominio della scienza, delle università o degli enti pubblici (ad esempio Catastro in Spagna, con l'emergere del GIS catastale SIGCA). Inoltre, molti professionisti GIS erano abituati a utilizzare dati fisici locali o condivisi, spesso all'interno delle reti aziendali su cui lavoravano (intranet).

Il costo decrescente dell'archiviazione dei supporti ha naturalmente aumentato la capacità di memoria per una moltitudine di dati geografici, portando al problema di doverli organizzare e condividere. Attualmente la tendenza è verso la creazione di grandi repository esterni (download center o SDI), collocati in portali Internet specializzati (geoportali), che contengono dati massicci che vengono utilizzati tramite il protocollo Internet, secondo le seguenti modalità:

1. Download diretto di file con informazioni spaziali. Questo è il caso dei modelli DIGITAL di elevazione di SRTM e USGS della NASA.

2. GIS direttamente connesso al repository spaziale. Questa è la forma più diffusa e deve essere adottato un protocollo di comunicazione standard (es. OGC WMS) affinché la comunicazione avvenga.

3. Servizi in grado di generare strutture di dati spaziali interoperabili in modalità file di testo semplice. È il caso di SOAP (protocollo di scambio basato su XML) o del più semplice REST (architettura di sviluppo web utilizzata nei client http), che generano dati in formato GPX o GeoJSON. Questi servizi sono tipicamente preparati sulla base di grandi database geografici.

4. GIS-Cloud: "I sistemi informativi geografici di cloud computing (GIS Cloud) costituiscono lo sviluppo naturale del cloud computing per l'informazione geografica (cloud computing) (Valencia Martínez de Antoñana, 2013). Questa modalità sarà quella che crescerà di più in futuro, soprattutto in ambienti non specializzati o educativi. Esistono già progetti maturi e rinomati, come ArcGIS Online, Carto o GIS Cloud.

GIS Cloud, come qualsiasi servizio di cloud computing, può essere suddiviso, a sua volta, in tre categorie:

1. Infrastructure as a Service (IaaS): ovvero hardware virtualizzato (ad es. Amazon EC2)
2. Platform as a Service (PaaS): consente all'utente con una piattaforma software di operare (geoprocessi) su Internet (ad es. ArcGis Server)
3. Software come servizio (SaaS): il più diffuso, generalmente tramite web browser per accedere a servizi e dati (es. Carto, ArcGis Online). Attualmente esiste una forte concorrenza tecnologica tra i programmi GIS, sebbene ESRI, che ha posizionato molto bene il suo software nei diversi settori di mercato degli utenti (produzione cartografica, web publishing, ecc.) sia il leader indiscusso. Prodotti come ArcGIS sono sinonimo di qualità. Offrono un'interfaccia grafica (UI) ben progettata e, soprattutto, un'esperienza utente soddisfacente. Offre persino Arcgis online come soluzione di mappatura basata su cloud. Guardando al futuro, i geodatabase, il GIS Web e il GIS desktop sono la scelta migliore per i progetti più ambiziosi, impegnativi e stabili, e sono soggetti alla seria concorrenza di GIS Cloud, soprattutto da quando la libreria javascript Turj.js è apparsa nel 2013 con funzionalità avanzate di analisi spaziale per il Web, insieme ad altre librerie di visualizzazione di mappe come OpenLayers, LeafletJS, Mapbox GL JS e D3.js.

Questi ultimi sono in grado di soddisfare le esigenze di molti utenti che richiedono facilità d'uso per dati non ingombranti e risultati rapidi su uno sfondo di mappe tematiche, fornite da servizi cloud, come i dati di OpenStreetMap o Google Maps.

In termini pratici, nel contesto dell'integrazione dell'istruzione secondaria europea, la formazione GIS è una risorsa tecnologica interdisciplinare utilizzata per l'insegnamento di materie relative alle scienze della Terra, grazie alla sua natura interdisciplinare.

Il quadro nell'istruzione secondaria è molto promettente (Kerski et al, 2013), sebbene alcune questioni debbano essere riviste a questo proposito.

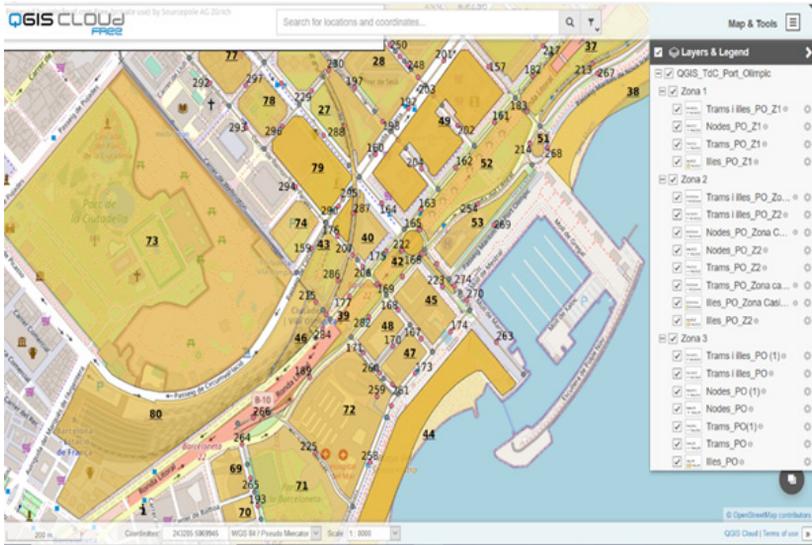


Figura 14 - Esempio di lavoro QGIS Cloud sulla città di Barcellona da parte di un utente anonimo. Elaborato dagli autori.

Ci sono alcuni problemi inerenti all'applicazione della tecnologia GIS all'istruzione secondaria. Questi ultimi includono la necessità di aggiornare le apparecchiature informatiche, l'insufficiente formazione degli insegnanti e lo squilibrio nel rapporto studenti-insegnanti in classe (Martín et al, 2016). Ci sono anche alcuni altri problemi specifici (Oller e Villanueva, 2007):

- C'è una notoria carenza di insegnanti geografi. Invece, gli insegnanti di storia o gli insegnanti di scienze ambientali impartiscono contenuti di materie geografiche.
- Le ICT sono poco utilizzate nelle lezioni di geografia e pochi insegnanti mostrano interesse per il loro Master in Educazione, il che porta a un uso limitato del GIS nelle pratiche degli insegnanti (Bouza, 2015)

- Le risorse educative sono disponibili in formati analogici (mappe) o audiovisivi, limitando l'interazione con gli studenti.
- L'uso del GIS è il risultato dell'iniziativa personale ed eccezionale di un insegnante, piuttosto che una risorsa accademica standardizzata. Nonostante tutte queste circostanze avverse, i contributi dei Congressi sull'Insegnamento della Geografia rivelano una tendenza crescente verso iniziative didattiche specifiche e isolate che si concentrano sulle geotecnologie, come:
  - Presentazione di attività relative a moduli che utilizzano risorse WebGIS (Iberpix, visualizzatori di istituzioni cartografiche regionali) o GIS-CLOUD (Arcgis online, Google Earth). Il fatto che gli strumenti risiedano su un server di terze parti o nel cloud rende più semplice per gli insegnanti l'installazione e la manutenzione dei programmi nelle aule informatiche.
  - La tendenza a utilizzare i dati locali per motivare gli studenti portandoli ad apprendere attraverso l'immersione (Zaragozí et al, 2016).
  - L'uso di dispositivi tecnologici come lavagne, cellulari per l'acquisizione dei dati o la geolocalizzazione delle foto, anche se i tablet sono utilizzati anche per le attività congiunte, e persino i ricevitori GPS da campo.
  - L'Arcgis online di ESRI è diventato una risorsa importante per la produzione di materiali didattici grazie a:
    - la sua facilità d'uso e requisiti bassi: un browser e Internet.
    - il fatto che sia gratuito per le scuole e studenti.
    - la sua capacità di incorporare dati sotto forma di tabelle con informazioni posizionali (file CSV) che vengono poi tradotte in layer e grafici GIS.
    - risorse multimediali, che vengono eventualmente incorporate in una mappa tematica interattiva o "story map".
    - Supporto di ESRI per fornire livelli di sfondo nel cloud con strumenti spaziali (sezioni trasversali topografiche)
    - Infine, è di grande interesse il fatto di poter condividere queste unità didattiche nel cloud stesso in modo che possano essere riutilizzate da altre scuole.

## **Riferimenti bibliografici e documenti raccomandati:**

- Adell Segura, J. & Castañeda Quintero, L. (2010) "Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje". En R. Roig Vila, R. & M. Fiorucci (Eds.) Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas. *Stumenti di ricerca per l'innovazione e la qualità in ambito educativo. La Tecnologie dell'informazione e della Comunicazione e l'interculturalità nella scuola.* (pp. 19-30). Alcoy: Marfil – Roma TRE Università degli studi.
- Bates, T. (2001). *Cómo gestionar el cambio tecnológico: estrategias para los responsables de centros universitarios* (Vol. 6). Barcelona: Gedisa.
- Barr, R. (2008). *Google and GI science: Revolution, evolution or wild goose?* London: Centre for Advanced Spatial Analysis Seminar, University College London, 30th January 2008.
- Barrera, S. (2009). Reflexiones sobre Sistemas de Información Geográfica Participativos (SIGP) y cartografía social. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, (18), 9-23.
- Buzai, G.D. (2014a). Neogeografía y sociedad de la información geográfica. Una nueva etapa en la historia de la Geografía. *Boletín del Colegio de Geógrafos del Perú*. 1, 1-12.
- Buzo Sánchez, I. (2016). Aplicación de la metodología del aprendizaje geográfico por descubrimiento basado en SIG en proyectos didácticos para 2º de Bachillerato. En R. Sebastián & M.E. Tonda (Eds.) *La investigación y la innovación en la enseñanza de la Geografía* (pp. 477-489). Alicante: Universidad de Alicante.
- Buzo Sánchez, I. (2017). De las TIG a las TAG: integrando la información en el aprendizaje geográfico. En R. Sebastián & M.E. Tonda (Eds.) *Enseñanza y aprendizaje de la Geografía para el siglo XXI.* (pp. 175-200). Alicante: Universidad de Alicante.
- Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J.M., & Romero Tena, R. (2015). Aprendizaje a través de un entorno personal de aprendizaje (PLE). *Bordón. Revista de pedagogía*, 67 (2), 63-83.
- Cardona Gómez, G. (2013). El "geocaching" y la didáctica de las ciencias sociales. *Iber: Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, (73), 26-34.
- Castañeda, L. y Gutiérrez, I. (2010). *Redes Sociales y otros tejidos*

online para conectar personas. En L. Castañeda (Coord.). Aprendizaje con Redes Sociales. Tejidos educativos en los nuevos entornos. (pp. 17-38) Sevilla: MAD Eduforma.

- Castells, M., & Himanen, P. (2002a). The information society and the welfare state: The Finnish model (No. 250). England: Oxford University Press on Demand.
- Castells, M. (2002b). The Internet galaxy: Reflections on the Internet, business, and society. England: Oxford University Press on Demand.
- Cerda Seguel, D. (2013). Más allá del sentido de lugar. Geosemántica social, ciencia del territorio. Escáner cultural. <http://revista.escaner.cl/node/7137>. (Accessed: April/2021).
- Chevalier, J. (1974). Espace de vie ou espace vécu? L'ambiguïté et les fondements de la notion d'espace vécu. *L'espace géographique*, 3(1), 68-68.
- Delgado, J. (Ed.) (2013). Geographic and geolocation competences for people in later life. OUTDOOR ICT Grundtvig Partnership (Long Life Learning Program). Málaga,
- Delgado Peña, J.J., Campoy Gómez, R., & Subires Mancera, M.P. (2015). Geografía, TICs e Inclusión Social: empoderamiento ciudadano desde el ámbito educativo para una regeneración urbana. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 54(1), 307-336.
- Drake, J.D., & Worsley, J.C. (2002). Practical PostgreSQL. "O'Reilly Media, Inc."
- Elwood, S. (2010). Geographic information science: visualization, visual methods, and the geoweb. *Progress in Human Geography*, vol. 33, 2: pp. 256-263.
- Gómez-Ruiz, M.L., Morales-Yago, F.J., & Lázaro-Torres, M.L. (2021). Outdoor Education, the Enhancement and Sustainability of Cultural Heritage: Medieval Madrid. *Sustainability*, 13(3), 1106.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211-221.
- Haklay, M., Singleton, A., & Parker, C. (2008). Web mapping 2.0: The neogeography of the GeoWeb. *Geography Compass*, 2(6), 2011-2039.
- Huang, Y. M., Chen, H. C., Hwang, J. P., & Huang, Y. M. (2013).

Application of cloud technology, social networking sites and sensing technology to e-learning. In *Reshaping learning* (pp. 343-364). Springer, Berlin, Heidelberg

- Kerski, J.J., Demirci, A. & Milson, A.J. (2013) The Global Landscape of GIS in Secondary Education, *Journal of Geography*, 112:6, 232-247.
- Lázaro Torres, M.L., Miguel González, R. and Buzo Sánchez, I. (2016). Outdoor Learning and Geography on the Cloud: A Challenge for the European "School on the Cloud" Network. *The International Journal of Technologies in Learning* 23 (3): 1-13.
- López Fernández, J. A. (2016). De las TIG a las TAG en la formación docente. XVII Congreso Nacional de Tecnologías de Información Geográfica, Málaga, Proceeding Book. AGE-CSIC. Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga: <https://n9.cl/tig-tag> Accessed March 2021
- Martín Vecino, J.M., Nieto Masot, A. y Buzo Sánchez, I. (2016). Los SIG aplicados a la enseñanza de la geografía en 1º de educación secundaria obligatoria. En A. Nieto Masot (Ed.). *Tecnologías de la información geográfica en el análisis espacial. Aplicaciones en los sectores público, empresarial y universitario.* (pp. 141-160). Universidad de Extremadura. Cáceres.
- Martínez Vega, J., Martín, M.P., Díaz Montejo, J.M., López Vizoso, J.M., & Muñoz Recio, F.J. (2010). Guía didáctica de teledetección y medio ambiente. Red Nacional de Teledetección Ambiental. España [https://digital.csic.es/bitstream/10261/28306/1/guia\\_pliego.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/28306/1/guia_pliego.pdf) (Accessed: April 2021).
- McLeod, P., Martin, A., & Cromptvoets, J. (2013). Spatial Data Infrastructure (SDI) Manual for the Americas. In *Global Spatial Data Infrastructures Association*, Date: 2013/11/04-08, Addis Ababa, Ethiopia. <https://n9.cl/zah5w> (Accessed: April 2021).
- Milson, A.J. (2011). SIG en la Nube: WebSIG para la enseñanza de la Geografía. *Didáctica Geográfica*, 12, 111- 124.
- Moreno Jiménez, A. (2013). Entendimiento y naturaleza de la científicidad geotecnológica: una aproximación desde el pragmatismo epistemológico. *Investigaciones Geográficas* nº60. pp. 05-36.
- Murray, J. (2011). James, M. (2011). Cloud network architecture and ICT-Modern network architecture. *IT Knowledge Exchange*. [https://n9.cl/h20\\_guide](https://n9.cl/h20_guide) (Accessed: March 2021).
- Oller, M. & Villanueva, M, (2007). Enseñar geografía en la educación

secundaria: nuevos objetivos, nuevas competencias: un estudio de caso. *Enseñanza de las Ciencias Sociales: Revista de Investigación*, 6, 159-168.

- Ramón-Morte, A. (2017). Tecnologías de la Información Geográfica. Un recurso para el aprendizaje en la vida cotidiana. En *Enseñanza y aprendizaje de la Geografía para el siglo XXI* (pp. 151-174). Servicio de Publicaciones. Universidad de Alicante

- Ricart, S., Ribas, A., Pavón, D., Gabarda-Mallorquí, A. and Roset, D. (2019) Promoting historical irrigation canals as natural and cultural heritage in mass-tourism destinations, *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, Vol. 9 No. 4, pp. 520-536.

- Subires Mancera, M.P. (2012). Cartografía participativa y web 2.0: Estudio de interrelaciones y análisis de experiencias. *Vivat Academia*, 117, pp. 201-216

- Tomlinson, R.F. (2013). *Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers*. 280 S. ESRI Press.

- Turner, A. (2006). *Introduction to neogeography*. O'Reilly Media, Inc.

- Valencia Martínez de Antoñana, J. (2013). *Pasado, presente y futuro de las infraestructuras de datos espaciales*. Bubok Publishing S.L. Master Thesis: <https://n9.cl/zrza3> Accessed April 2021

- Zaragoza Zaragoz, B., Torres Prieto, J., Navarro Carrión, J.T., Fernández Moreno, M., Mira Martínez, J.M., Belda Antolí, A., Ramón Morte, A. (2016). Propuesta de una plataforma web para aplicar técnicas de visualización en didáctica de la geografía. En R. Sebastiá & E.M. Tonda (Eds.). *La investigación e innovación en la enseñanza de la Geografía* (pp. 465-474). Alicante: Universidad de Alicante.

- Walshe, N., & Healy, G. (Eds.). (2020). *Geography Education in the Digital World: Linking Theory and Practice*. Routledge.

## **Video e tutorials:**

Understanding Remote Sensing and GIS:  
<https://www.youtube.com/watch?v=VfDAd-MO94o>

SDI and GIS standardization:  
<https://www.youtube.com/watch?v=C4htCF-eIPE>

Presentation IDEE (Spanish National SDI):  
<https://www.youtube.com/watch?v=uDM7KNiy5RE>

The National Geographic Institute of Spain (IGN):  
<https://www.youtube.com/watch?v=V5516yS96SA>

National Plan of Land Observation (PNOT-IGN):  
<https://www.youtube.com/watch?v=B5OAG5kUzo4>

Arcgis Online basics:  
<https://vimeo.com/356879741>

Google Earth Online:  
[https://www.youtube.com/watch?v=hz\\_RfDbHwr8](https://www.youtube.com/watch?v=hz_RfDbHwr8)

Google Earth mobile app:  
<https://www.youtube.com/watch?v=DLLv84L8k-k>

Google Earth Desktop Basics:  
<https://vimeo.com/36615258>

Geocaching Facilitations:  
<https://vimeo.com/437952415>

OpenStreetMap European Edits Story:  
<https://vimeo.com/327240308>

How does GPS work?  
[https://www.youtube.com/watch?v=FU\\_pY2sTwTA](https://www.youtube.com/watch?v=FU_pY2sTwTA)

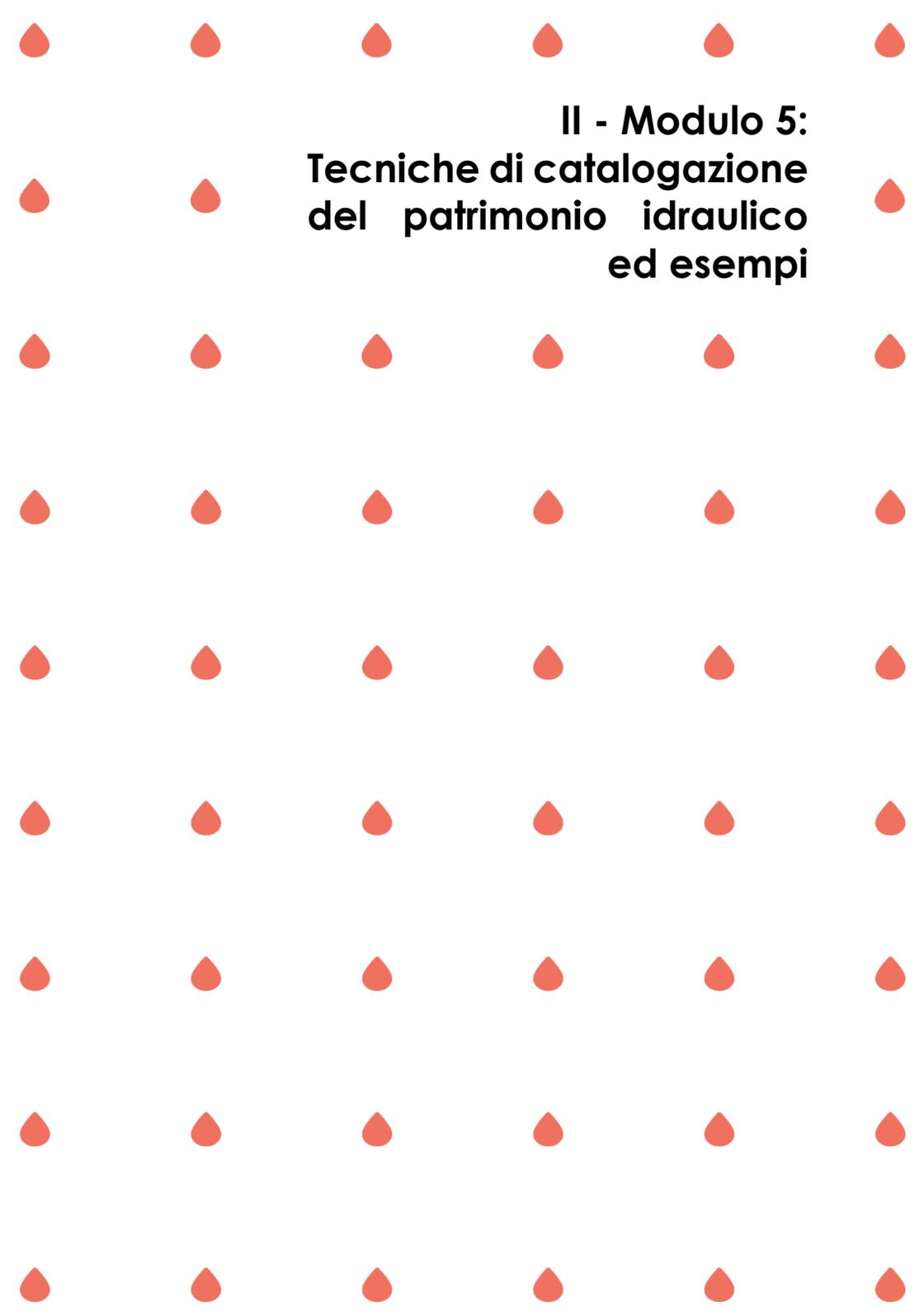
WebGIS explained:  
<https://www.youtube.com/watch?v=dc41vdOAsKQ>

Create Web Maps in 5 Minutes with ArcGIS Online and Google My Maps:  
[https://www.youtube.com/watch?v=O1XIQJMC4\\_s](https://www.youtube.com/watch?v=O1XIQJMC4_s)

Teaching with GIS in Schools:  
<https://www.youtube.com/watch?v=Oqr8gyITo6E>





A decorative background consisting of a grid of red water droplets. The droplets are arranged in a regular pattern, with some missing in the upper right quadrant where the title is located. The droplets are a vibrant red color and have a teardrop shape.

**II - Modulo 5:  
Tecniche di catalogazione  
del patrimonio idraulico  
ed esempi**

## II - 5.1 Individuazione sistemi

Come si è visto il patrimonio idraulico riguarda una complessità di elementi di natura e origine diversa; per questa ragione è necessario restringere il campo di indagine per ottenere un risultato che abbia un impatto significativo e restituisca un quadro di insieme all'interno del quale i diversi manufatti mappati assumano un significato specifico.

Il paesaggio europeo è caratterizzato dalla presenza di territori profondamente diversi per geografia, orografia e contesto culturale per i quali risulta impossibile una generalizzazione. Territori ricchi di acque in superficie, zone aride, località montane, zone di pianura, non consentono di poter affrontare lo studio del patrimonio idraulico locale in maniera uniforme. Per queste ragioni propedeutico all'attività di mappatura va individuato un sistema significativo per il territorio a partire dalla conoscenza della storia, delle attività umane e delle caratteristiche del luogo per restituire alla fine dell'attività di mappatura un risultato che possa avere il maggior impatto possibile per la comunità locale.

Sarà compito dei docenti, o delle persone che guideranno le attività di mappatura, individuare preliminarmente il sistema su cui operare.

La scelta del sistema è importante anche perché consente di meglio specificare il ruolo di un manufatto all'interno di una pratica umana più complessa. Bisogna infatti considerare che un manufatto del patrimonio idraulico appartenga a più sistemi tra loro connessi. Se pensiamo ad esempio a un canale artificiale come i navigli attorno a Milano, ci accorgiamo che sono stati realizzati con diversi scopi ognuno legato a sistemi differenti come ad esempio opera di difesa, per la navigazione, per l'irrigazione e per la produzione di energia. Ognuno di questi sistemi, se correttamente individuato, intercetta manufatti del patrimonio idraulico differente.

Dal punto di vista metodologico è quindi molto complesso mappare il patrimonio idraulico senza riferirsi a un sistema identificato per non disperdere energie e dare un senso più

profondo e culturale all'attività che si intende promuovere. In modo non esaustivo si propongono 4 categorie che possono servire per individuare sistemi idraulici nei diversi contesti locali: il contesto geografico; le reti idriche, l'epoca storica, l'itinerario.

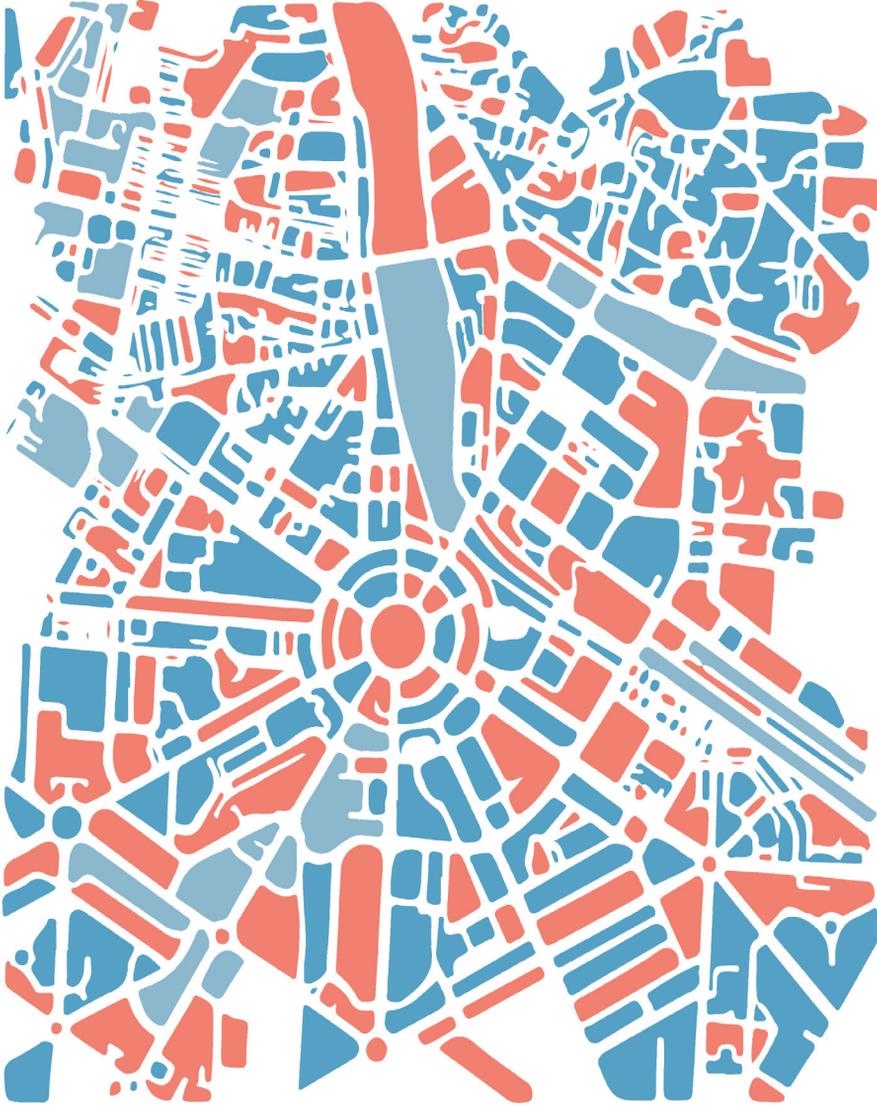
Per la loro individuazione può essere utile anche analizzare quali istituzioni presenti sul territorio possono essere coinvolte in termini di supporto all'operazione di mappatura o di disseminazione. Il coinvolgimento per esempio di una città può garantire una base di partenza conoscitiva elevata su un territorio circoscritto, oppure quello di un ente che gestisce un corso d'acqua può aiutare a individuare gli elementi notevoli. Inoltre in alcuni casi i beni o i suoli sono di natura privata, come ad esempio i campi agricoli e i mulini, e il coinvolgimento di istituzioni territoriali, fondazioni, cooperative etc.. può consentire l'accesso alle aree e ai beni oltre all'ottenimento di documenti quali disegni o fotografie d'archivio.

Le categorie proposte, che sono specificate nelle pagine successive, possono sicuramente essere ampliate e a loro volta intersecate o specificate. Posso pensare ad esempio alla rete idriche dei canali irrigui di un determinato periodo, oppure i manufatti lungo un itinerario turistico legati ad una determinata attività umana.

## **CONTESTO GEOGRAFICO**

Il contesto geografico è una categoria facile da definire e può corrispondere ad esempio al territorio di un comune, di una regione o di un parco. Al suo interno ci sarà sicuramente una compresenza di sistemi diversi e per questa ragione è da prendere in considerazione in contesti in cui vi è scarsità d'acqua o manufatti del patrimonio idraulico, ed in cui è difficile o è limitativo rivolgersi a sistemi specifici. Dal punto di vista operativo sarà sufficiente indicare una porzione di territorio su cui operare, entro la quale saranno selezionati gli elementi che potranno essere di natura molto diversa tra loro.

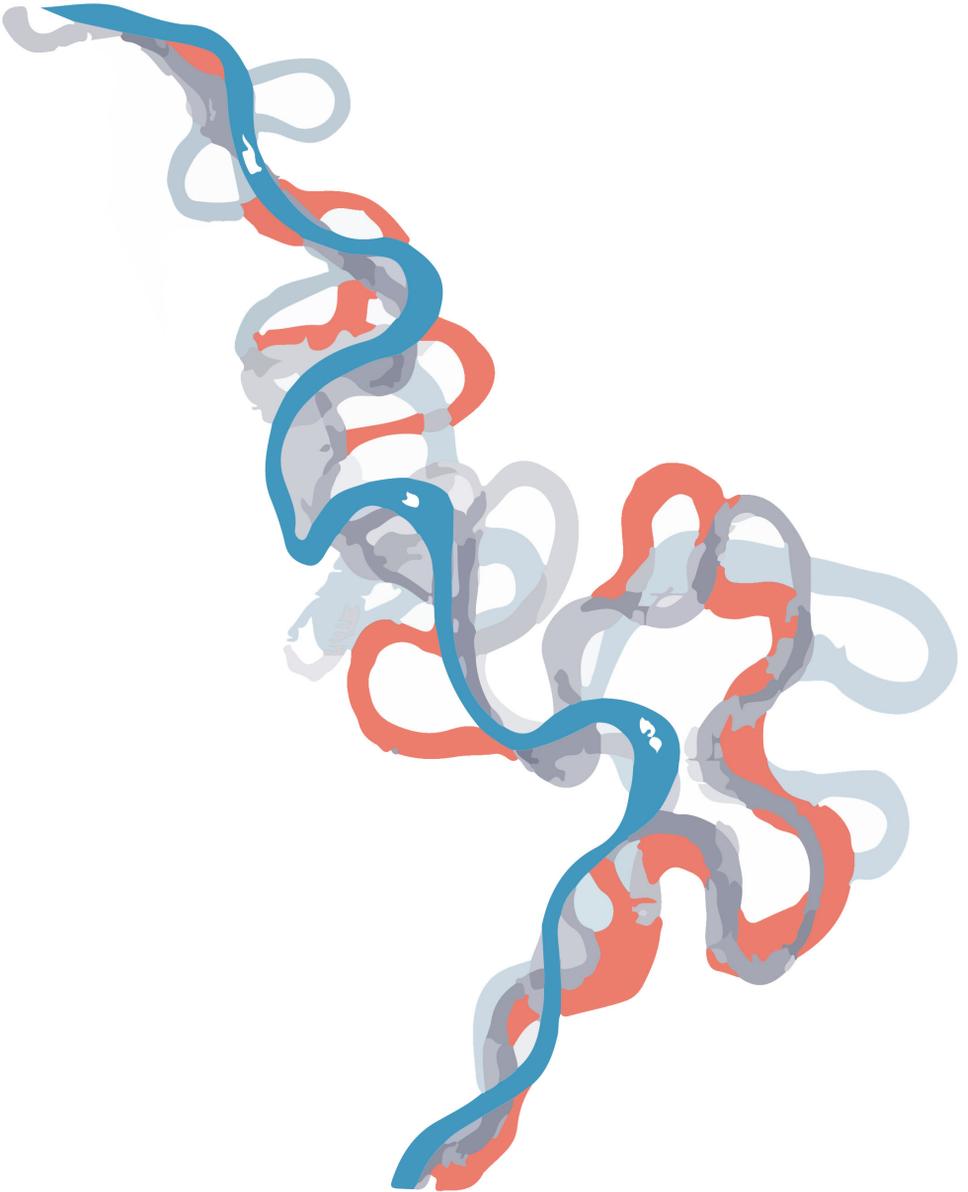
*“Un esempio può essere la mappatura dei manufatti idraulici ricompresi all'interno del territorio di una città considerando i limiti amministrativi come confini del campo di indagine e coinvolgendo il Comune per ottenere documenti e promuovere la disseminazione”*



## **RETI IDRICHE**

In molti contesti esistono reti idriche molto estese attorno che hanno generato manufatti del patrimonio idraulico. E' il caso ad esempio dei sistema dei canali irrigui spesso ben identificati per estensione e per caratteristiche. In questi casi è anche spesso possibile capirne l'entità risalendo alla proprietà e gestione dell'acqua. All'interno di un sistema si trovano elementi ricorrenti come ad esempio prese d'acqua, mulini o ponti, che hanno caratteri identitari e riconoscibili.

*“Un esempio può essere un canale artificiale navigabile con tutti i manufatti che ne consentono l'utilizzo come gli attracchi, le chiuse di navigazione, i punti di derivazione delle acque.”*



## **EPOCA STORICA**

Alcune città hanno vissuto periodi storici particolarmente significativi che hanno inciso profondamente sulla forma e le caratteristiche urbane e della società. Basti pensare ai borghi medioevali, alle città di origine romana o ai centri nati con la rivoluzione industriale. In questo caso è possibile concentrare la ricerca a quei manufatti idraulici che risalgono a questo periodo.

*“Un esempio può essere mappare tutti i manufatti risalenti a un periodo circoscritto o a uno stile architettonico contribuendo all'identità di un luogo storicamente connotato.”*



## **ITINERARIO**

Ci sono alcuni itinerari, soprattutto di tipo culturale o turistico, che sono interconnessi alle questioni del patrimonio sia materiale che immateriale di un luogo. Le vie del pellegrinaggio, percorsi che seguono tracciati naturali come i fiumi o le coste o semplicemente direttrici storiche come le strade di origine romana. Si tratta spesso di itinerari già consolidati nella fruizione turistica che possono trovare lungo il percorso manufatti idraulici, anche di epoca diversa, che contribuiscono al racconto del territorio e della sua storia.

*“In molti paesi europei, lungo gli antichi tracciati ferroviari, i cammini e i canali, sono nate recentemente ciclovie per la fruizione turistiche. Esse possono essere un possibile itinerario su cui impostare la ricerca dei manufatti idraulici.”*



## II - 5.2 Catalogazione elementi

Uno strumento di catalogazione deve essere in grado di dare il maggior numero di informazioni necessarie per comprendere le caratteristiche del manufatto da schedare e al contempo deve essere sufficientemente generico per poter includere casi differenti. Per esempio se schedo un ponte devo poter dire i materiali con cui è costruito, le tecniche le caratteristiche formali, l'epoca e l'uso; ma la stessa scheda deve poter descrivere un canale artificiale, una presa d'acqua o un mulino. Per definire lo schema da adottare si sono confrontati i modelli di catalogazione in uso dai soggetti preposti alla tutela di Italia e Spagna (ministeri, regioni, comunità...) che si basano su standard internazionali. I modelli sono stati riformulati per andare incontro alle esigenze specifiche dei manufatti ascrivibili al patrimonio idraulico eliminando e aggiungendo le voci necessarie.

Lo strumento di catalogazione finale risulta composto da una serie di voci obbligatorie e comuni a tutti i beni identificati, e una serie di voci specifiche per singoli tipi di manufatti.

La catalogazione è strutturata in 4 ambiti:

- 1) IDENTIFICAZIONE ELEMENTO IDRAULICO, contenente nome e informazioni relative alla collocazione specifica geografica dell'elemento;
- 2) CONTESTO, contenente informazioni relative al sistema di appartenenza e al contesto;
- 3) DESCRIZIONE, caratteristiche relative all'uso del bene, alla proprietà, alla gestione, allo stato di conservazione e a qualità più specifiche;
- 4) DOCUMENTI, contenente la storia dell'elemento, foto, video, sitografia, bibliografia.

Segue un esempio di scheda tipo compilabile in sede di studio o workshop:

## SCHEDA TIPO

### IDENTIFICAZIONE ELEMENTO IDRAULICO

ID (GIS)

Longitudine (coord X)

Latitudine (coord Y)

Altezza (coord Z)

Nome

Altri nomi

Paese

Provincia

Comune

### CONTESTO

Sistema di appartenza

Itinerario

Paesaggio

Accesso

### DESCRIZIONE

Uso originario

Uso attuale

Altezza

Lunghezza

Larghezza

Data di costruzione

Etnologia

Stato di conservazione

Natura del bene

Materiali

Tipo di elemento

Caratteristiche

### DOCUMENTI

Storia

Foto

Video

Sitografia

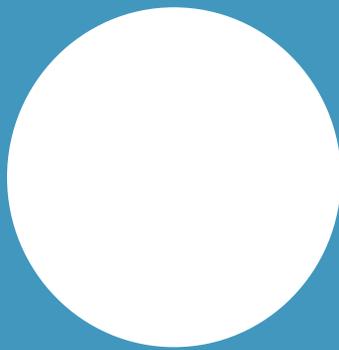
Bibliografia

Autore scheda

Data

# La rappresentazione per punti

Se immaginiamo di rappresentare su base cartografica il mondo reale, nello specifico le acque dolci e le loro pertinenze -naturali o artificiali che siano - dobbiamo considerare che ogni elemento sarà semplificato per poterlo facilmente individuare in rapporto con gli altri. Gli enti fondamentali della geometria, il punto, la linea e il piano, si prestano come le più efficaci forme di sintesi degli elementi del reale. Accade quindi che, per naturale associazione, si possano considerare gli appezzamenti di terra come piani, i corsi d'acqua come linee e i manufatti artificiali (dalla centrale idroelettrica, al fontanile) come punti. Questa tipologia di rappresentazione risulta la più immediata in termini di comprensione del paesaggio da remoto, in quanto la restituzione cartografica tramite questi tre segni permette al lettore di ottenere una prima rapida comprensione del paesaggio d'acqua che si trova ad analizzare. Se da un lato l'utilizzo di tre forme geometriche facilita la lettura di un territorio, dall'altro rende difficoltosa la collocazione tramite coordinate spaziali di tutte le superfici rappresentate attraverso linee e piani. Queste saranno dunque localizzate attraverso un singolo punto degli infiniti che le costituiscono. Al punto scelto corrisponderà una specifica coordinata spaziale, che lo renderà rintracciabile a chiunque voglia conoscerne la posizione. Come scegliere dunque quel particolare punto, all'interno ad esempio di un campo coltivato, di un canale irriguo o anche di un sistema architettonico legato al patrimonio idraulico? La presente guida fornisce un metodo, basato sulla geometria, applicabile a molteplici contesti per permettere di selezionare il punto corretto a cui associare la coordinata spaziale desiderata. L'operatore che si avvicina a questo tipo di analisi per punti dovrà sempre considerare la morfologia degli elementi cui si trova davanti. Questa modalità è genericamente riconosciuta ed utilizzata anche dalle mappe di google, risultando di facile comprensione anche per chi, esterno al progetto, si trovi a rapportarsi con i dati prodotti dall'analisi.



**PUNTO** - Forme assimilabili al punto

L'operatore dovrà operare una scelta anche per tutti quegli elementi che su una mappa sono assimilabili ad un punto, in quanto alcuni di questi presentano nel reale dimensioni estese. Proponiamo alcuni esempi di elementi con la relativa posizione in cui prendere il pic per la georeferenziazione:

Approdo: in posizione centrale;

Bitta: frontale all'elemento;

Bocca di fregio: ponendosi sull'argine, sopra l'elemento;

Cascina: frontale all'ingresso principale;

Centrale Idroelettrica: frontale all'ingresso principale;

Chiusa: sull'argine laterali all'elemento;

Conca: sul passaggio pedonale (sempre presente) centrale all'elemento;

Fontanile: frontale all'elemento;

Mulino: all'ingresso;

Noria: frontale all'elemento; Ponte pedonale/ciclabile: al centro dell'elemento;

Ponte carrabile/ferroviario: laterale all'estremità dell'elemento;

Pontile: centrale all'elemento;

Pozzo: frontale all'elemento;

Rullo guidafuni: frontale all'elemento;

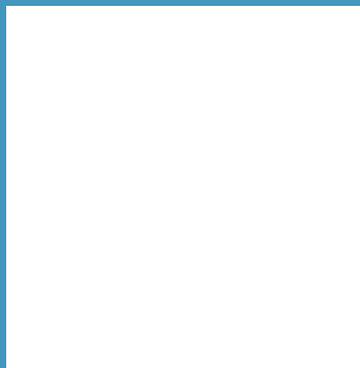
Stazione di comando: al centro del lato lungo della stazione.

\_\_\_\_\_

**LINEA** - Forme assimilabili alla linea

*Trovandosi a dover definire la posizione di un corso d'acqua, assimilabile geometricamente alla linea, sia esso un canale irriguo di limitate dimensioni o un fiume di grande portata, l'operatore dovrà collocarsi prossimo all'argine, possibilmente centrale rispetto alla lunghezza dell'elemento compresa nella porzione in analisi, e apporre in quel punto il pic di georeferenziazione.*

*In caso che il sistema di appartenenza sia circoscritto le forme assimilabili alla linea possono essere rappresentate anche da un punto di accesso o particolarmente significativo.*



**PIANO** - *Forme assimilabili al piano*

*Nel caso in cui si tratti di forme estese, assimilabili geometricamente al piano, il pic dovrà essere posto in posizione centrale rispetto a queste. Ad esempio, volendo localizzare un appezzamento di terra di forma rettangolare, l'operatore dovrà porsi pressoché al centro delle diagonali immaginarie del rettangolo e selezionare quel punto per la georeferenziazione.*



## ***Introduzione alle schede degli elementi idraulici***

Il presente capitolo presenta una serie di schede sugli elementi ricorrenti del patrimonio idraulico in cui si specificano le caratteristiche da evidenziare in caso di catalogazione, comprendenti in alcuni casi il funzionamento e l'uso. Esse non hanno un carattere esaustivo e il loro numero può essere ampliato in futuro per consentire l'inserimento di altri beni.

Nel caso in cui il sistema individuato per la catalogazione si riferisca a beni particolarmente specifici e collegati al contesto locale sarà necessario procedere all'individuazione degli elementi principali e delle caratteristiche predisponendo una nuova scheda.

### **Indice schede elementi idraulici catalogati:**

- |                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| 1) Conca                  | 14) Frantoio               |
| 2) Abbeveratoio           | 15) Fabbrica               |
| 3) Canale di irrigazione  | 16) Centrale idroelettrica |
| 4) Noria                  | 17) Ponte                  |
| 5) Salto d'acqua          | 18) Acquedotto             |
| 6) Lungo fiume            | 19) Risaia                 |
| 7) Mulino                 | 20) Approdo                |
| 8) Diga                   | 21) Presa d'acqua          |
| 9) Zattera di irrigazione | 22) Ripa                   |
| 10) Pozzo                 | 23) Alzaia                 |
| 11) Lavatoio              | 24) Edificio di servizio   |
| 12) Bacino artificiale    | 25) Vasca                  |
| 13) Argine                |                            |

## Descrizione generale:

Le chiuse, dette anche conche, sono opere di ingegneria che servono ad eliminare le cascate lungo il corso dei canali per consentire alle barche di superare il dislivello. Quando un natante sale lungo un canale e giunge in prossimità di un dislivello, esso viene fatto entrare in un bacino, chiamato conca, delimitato da due robuste porte. Le conche sono costituite da una serie di porte designate per contenere una imbarcazione che deve passare da un livello di acqua ad un altro livello superiore o inferiore.

La chiusa può essere unica oppure, per superare un livello d'acqua elevato, ci possono essere più chiuse, multiple, una dopo l'altra, per una risalita o discesa graduale.

## Tipi di chiusa:

- Unica
- Multipla

## Parti della chiusa:

- 2 porte, dette Vinciane, (una a monte e una a valle) con fori nella parte inferiore
- Camera

## Funzionamento della chiusa:

Mentre la prima porta rimane chiusa facendo da barriera o sostegno tra due diversi livelli di acqua, l'imbarcazione entra dall'altra porta.

Dopo che l'imbarcazione è entrata nella camera anche la seconda porta viene chiusa e vengono aperte delle piccole aperture presenti nella parte inferiore delle porte: attraverso queste aperture l'acqua entra (se l'imbarcazione deve risalire il livello) o fuoriesce (se l'imbarcazione deve scendere di livello) dalla camera.

Quando il livello d'acqua interno della camera della conca

è pari a quello esterno, la porta fra i due livelli d'acqua, ora eguagliati, viene aperta e l'imbarcazione esce dalla conca.

### **Storia e riferimenti bibliografici**

Quando si navigava in canali con poca pendenza o si risaliva controcorrente, le imbarcazioni venivano trainate dai cavalli, guidati dai cavalanti, o dagli stessi barcaioli che camminavano lungo l'argine, sulle rive chiamate alzaie.

Per agevolare la navigazione si costruiscono le conche di navigazione, dette anche Chiuse o Porte, veri e propri ascensori d'acqua che congiungevano corsi d'acqua di diverse altezze e permettevano alle imbarcazioni di risalire o discendere il corso d'acqua.



*Figura 1 – Conca presso Borgarello, Pavia  
Fonte : Silvia La Placa, Università di Pavia*

# 2

## ABBEVERATOIO

### Descrizione generale:

Il termine abbeveratoio designa un qualsiasi contenitore utilizzato per far dissetare gli animali domestici, generalmente si tratta di un recipiente o di una vasca, costituita da un semplice canale di tavole di legno o tronchi d'albero, oppure, da un impianto di pietra, cemento o muratura.

### Tipi di abbeveratoio:

Essendo un termine molto generico, si possono individuare diversi tipi di abbeveratoi, che si distinguono essenzialmente per dimensione e materiale di costruzione. Tipici degli ambienti rurali sono degli abbeveratoi costituiti da grosse vasche in pietra, cemento o in legno, utilizzati per dissetare più animali contemporaneamente



Figura 2 – Abbeveratoio in pietra  
Fonte : Pablo Altaba Tena, Università di Castellon

# 3

## CANALE DI IRRIGAZIONE

### **Descrizione generale:**

Sede di scorrimento d'acqua, creata artificialmente per servire all'irrigazione.

I canali possono essere ottenuti mediante scavo in superficie, con sponde e fondo lasciati allo stato naturale o rivestiti di uno strato murario.

### **Tipi di canale di irrigazione:**

- sotterranei                      - in galleria                      - sopraelevati;

### **Funzionamento del canale di irrigazione:**

L'opera può essere controllata manualmente per mezzo di piccole chiuse, prese d'acqua e di regolazione/scarico, altrimenti può essere monitorata con sistemi di telecontrollo e teletrasmissione facenti capo alla corrispettiva centrale operativa.



Figura 3 – Canal du Midi, Francia  
Fonte: Luca Trabattoni, Università di Pavia

## Descrizione generale:

Macchina per sollevare acqua e materiali incoerenti (come sabbie, cereali e simili), trasforma l'energia potenziale o cinetica di piccoli corsi d'acqua in energia meccanica in forma di moto rotatorio.

## Tipi di noria:

- A rosario
- con la ruota dall'alto
- con la ruota cinetica
- con la ruota di fianco
- con la ruota dal basso

## Parti della noria:

- ruota con pale
- serie di secchi fissati a distanze uguali su una catena o su un nastro senza fine, mosso e guidato da pulegge.
- pulegge

## Funzionamento della noria:

È costituita da una grande ruota, del diametro di alcuni metri, con la parte inferiore immersa in un fiume o canale. Sulla ruota sono montate delle pale per mezzo delle quali la noria è messa in rotazione dalla corrente d'acqua, e dei secchi o tazze che si riempiono d'acqua. Quando i secchi giungono nella parte superiore della ruota svuotano il loro contenuto in una vasca di raccolta. Le tazze si riempiono in basso, pescando nell'acqua (o solcando il mucchio del materiale) e, passando sulla puleggia superiore, rovesciano il contenuto in una tramoggia che lo raccoglie. In particolare quella in cui il sollevamento del liquido è ottenuto mediante una serie di dischi d'acciaio, con guarnizioni di gomma sui bordi, che, trascinati da una catena, si muovono all'interno di un tubo immerso nel liquido, fungendo così da stantuffi.

## Storia e riferimenti bibliografici

L'origine della noria sembra essere collocabile in Mesopotamia

in un periodo databile intorno al 2000 a.C. ed è stata molto diffusa e migliorata nel mondo islamico dagli ingegneri meccanici. Le fontane della reggia di Versailles erano un tempo alimentate da una installazione di norie sulla Senna denominata “macchina di Marly”, dal nome della località della Senna vicino a cui era installata la macchina.

La ruota idraulica è stato l'antecedente dei cosiddetti motori primi, quelli cioè che trasformano direttamente l'energia disponibile in natura in energia meccanica. Le sue prime applicazioni sono antichissime, e sono state probabilmente legate alla macinazione dei cereali. È probabile che le prime ruote siano state del tipo “da sotto”. Il massimo sviluppo si è avuto nel XVIII secolo, prima dell'avvento del motore a vapore e della realizzazione delle turbine idrauliche, che ne sono la naturale evoluzione. In questo senso, la ruota idraulica ha permesso l'inizio della rivoluzione industriale, alimentatasi poi con motori di maggiore potenza.



*Figura 4 – Noria in Castellón de la Plana, Spain  
Fonte: Pablo Altaba Tena, Università di Castellon*

# 5

## SALTO DI ACQUA

### Descrizione generale:

Dislivello tra la quota a cui è disponibile la massa d'acqua e il livello a cui questa viene restituita dopo il passaggio nella turbina, e la portata, ovvero la quantità d'acqua che attraversa la turbina per unità di tempo.



Figura 5 – Salto d'acqua presso Borgo Calvenzano, Pavia  
Fonte : Silvia La Placa, Università di Pavia

# LUNGO FIUME

## Descrizione generale:

Via che, in un centro abitato, segue la riva di un fiume e ha dunque un lato libero da costruzioni.

La caratteristica principale di un lungo-fiume è l'asimmetria della sezione. La costruzione di tali strade, cioè, è limitata solo lungo il lato opposto al fiume (verso terra), mentre il lato prospiciente il fiume resta aperto. Pertanto di solito mentre verso terra sono presenti carreggiate e marciapiedi simili a quelli di qualsiasi altra strada urbana, verso il fiume il marciapiede, spesso alberato o adornato di giardini, di solito si amplia per formare passeggiate e luoghi di ritrovo.

Il lungo-fiume può assumere un nome locale, unendo al prefisso lungo-il nome proprio del fiume costeggiato (esempio: Lungo-Ticino, Pavia).



Figura 6 – Lungo Fiume Duero, Portogallo  
Fonte : Federico Mezzadra, Università di Pavia

**Descrizione generale:**

L'evoluzione dei mulini li colloca, come le case coloniche, fra le abitazioni e i luoghi di lavoro. Di solito sono edifici a due piani: il piano terra conteneva la sala molitura e un recinto. Sebbene la funzione principale di un mulino fosse quella di macinare, i proprietari erano anche agricoltori e avevano bisogno di un posto dove tenere gli animali da lavoro. Il piano superiore, infatti, era la casa dei mugnai. Le parti esterne di un mulino variano a seconda delle esigenze, dell'ubicazione e della facilità di portare l'acqua allo stesso. Sono costruzioni solide fatte di conci e con pareti molto spesse. La spiegazione è abbastanza semplice: la costruzione doveva resistere alla forza e alla pressione esercitata dall'acqua sulle pareti.

**Parti del mulino:**

- *Lo sbarramento*, noto anche come chiusa, non è altro che un ostacolo nel letto del fiume per deviare la corrente e trasferire l'acqua in un fosso.
- Il fosso era un condotto che trasferiva l'acqua dalla diga allo stagno.
- *La zattera* è una vasca dove veniva immagazzinata l'acqua in modo che il processo di macinazione fosse uniforme.
- *Il secchio a deposito verticale*, generalmente di grande altezza dove l'acqua aumenta di pressione per essere spinta nella ruota. (In alcuni casi i mulini non hanno vasca e il fosso deposita l'acqua direttamente nel secchio.)

**Funzionamento del mulino**

Il percorso del grano e della farina, rappresentato da punti (fig. 11), inizia nella tramoggia (1) da dove passa al canale (2) che porta il chicco all'occhio della mola, dove cade al centro della ruota di scorrimento (3) e della ruota del focolare (4). Una volta macinato, il chicco esce dalla farina (5) e cade nel mulino (6). Il percorso dell'acqua è rappresentato

da frecce nere. L'acqua della bacinella o secchio esce sotto pressione attraverso il canale (9) e colpisce la ruota (8), l'albero (7) e la ruota (3) sono gli unici pezzi che ruotano contemporaneamente nel mulino ( Barberà i Miralles, 2002)



Figura 7/8 – Macchinari per la preparazione della macina  
Fonte: Pablo Altaba Tena, Università di Castellon



Figura 9 – Molino Joaquín, Villahermosa  
Fonte: Pablo Altaba Tena,  
Università di Castellon



Figura 10 – Molí de Xodos  
Fonte: Pablo Altaba Tena,  
Università di Castellon

## Storia e riferimenti bibliografici

Come racconta Gonzalo Morís (1995) sulla rivista Ingeniería del Agua. Vol 2. N. 4 (p. 28-29) "Intorno e sulla base dei mulini furono create una moltitudine di leggende e distici divertenti, i mulini erano luoghi di incontro per persone, vecchi e giovani. In essi si parlava di fatti quotidiani, pettegolezzi e storie, a volte reali e altre volte, frutto della fantasia dei membri del pubblico, si interrogava nei mulini tutto il via vai delle parrocchie vicine. Inoltre, poiché sono generalmente lontani dal resto della popolazione, la fantasia e la malizia delle persone hanno dato loro una fama che è poco meno che peccaminosa e ci sono molte canzoni popolari che alludono a questo ". (Morís Menendez-Valdés, 1995) Esistono due varianti del mulino moderno: il privato e il comune.

La variante particolare, come avanza il nome, era per uso privato. Aveva un proprietario che era quello che lavorava il mulino, al quale portavano il grano e lui lo macinava, facendolo pagare. La sua casa era adiacente al mulino e aveva una forma simile alle case coloniche. Il mestiere del mugnaio prevedeva un lavoro artigianale di molatura delle macine. Rafael Miralles, in visita al suo mulino, ha spiegato la differenza tra mole francesi e catalane:

□ Mola francese: la pietra conteneva selce ed era più dura, aveva scanalature diritte e il prodotto risultava più fine. Era usato per cuocere la farina e per fare il pane.

□ Mola catalana: era la più comune e aveva scanalature curve. Serviva anche gli usi dei francesi, sebbene il prodotto fosse più grossolano. Era usato per macinare il grano destinato al consumo animale.

I mulini comunali, a cui si riferisce la citazione, avevano un proprietario o erano di proprietà comunale, questi venivano pagati nel prodotto che andava macinato a seconda della quantità che veniva lavorata. La stessa persona che trasportava il grano lo macinava, faceva buon uso degli

impianti e li lasciava come si trovavano. Quindi i mulini erano un luogo di incontro, le stagioni di raccolta erano le stesse per tutta la zona, quindi anche le stagioni di molitura.

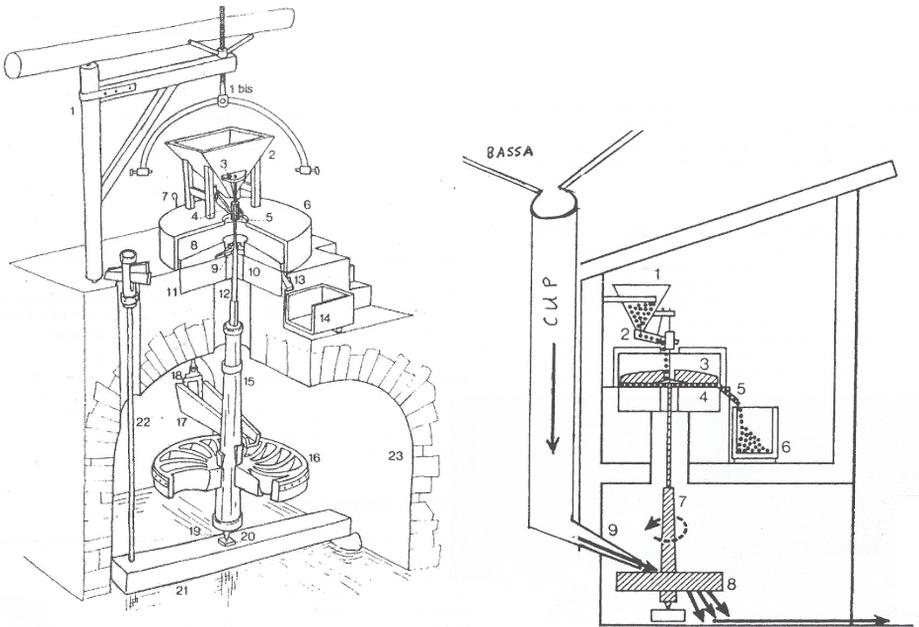


Figura 11/12: Schemi delle parti e funzionamento di un mulino. Estratto dal libro *Catàleg dels molins fariners d'aigua della provincia di Castelló*. Barberà, B.

## **Descrizione generale:**

Barriera costruita per ostruire o deviare il corso di un fiume e raccoglierne le acque in un bacino artificiale. Generalmente le dighe vengono costruite per concentrare il salto d'acqua naturale di un fiume, in modo da sfruttarlo per generare elettricità, alimentare canali e sistemi di irrigazione e di approvvigionamento idrico, oppure per aumentare il livello dell'acqua del fiume per renderlo navigabile o controllarne il livello nei periodi di piena e siccità, o ancora per creare laghi artificiali a scopo ricreativo. Spesso le dighe svolgono contemporaneamente molte di queste funzioni.

## **Tipi di diga:**

A) Dighe murarie:

- a) a gravità;
  - 1) ordinarie;
  - 2) a speroni, a vani interni;
- b) a volta;
  - 1) ad arco;
  - 2) ad arco-gravità;
  - 3) a cupola;
- c) a volte o solette, sostenute da contrafforti.

B) Dighe di materiali sciolti

- a) di terra omogenee;
- b) di terra e/o pietrame, zonate, con nucleo di terra per la tenuta;
- c) di terra permeabile o pietrame, con manto o diaframma di tenuta di materiali artificiali.

C) Sbarramenti di tipo vario

D) Traverse fluviali

Le dighe in base al loro USO si classificano (rif. 1987, USBR, Design of small dams) in:

- A) Dighe per BACINI DI ACCUMULO (storage dams):
- per IRRIGAZIONE
  - per DISTRIBUZIONE di acqua potabile e non,
  - per SALVAGUARDIA AMBIENTALE di fauna e flora endemica,
  - per USO RICREATIVO e sportivo,
  - per GENERARE ENERGIA ELETTRICA

B) Dighe di DEVIAZIONE (diversion dams)

C) Dighe di RITENUTA (retention dams)

Le dighe, per i MATERIALI con cui si costruiscono, si classificano in:

- A) Dighe in TERRA (earthfill dams)  
B) Dighe in PIETRAMME (rockfill dams)  
C) Dighe in CALCESTRUZZO (concrete dams and RCC dams)

### **Funzionamento della diga:**

Le dighe idroelettriche creano vasti serbatoi di energia potenziale idrostatica, spostano grandi quantità di acqua attraverso turbine e fanno funzionare generatori che producono elettricità.

### **Storia e riferimenti bibliografici**

Dighe in TERRA e in PIETRAMME sono le più semplici da costruire e quindi le più antiche. Alcune dighe costruite dai romani sono rimaste in piedi fino ad oggi.

La prima diga in Europa costruita in CALCESTRUZZO fu realizzata in Svizzera nel 1872.

Negli ultimi 20 anni le dighe a gravità, invece, hanno subito un grande sviluppo grazie all'invenzione del CALCESTRUZZO RULLATO COMPATTATO (RCC), tecnologia che permette di abbattere i costi e i tempi di realizzazione di queste dighe.

Questa tecnologia è stata peraltro ideata dagli italiani per la

diga di Alpe Gera negli anni sessanta e ripresa 20 anni dopo negli Stati Uniti ed oggi largamente diffusa.



*Figura 13 – Diga del Molato, Val Tidone  
Fonte: Luca Trabattoni, Università di Pavia*

# ZATTERA DI IRRIGAZIONE

## **Descrizione generale:**

Vasche di dimensioni variabili per la raccolta dell'acqua necessaria per l'irrigazione.

Sono dei veri e propri bacini artificiali, realizzati con diverse tecniche e sempre collocati a ridosso dei campi.

Essi sono dotati di strumenti per la distribuzione dell'acqua dove è necessaria.



*Figura 14 – Zattera di irrigazione  
Immagine libera da diritti*

## Descrizione generale:

Un pozzo è un'opera artificiale per il prelievo di acqua sotterranea. La struttura geologica da cui l'acqua viene attinta è detta acquifero.

Se nel passato i pozzi erano scavati a mano, e quindi dovevano avere un diametro sufficiente per poter permettere ad un uomo di potersi calare, oggi sono realizzati sempre con mezzi meccanici, che permettono di penetrare fino a grandi profondità nel sottosuolo con tubi anche di piccolo diametro. Possiamo pensare, dunque, ad un pozzo come ad un tubo cavo infisso nel terreno, che reca uno o più tratti forati o "finestrati", ossia dotati di aperture tali da permettere all'acqua che satura il terreno circostante di penetrarvi. Tra il terreno ed il rivestimento metallico traforato viene generalmente interposto del materiale granulare con funzione di filtro, tale da permettere il passaggio dell'acqua arrestando contemporaneamente le particelle del terreno circostante, prevenendo così l'intasamento dei piccoli fori. Una volta entrata nel pozzo, l'acqua viene generalmente sollevata da una pompa immersa che la spinge fino in superficie.

Un pozzo, se non correttamente costruito e gestito, può rappresentare anche una fonte di pericolo per l'inquinamento delle acque sotterranee, dato che mette in comunicazione la superficie del suolo con le falde profonde, scavalcando l'azione di filtro del suolo e della zona non satura.

Un pozzo, se non correttamente realizzato, può inoltre costituire un pericoloso punto di comunicazione tra falde separate, fungendo quindi da "punto di diffusione" di inquinanti tra una falda e l'altra.

## Tipi di pozzi:

- pozzi ordinari, nei quali l'acqua non risale mai al di sopra del livello del terreno naturale circostante
- pozzi artesiani o modenese, nei quali l'acqua risale sempre

entro il pozzo e talvolta la sua forza ascensionale è tale da farla zampillare anche sopra il terreno

A seconda del modo in cui un pozzo viene costruito si possono distinguere due grandi categorie: pozzi scavati, muniti di rivestimento in muratura o altro materiale, e pozzi forati, con o senza rivestimento metallico.

### **Storia e riferimenti bibliografici**

I pozzi più antichi di cui si conoscono tracce certe risalgono al Neolitico. Ad Atlit Yam in Israele è stato trovato un pozzo datato 8100-7500 a.C.: è il più antico conosciuto.



*Figura 15 – Pozzo di pietra, Spagna  
Fonte: Pablo Altaba Tena, Università di Castellon*

# 11

## LAVATOIO

### Descrizione generale:

Impianto per la lavatura a mano della biancheria e altri oggetti di stoffa; nelle forme più semplici, di uso domestico, consiste di una vasca, generalmente di cemento, su un bordo della quale è fissato un piano inclinato destinato all'insaponatura degli oggetti da lavare, in modo che l'acqua usata in tale operazione ricada nell'interno della vasca. Generalmente luogo pubblico, coperto talora da apposita tettoia, ormai in disuso.



Figura 16 – Lavatoio, Spagna  
Fonte: Pablo Altaba Tena, Università di Castellon

# 12

## BACINO ARTIFICIALE

### **Descrizione generale:**

Il bacino o invaso è una struttura artificiale, che ha lo scopo di contenere una notevole massa d'acqua.

### **Tipi di bacino artificiale:**

- bacino di carico
- bacino di calma
- bacino di decantazione
- bacino di espansione

### **Funzionamento del bacino artificiale:**

Lo scopo del bacino è quello di raccogliere grandi quantità di acqua per averne a disposizione l'utilizzo sia nell'industria che nell'agricoltura. Vi sono anche casi in cui il bacino viene mantenuto vuoto per raccogliere grandi quantità d'acqua in occasione di eventi eccezionali, come le alluvioni; quest'ultimo tipo di bacino è detto bacino di espansione o bacino di emergenza.



Figura 17 – Bacino del parco XXV Aprile, Rimini  
Fonte: Tiziano Cattaneo, Università di Pavia

# 13

## ARGINE

### Descrizione generale:

L'argine è uno sbarramento atto a proteggere il territorio dai fenomeni alluvionali. L'argine può essere un rialzo naturale o artificiale.

### Tipi di argine:

- argine goleano

- argine maestro

### Funzionamento dell'argine:

Le sue sponde hanno una pendenza compresa tra  $2/3$  e  $1/3$  a seconda delle caratteristiche del materiale utilizzato. L'altezza è definita in base a criteri idraulici: l'altezza della sommità dell'argine è solitamente fissata pari all'altezza dell'acqua, maggiorata di un opportuno margine di sicurezza. L'argine posto sul lungofiume può essere ricoperto con blocchi di cava o cemento per proteggerlo dall'azione erosiva della corrente. Nei sistemi complessi (come il fiume Po) esistono più ordinanze di argine per evitare che un unico percorso di argine provochi l'allagamento di ampie porzioni di territorio.



Figura 18 – Argine di Pavia  
Fonte: Lorenzo Quaglini, Università di Pavia

# 14

## FRANTOIO

### Descrizione generale:

strumento o apparecchiatura per la frantumazione di materiali solidi.

Anche il luogo, cioè il locale, l'edificio, lo stabilimento dove si compie la frantumazione.

### Tipi di frantoio:

- frantoio a mole/molazze/a macelli
- frantoio a cilindri, per la lavorazione delle olive
- frantoio a ganascia/mascelle
- frantoio rotativo/a cono, per materiali duri (pietre)
- frantoio a martelli , per materiali teneri (carbone, gesso, scisti)



Figura 19 – Frantoio ipogeo di Ostuni  
Immagine libera da diritti

# 15

## FABBRICA

### **Descrizione generale:**

Una fabbrica è un insieme di edifici destinati alla produzione industriale. Lo sviluppo tecnologico ha portato alla nascita di strutture sempre più automatizzate la cui massima espressione è la fabbrica automatica. Vi si trasformano generalmente le materie prime o semi-lavorate in prodotti finiti.

Molto spesso le fabbriche sorgono in prossimità di risorse idriche (fiumi, laghi, torrenti..), che partecipano attivamente allo svolgimento delle attività all'interno della fabbrica.



*Figura 20 – Fabbrica sul fiume di Duisburg, Germania  
Immagine libera da diritti*

# 16 CENTRALE IDROELETTRICA

## **Descrizione generale:**

Le centrali idroelettriche convertono l'energia idraulica di un corso d'acqua in energia elettrica.

La potenza di un impianto idraulico dipende dalla prevalenza e dalla portata.

Nel caso di più impianti in serie, l'acqua viene raccolta all'uscita dell'impianto di produzione e rimandata all'impianto successivo ad un nuovo collettore.

L'acqua viene poi utilizzata più volte all'interno dell'impianto per sfruttare al massimo tutto il contenuto energetico.

## **Tipi di centrali idroelettriche:**

- Centrale idroelettrica nel bacino
- Centrale idroelettrica ad acqua fluente
- Impianto di pompaggio idroelettrico
- Centrale idroelettrica con bacino artificiale

## **Funzionamento della centrale idroelettrica:**

Generalmente l'adduzione dell'acqua avviene tramite una diga di un corso d'acqua o altri elementi idraulici per il prelievo dell'acqua.

Il trasporto dell'acqua all'interno dell'impianto avviene tramite canali idraulici in galleria o all'aperto.

Infine l'acqua viene convogliata nelle vasche di carico e, tramite condotte forzate, nelle turbine della centrale idroelettrica.

L'energia elettrica è ricavata dall'acqua proveniente dalla condotta forzata ai piedi di un salto. Il flusso impatta con le pale della turbina che, collegata all'alternatore, permette la generazione di energia.

## **Storia e bibliografia:**

Per millenni l'acqua è stata la principale fonte di energia per gestire gli impianti di macinazione del grano, l'irrigazione dei

campi e la lavorazione del legno.

Alla fine del 1800, le persone iniziarono a utilizzare l'energia idrica per generare elettricità.

La prima grande centrale idroelettrica italiana fu attivata nel 1895 a Paderno. La centrale è stata realizzata sull'Adda dalla società Edison.



*Figura 21 – Centrale idroelettrica Semenza, Calusco d'Adda  
Immagine libera da diritti*

# 17

## PONTE

### **Descrizione generale:**

The bridge is an engineering work in masonry, reinforced concrete, iron, wood, or other materials, that allow the overcoming of natural or artificial obstacles.

### **Tipi di ponte:**

- Ponte reticolare
- Ponte sospeso
- Ponte ad arco
- Ponte mobile

### **Parti del ponte:**

- sovrastruttura (letto stradale, impalcato e travi)
- sottostruttura (capriate o spalle) e fondazioni portanti.

### **Tipologie di ponte:**

- Ponte reticolare:

Una prima tipologia elementare è quella della trave semplicemente appoggiata, che può essere realizzata con qualsiasi materiale, ma con luci diverse a seconda delle caratteristiche del materiale utilizzato (es. ponte in pietra sul Leach, Inghilterra; ponte in ferro sul Tennessee, USA ; viadotto Montesi in cemento armato, presso Genova).

Esistono ponti a travi continue su più appoggi per ottenere maggiore rigidità e alleggerimento delle sezioni e aumentare la luminosità delle singole campate (es. Gardiol Reinforced Concrete Bridge, Svizzera, con luci di 14 m; ponte in ferro sulla Reservoir Fountain, North Carolina , 70 m di luce; Waterloo Reinforced Concrete Bridge, Londra, con 73 m di luce).

- Ponti a sbalzo:

Questa tipologia è costituita da due travi sporgenti unite da un'altra trave sospesa. Il sistema, conferendo la massima rigidità, consente un'ulteriore riduzione delle sezioni (es. Dry

Creek Reinforced Concrete Bridge, Kansas, 1941, 20 m di luce).

Il cemento armato precompresso ha consentito anche l'utilizzo di elementi prefabbricati per superare luci dell'ordine di 100 m. La trave, accompagnata da altri elementi strutturali (es. tiranti), permette di raggiungere luci anche maggiori (es. ponte Maracaibo, Venezuela, 1962, con luce 235 m).

- Ponte ad arco:

Questa tipologia strutturale può avere diversi schemi statici e soluzioni architettoniche.

C'è un arco a cuneo, come il ponte Freyssinet a Saint Pierre de Vauvray, 1928, con una luce di 131 m; l'arco a due cerniere, come il viadotto Garabit, Eiffel, 1884, con una luce di 166 m); l'arco a tre cerniere come il ponte metallico a La Roche-Bernard sulla Vilaine, 1912, con una luce di 200 m, o il ponte in cemento armato a Maillart, sull'Aare, con una luce di 132 m).

L'avvento del ferro e del cemento armato ha dato all'arco nuove proporzioni, esaltandone le capacità espressive.

Uno schema statico intermedio tra arco e trave è stato realizzato nei ponti denominati "tipo risorgimentale" (dal primo realizzato a Roma, nel 1911, da Hennebique) in cemento armato con sezione a diaframma cavo.

- Ponte sospeso:

La tipologia strutturale dei ponti sospesi consente loro di raggiungere le maggiori luci, grazie ai tiranti.

Le funi d'acciaio hanno permesso la realizzazione di opere sempre più ardite, dal Ponte di Brooklyn (New York, 1883), al G. Washington Bridge (New York, 1931), al Golden Gate (San Francisco, 1937).

- Ponte mobile:

In alcune situazioni si rendono necessarie particolari accorgimenti tecnici, ad esempio quando la quota libera al di sotto del piano stradale di un ponte (su canale navigabile) non consente una agevole navigazione sul corso d'acqua sottostante, si utilizzano ponti mobili (es. ponti, ponti scorrevoli, ponti sollevabili).

- Ponti temporanei: barche, chiatte e strutture autoportanti (gru a ponte) o elementi smontabili vengono collegati e utilizzati in caso di emergenza.

### **Storia e bibliografia:**

la necessità di un lavoro che consenta il superamento stabile e continuo degli ostacoli naturali è stata affrontata fin dalla preistoria. Tra le prime espressioni architettoniche dell'uomo ci sono il ponte sospeso (in liane) e quello pendente (in tronchi di legno). Queste strutture sono sempre fortemente legate alle caratteristiche delle diverse civiltà, divenendo opere tecniche sperimentali e, al tempo stesso, opere d'arte.

Tra i ponti più noti del primo millennio a. C. c'è quello sull'Eufrate, presso Babilonia, citato da Erodoto e Diodoro, e il Ponte Sublicio, a Roma nel 621 a.C. Gli Etruschi furono i primi a costruire ponti in muratura, e da loro i Romani ne ricavarono la tecnica, divenendo i più grandi costruttori dell'antichità.

Nel sec. XII, le confraternite dei Fratres Pontifices iniziarono un periodo di riscoperta e restauro che portò alla costruzione di nuovi ponti ispirati alle tipologie romane.

From about 1700, the technological development of bridges tseguire un andamento sempre più veloce, legato anche alla comparsa di nuovi materiali da costruzione (es. ferro, acciaio, cemento armato e cemento armato precompresso).

L'evoluzione della tecnologia costruttiva dei ponti ha consentito nuove opere in zone fortemente sismiche o in condizioni ambientali sfavorevoli, come in Giappone, o addirittura il superamento di ampi tratti di mare con sistemi ibridi (ponte sottomarino-tunnel).



*Figura 22 – Ponte di Castelvecchio, Verona  
Fonte: Margherita Capotorto, Università di Pavia*

# 18

## ACQUEDOTTO

### **Descrizione generale:**

Dal latino “aquae” e “ductus”, condotto idrico, l'acquedotto è l'insieme delle opere che servono a condurre l'acqua da un luogo di prelievo (sorgente o bacino) a uno di utilizzo.

Generalmente un acquedotto è costituito da un'opera di presa, da una condotta con fabbricati utili alla manutenzione lungo il percorso e da opere di captazione, depurazione e distribuzione nel luogo di arrivo.

Costruttivamente l'acquedotto può essere realizzato con canali artificiali, tubazioni o soluzioni miste. Nel caso di canalette l'operazione può essere solo a pelo libero, nel caso di tubazioni anche in pressione.

### **Parti dell'acquedotto:**

Il sistema acquedottistico è costituito da tutte le tubazioni, gli impianti, i manufatti, le attrezzature e gli strumenti per la raccolta, il trattamento e la distribuzione dell'acqua dai punti di captazione alle utenze finali.

### **Funzionamento dell'acquedotto:**

Le opere di adduzione dell'acqua sono diverse a seconda del tipo di risorsa da cui viene attinta (es. pozzi e trincee, cunicoli di travaso, stazioni di pompaggio, ecc.). Le opere di adduzione (oleodotti) possono essere a pelo libero o in pressione.

I condotti in superficie funzionano per gravità: l'acqua riempie solo parzialmente il condotto e si sposta, per dislivello, tra lo sbocco e il punto di arrivo. Nel caso di condotte in pressione, invece, l'energia per la movimentazione dell'acqua è fornita da pompe poste in stazioni di spinta. In generale l'acquedotto segue un tracciato viario per ridurre lo sfruttamento di ponti e gallerie.

Alla fine della condotta c'è un serbatoio in cui viene imma-

gazzinata l'acqua.

La linea di accostamento parte dal serbatoio e si collega ad un tubo ad anello dal quale si dipartono le linee di distribuzione che a loro volta si collegano alle tubazioni di collegamento dell'utenza.

### **Storia e bibliografia:**

I più antichi resti conosciuti di un acquedotto si trovano in Mesopotamia (prima metà del IV millennio aC). I regni orientali hanno utilizzato sistemi di raccolta e trasporto dell'acqua fin dall'VIII secolo aC. Questi sistemi sono paragonabili a quelli di bonifica e raccolta degli Etruschi prima dell'espansione di Roma.

I Greci utilizzavano sistemi di captazione e adduzione dell'acqua con cunicoli ricavati in rilievi o canali superficiali con opere murarie accessorie, con tubazioni (in argilla o pietra), oppure canali d'acqua scavati nella roccia, con o senza intonaco, protetti da lastre di pietra.

Il Trattato di Frontino (97 dC) fornisce conoscenze più approfondite sulla costruzione e gestione degli acquedotti.

Osservazioni empiriche hanno guidato la scelta delle fonti. I romani prelevavano l'acqua in diversi modi (con cunicoli sotterranei, con prese collegate a una vasca di sedimentazione, da bacini artificiali con chiuse). L'adduzione avveniva per gravità, attraverso una leggera pendenza del condotto.

Gli acquedotti che servivano Roma al tempo di Frontino erano molti, alcune delle loro strutture sono ancora visibili.

Acquedotti e altre opere idrauliche sorsero dagli Arabi nelle terre sotto il loro dominio.

Dall'Ottocento in poi i materiali metallici aumentarono e si cominciò a privilegiare il sistema a pressione.



*Figura 23 – Acquedotto romano, Elvas (Portogallo)  
Fonte: Carlo Berizzi, Università di Pavia*

**Descrizione generale:**

Il terreno a risicoltura, permanentemente sommerso da uno strato d'acqua, è in leggero declivio, delimitato e attraversato da terrapieni trasversali e longitudinali.

I campi di riso sono tipici di molti paesi dell'Asia orientale, tra cui Cina, Corea, Filippine, Giappone, India, Bangladesh, Indonesia, Taiwan, Thailandia (dove il re stesso apre la stagione del riso) e Vietnam.

La coltivazione del riso in Italia è concentrata principalmente nella bassa Pianura Padana e nella stretta fascia fino alle prealpi tra Lombardia e Piemonte. In particolare le risaie sono nelle zone della Lomellina, nella bassa provincia di Milano, nel Novarese, e nel Vercellese in Piemonte.

Dal punto di vista naturalistico l'area delle risaie era molto importante perché ospitava gran parte della popolazione di aironi europei, concentrata in zone di nidificazione chiamate garzaie. Negli ultimi anni, a seguito della modifica della tecnica di gestione del ciclo dell'acqua e della diffusione delle "risaie asciutte", il valore naturalistico delle risaie è notevolmente diminuito a causa degli squilibri ecologici, tra cui l'enorme proliferazione delle zanzare.



Figura 24 – Risaia, Pavia

Fonte: Lorenzo Quaglini, Università di Pavia

# 20

## APPRODO

### **Descrizione generale:**

Uno spazio attrezzato con corde e rampe dove una barca può fermarsi per attraccare a terra. Esistono diverse tipologie di approdi: alcuni sono ricavati dalle curve naturali di un fiume o di un canale, mentre altri sono dotati di passerelle e sistemi che li rendono simili a piccoli porti.



*Figura 25 – Approdo, Borgarello (PV)  
Fonte : Silvia La Placa, Università di Pavia*

# 21

## PRESA D'ACQUA

### Descrizione generale:

Le prese d'acqua per l'irrigazione sono piccoli impianti ingegneristici posti su canali, spesso in prossimità di nodi o scambi idrici.

Le prese sono costituite solitamente da due lati, in cemento o mattoni paralleli ai bordi del canale dell'acqua e da altri due lati in legno o ferro ortogonali al canale dell'acqua. Questi ultimi sono mobili e vengono sollevati e abbassati per controllare il flusso d'acqua tra i diversi serbatoi.



Figura 26 – Presa d'acqua, Pavia – Fonte : Silvia La Placa, Università di Pavia

## Descrizione generale:

Il termine ripa indica la sponda di laghi o fiumi.

La ripa è un argine naturale e quindi un elemento significativo per il paesaggio idrico e idraulico, in quanto habitat di specie di uccelli e anfibi che vi nidificano.



Figura 27 – Ripa Naviglio, Pavia – Fonte : Silvia La Placa, Università di Pavia

## ALZAIA

### Descrizione generale:

L'alzaia è la strada che corre lungo l'argine di un fiume o di un canale.

Il traino delle barche per esempio viene effettuato con mezzi meccanici dall'alzaia.

Un tempo il traino avveniva con le braccia o con animali trainati, e per questo con il termine alzaia si indica anche la fune di traino.



Figura 28 – Via Alzaia, Pavia – Fonte : Silvia La Placa, Università di Pavia

# 24

## EDIFICIO DI SERVIZIO

### **Descrizione generale:**

Gli edifici di servizio sono cabine di comando o alloggi per attrezzi per la gestione dei canali idrici.

Un esempio sono le cabine di comando sul Naviglio Pavese. Queste "casette" contengono al loro interno leve e pulsanti utilizzati per comandare meccanicamente i movimenti della chiusa, per verificare che le vasche siano state riempite o svuotate d'acqua a seconda delle necessità.



Figura 29 – Edificio di servizio sul Naviglio, Borgarello (PV)

Fonte : Silvia La Placa, Università di Pavia

# 25

## VASCA

### **Descrizione generale:**

Le vasche di irrigazione sono costruzioni, generalmente in calcestruzzo, utilizzate per gestire l'acqua di irrigazione dei campi coltivati.

Queste cisterne sono collegate ai canali di irrigazione tramite piccoli sistemi di serrature mobili.

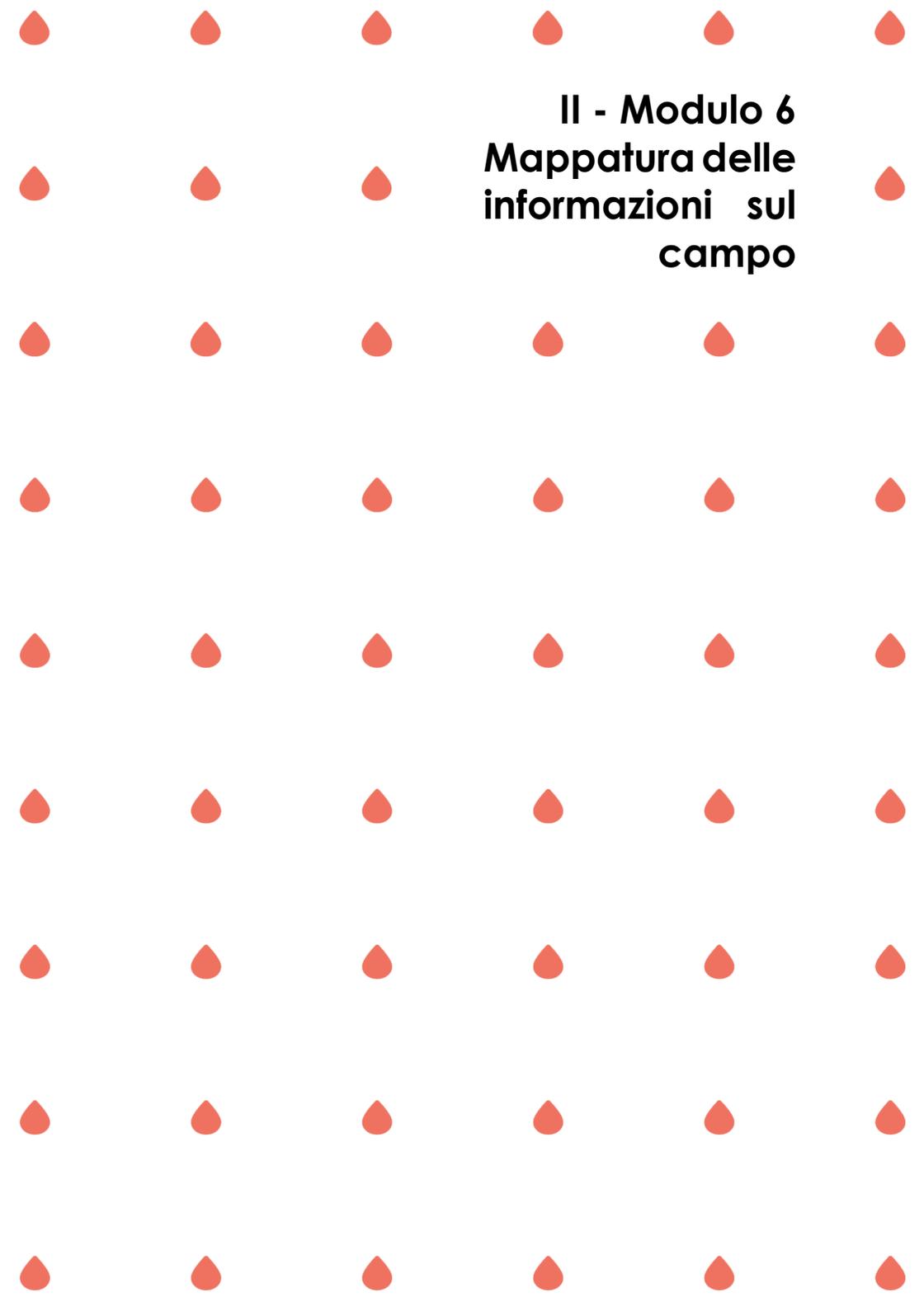
Le vasche raccolgono l'acqua in eccesso da un canale e la ridistribuiscono ad altri minori, per consentire l'irrigazione anche nei periodi in cui i canali minori sono più aridi.



*Figura 30 – Vasca di contenimento per agricoltura – Immagine libera da diritti*





A decorative background consisting of a grid of red teardrop-shaped icons. The icons are arranged in 10 rows and 6 columns, with a small gap in the bottom-left corner.

## **II - Modulo 6**

### **Mappatura delle informazioni sul campo**

## **II - 6.1 Applicazioni opensource per lavorare con i dati territoriali:**

Negli ultimi decenni, sono emerse iniziative di ogni tipo nell'ambito dei software gratuiti e open-source (FOSS). Questo boom è in parte dovuto al movimento che difende i paradigmi della Free Software Foundation, sostenendo le quattro libertà proposte da Stallman (1989) che il software libero deve rispettare (utilizzare, studiare, distribuire e migliorare). Il maggior esponente di questa filosofia è il sistema operativo GNU/Linux. Dobbiamo ricordare che all'inizio, il software commerciale era onnipresente nel settore geospaziale. È quindi notevole come i contributi della comunità scientifica sotto forma di programmi di ogni genere, algoritmi e librerie rilasciati sotto una delle licenze opensource abbiano portato ad un'alternativa aperta, libera e sostenibile nel mondo dei GIS. Ne è prova la realizzazione della Open-Source Geospatial Foundation (OSGeo)<sup>14</sup>. La fondazione è stata creata per fornire supporto finanziario, organizzativo e legale alla comunità geospaziale open-source. La missione di questa organizzazione no-profit è quella di promuovere l'adozione globale della tecnologia geospaziale in modo partecipativo e guidato dalla società dell'informazione. Non sarebbe possibile elencare in questa sede tutti i progetti liberi e opensource, per cui ci limiteremo a nominare quelli che hanno avuto il maggiore impatto, classificandoli nelle seguenti categorie:

### ***Librerie geospaziali:***

Le librerie sono algoritmi che vengono utilizzati da qualsiasi programma per sviluppare dai compiti più semplici a quelli più complicati. Sono integrate sia nei programmi GIS gratuiti che in quelli commerciali. Alcune delle librerie GIS gratuite più diffuse sono:

- PROJ: un'interfaccia di programmazione dell'applicazione (API) per la conversione delle coordinate e la riproduzione nelle numerose proiezioni cartografiche esistenti. Permette di

trasformare coordinate tra diversi datum. È una libreria matura e stabile, utilizzata in molti programmi gratuiti e commerciali.

- Geotools: una libreria programmata in Java per la gestione dei dati geospaziali, supportando tutte le specifiche dell'Open Geospatial Consortium (OGC). Può eseguire il rendering di una vasta gamma di formati spaziali.

- GDAL/OGR: la Libreria di Astrazione dei Dati Geospaziali (GDAL) è una libreria software per la lettura e la scrittura di dati in formato geospaziale. Presenta un unico modello di dati astratto che consente di comunicare con tutti i formati supportati (163 raster e 69 vettoriali). È inoltre dotato di una serie di utility a riga di comando per la traduzione e l'elaborazione dei dati geospaziali.

- GEOS: una libreria programmata in C++, uno dei linguaggi più efficienti, ed ampiamente utilizzata in numerosi progetti gratuiti e commerciali per il geoprocessing geometrico. Era originariamente una libreria Java.

Topology Suite (JTS), creata da Vivid Solutions per il suo programma JUMP. Include funzioni OpenGIS semplici per SQL (SFA). Definisce funzioni di predicato spaziale (Figura 2) per SQL (Standard Query Language) e gli operatori spaziali (Figura 1), oltre a funzioni topologiche specifiche potenziate da JTS. In breve, GEOS ci permette di conoscere il risultato, in valori booleani (vero o falso), delle operazioni con due operatori spaziali e l'applicazione di un operatore (si incrociano, si intersecano, ecc.). Inoltre, permette di ottenere il risultato dell'applicazione dell'operazione di sovrapposizione a due insiemi geometrici (unione, intersezione, ecc.).

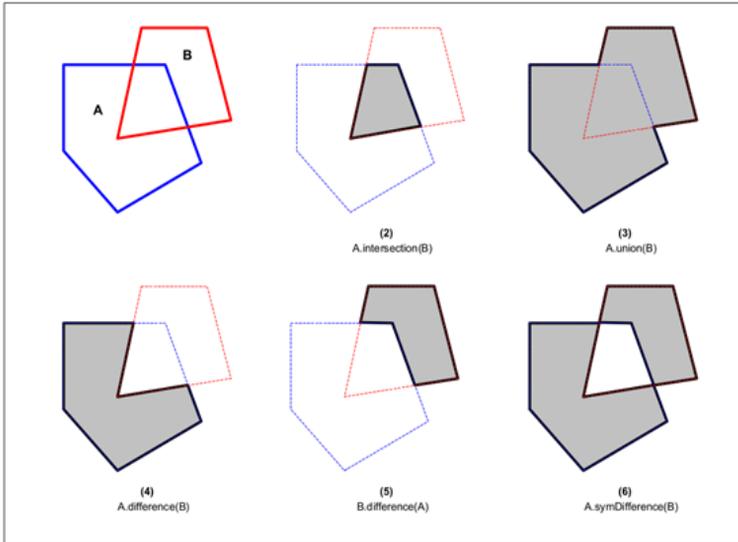


Figura 1 - Metodo di analisi spaziale - Fonte: Internet1

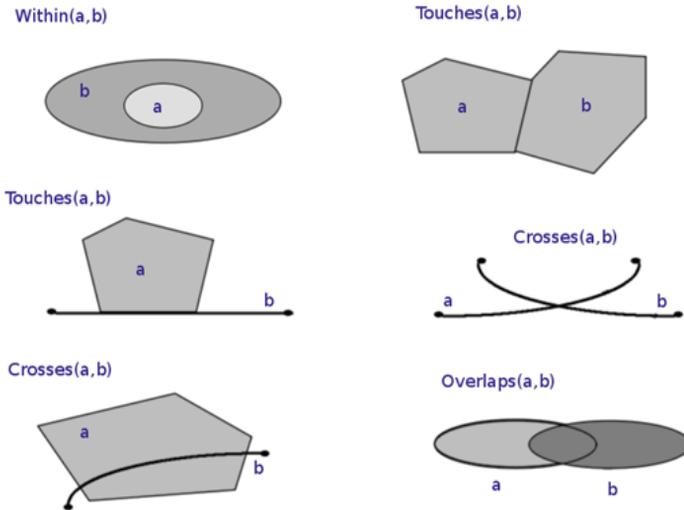


Figura 2 - Predicati spaziali- Fonte: internet16

- **Sextante17**: un insieme di 240 algoritmi originariamente implementato nel software SAGA GIS (Olaya, 2009). Sextante è un progetto personale del suo creatore, Victor Olaya, indubbiamente tra le menti più visionarie del panorama GIS. Il suo contributo ai GIS è stato cruciale nel fornire ai programmi GIS emergenti un insieme di caratteristiche notevoli che rendono attrattivo il loro utilizzo in un ambiente professionale. Queste librerie sono state trasferite in altri linguaggi, permettendone l'uso in altri programmi (QGIS, OpenJUMP e Gvv).

### **Applicazioni desktop:**

I programmi GIS desktop sono i più utilizzati. Questi strumenti richiedono un certo livello di specializzazione. Tra i più diffusi sono i seguenti:

- **GRASS18**: se seguiamo la cronologia, nel 1982, il Laboratorio di Ricerca in Ingegneria Edilizia del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti (U.S./CERL) ha iniziato a esplorare l'uso dei GIS per la ricerca ambientale, il monitoraggio e la gestione dei terreni militari (Neteler, M. & Mitasova, 2008). Dal momento che nessun altro pacchetto software disponibile all'epoca soddisfaceva tutte i requisiti, ne progettaron e svilupparono uno proprio. Il software GRASS si è sviluppato gradualmente ed è stato introdotto in diverse università. Tuttavia, solo nell'ottobre 1999 la versione 5 di GRASS è stata rilasciata sotto la GNU General Public License (GPL). I programmi GIS del secolo precedente, in linea con i progressi informatici dell'epoca, venivano utilizzati su terminale; venivano scritti comandi lunghi e difficili da ricordare, aggiunti a interfacce grafiche poco intuitive. GRASS è stato descritto come un software molto potente e sicuro, ma con un'attitudine alle interfacce non intuitive. Difficilmente può essere comparato ad ambienti graphic friendly di altri programmi, nonostante questi ultimi offrano meno funzionalità. L'uso di GRASS è diventato quindi sempre più residuale. Secondo Neteler e Mitasova (2008), per rendere

più efficiente lo sviluppo di strumenti di altri programmi GIS, GRASS fornisce una serie di librerie organizzate sotto forma di interfacce di programmazione delle applicazioni (API) documentate, utilizzate principalmente da QGIS.

- Sistema per le Analisi Geoscientifiche Automatizzate (SAGA GIS)<sup>19</sup>: un software molto efficiente per l'implementazione facile ed efficace di algoritmi spaziali. Programmato in linguaggio C++ , i suoi algoritmi vengono eseguiti con velocità, rendendolo molto popolare in ambito scientifico. Il punto debole, come nel GRASS GIS, è un'interfaccia poco intuitiva per i principianti.

- OpenJUMP<sup>20</sup>: questo programma è molto semplice da utilizzare e il suo più grande pregio è l'estensione delle sue funzionalità tramite plugin esterni. Deriva originariamente da altri software JUMP, sviluppato da Vivid Solutions. JUMP è stato progettato principalmente per algoritmi di geoprocessing spaziale della libreria JTS di cui sopra.

- gvSIG<sup>21</sup>: un'altra applicazione GIS programmata in JAVA, con un'interfaccia che originariamente imitava il modus operandi di ArcView GIS, un programma di proprietà della società ESRI molto popolare nel primo decennio di questo secolo. GvSIG è emerso nel 2004 e va riconosciuto come il primo programma di GIS desktop ad ampio spettro, funzionale e intuitivo. L'incorporazione di estensioni avanzate (Anguix et al, 2008) come topologia, reti, 3D, telerilevamento, pubblicazione OGC, ecc, lo ha reso molto popolare, tanto da diventare uno dei programmi più utilizzati, soprattutto nei paesi di lingua spagnola. In seguito, l'incorporazione degli algoritmi di Sextante ha arricchito questo programma con nuove capacità di analisi raster e vettoriali. Tuttavia, i problemi di incompatibilità con le estensioni tra le versioni, la loro politica di finanziamento (il supporto iniziale fornito dalle amministrazioni pubbliche è stato ritirato ai segni della crisi economica) hanno indotto gli utenti a migrare verso altre soluzioni gratuite più promettenti. Dal 2010 è stato mantenuto dall'Associazione gvSIG. Degno di nota è il fatto che dal

codice originale sono stati creati diversi fork (rami del progetto originale).

- Cloud Compare<sup>22</sup>: questo software è specializzato nell'elaborazione di dati LIDAR e di altre fonti fotogrammetriche (scanner 3D). È una multiplatforma in grado di spostare un'enorme quantità di dati in modo rapido ed efficiente.
- QGIS Desktop<sup>23</sup>: è il programma selezionato per la fase di inserimento dei dati, per cui ne parliamo in un'altra sezione.

### **Mappatura web:**

Con l'avvento della cartografia web, è diventato possibile condividere, visualizzare e modificare le informazioni geografiche utilizzando i browser web (Dorman, 2020). Senza dubbio, la cartografia web o il webGIS sono tra i settori su cui i progetti opensource si sono concentrati di più. Attualmente esistono software altamente professionali e maturi in ognuna delle diverse tecnologie disponibili:

- Tecnologie server: Mitchell (2005) descrive un web map server come il motore che sta dietro alle mappe che si vedono su una pagina web. Il suo obiettivo è quello di fornire servizi che vengono consumati da altri programmi GIS o browser web. Di solito sono collegati a database spaziali a cui vengono assegnati stili di simboli per creare mappe in formato immagine generate su richiesta, utilizzando una sintassi determinata nel loro indirizzo web.

• UMN Mapserver<sup>24</sup>: Mapserver è il più antico programma webGIS e ha una vasta comunità di utenti. È stato sviluppato nel 1999 da Steve Lime dell'Università del Minnesota. Si tratta di un'applicazione Gateway Interface (CGI) che lavora a fianco di un server web, di solito Apache. Originariamente era stato progettato per generare immagini di mappe da shapefile, ma nel corso del suo lungo sviluppo, si è evoluto per includere una moltitudine di formati GIS incorporando la libreria GDAL, il supporto per gli standard OGC per la generazione di servizi cartografici (WMS, WFS, ecc.) e la simbolizzazione avanzata. Mapserver è interamente incentrato sulla funzione "file di

mappa”, che è un file di testo in cui vengono inseriti i dati, la proiezione, i font per le etichette, la simbologia, l’output grafico e tutto ciò che riguarda la pubblicazione.

- GeoServer25: un altro server di dati spaziali sviluppato in Java. Fin dall’inizio ha cercato di implementare quasi tutti gli standard di pubblicazione OGC (WMS, WFS, WCS, WPS, WMTS, ecc.). Ha un’interfaccia grafica particolarmente intuitiva che permette di creare servizi cartografici seguendo alcune semplici procedure guidate.

- TileServer GL26: è il server più recente e si basa su un approccio completamente nuovo. Utilizza il nuovo standard Internet WebGL (la libreria per disegnare e muovere la grafica 3D) abilitato in alcuni browser per generare tessere vettoriali da informazioni geografiche. Google Maps si è affidato a tessere vettoriali per il suo browser di mappe. Occupano pochissimo spazio, il che è quello che si cerca in un browser. I riquadri non offrono solo geometria, ma anche attributi di stile e alfanumerici. Il server è responsabile della conversione della tessera in un oggetto geoJSON (dati di scambio spaziale

```
{
  "type": "FeatureCollection",
  "features": [
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "marker-color": "#ff0000",
        "marker-size": "medium",
        "marker-symbol": "circle",
        "name": "University of Alicante",
        "population": 4500
      },
      "geometry": {
        "type": "Point",
        "coordinates": [
          -0.5140829086303711,
          38.38538363766151
        ]
      }
    }
  ]
}
```



Figura 3: Un marker in formato GeoJSON con attributi e stile.  
Elaborazione degli autori.

basati sulla notazione JSON) che può essere interpretato dal client in un browser.

- Web mapping con mappe Javascript Interfacce di Programmazione di Applicazioni (API): siamo molto abituati a visualizzare le mappe sul web ed eseguire azioni come il cambio di scala (zoom), lo scorrimento (pan), l'ottenimento di informazioni su un determinato elemento (info), la visualizzazione dei livelli disponibili, ecc. elemento (info), visualizzare i livelli disponibili, ecc. Nell'evoluzione del web, gli standard W3C come HTML5, JavaScript e WebGL hanno giocato un ruolo fondamentale (Zunino et al, 2020), promuovendo librerie di mappe per facilitare queste interazioni. Tutti questi compiti sono gestiti dal client, che interpreta il codice del linguaggio Javascript che generalmente fa richieste a dati esterni, utilizzando JavaScript asincrono e XML (AJAX) attraverso il browser del PC, ma anche su dispositivi mobili utilizzando la tecnologia webapp ibrida. Le seguenti API sono degne di nota:

- OpenLayers27: questa libreria è stata progettata per la gestione del territorio. È molto completa e copre tutti i processi necessari per la pubblicazione di informazioni geografiche. È stata a lungo l'API di riferimento per la pubblicazione di webGIS. L'approccio è puramente geografico.
- LeafletJS28: anche se più moderno, questo progetto non ha ereditato tutte le caratteristiche di OpenLayers. È di dimensioni molto ridotte e si carica rapidamente su un browser. Tra le caratteristiche degne di nota vi è la velocità con cui gestisce le geometrie e la chiarezza dell'architettura dell'API, che lo rende adatto ai programmatori che non hanno molta familiarità con i GIS.
- Mapbox GL JS: questa libreria consente di interagire con le vettoriali di cui sopra. Permette di navigare in un ambiente 3D, con la possibilità di scalare all'infinito, estrarre gli oggetti e visualizzarli da qualsiasi telecamera, nonché di applicare effetti di luce e ombra. È possibile l'accesso locale a caratteri

alfanumerici in tempo reale, per cui è molto interessante generare mappature tematiche in modo interattivo. Questa libreria offre una prospettiva completamente nuova e, tra le tre, offre le migliori prestazioni (Zunino et al., 2020). È sviluppata dalla società Mapbox, che ha concesso in licenza la sua ultima versione (v2) con una licenza non aperta. Tuttavia, è stato rapidamente creato un fork dell'ultima versione aperta, che ora si chiama "MapLibre GL" <sup>29</sup>.



Figura 4: Confronto tra le API Javascript Maps.  
Elaborazione degli autori.

### **GIS Cloud:**

il GIS Cloud è arrivato a soddisfare le aziende e gli utenti che desiderano evitare di dover mantenere tutti i componenti necessari per la pubblicazione webGIS, sia dal punto di vista del server (web server, map server, database) sia dal punto di vista del cliente. Fornisce strumenti web che consentono all'utente di scalare facilmente i propri dati e di progettare la simbologia degli elementi geografici. Questi includono:

- GeoNode30: un sistema di gestione dei contenuti (CMS) per pubblicare informazioni geospaziali sul web sotto l'egida degli standard OGC. GeoNode non è, tecnicamente parlando, un software, ma una serie di strumenti gratuiti, molti dei quali sono già stati menzionati.

Tra i componenti degni di nota ci sono: PostgreSQL/PostGIS per archiviare le informazioni geospaziali; Geoserver, per pubblicare sotto forma di servizi OGC; e Leaflet, una libreria da usare come client nel browser.

- QGIS Cloud31: è un componente aggiuntivo per il GIS desktop QGIS che permette di generare servizi OGC e archiviare i dati

in un cloud PostGIS. La caratteristica interessante è che la simbologia può essere di QGIS, il che facilita le azioni.

- **Carto32:** Precedentemente noto come CartoDB, Carto è una piattaforma di Software as a Service (SaaS), una piattaforma di cloud computing che fornisce strumenti GIS e strumenti web mapping da visualizzare in un browser web. L'azienda è orientata verso una piattaforma di Location Intelligence perché offre strumenti in grado di analizzare e visualizzare i dati senza richiedere alcuna esperienza di sviluppo GIS. Utilizza inoltre PostgreSQL/PostGIS e Node.js. Esistono due prodotti per due diversi profili: Carto Builder per gli utenti non specializzati e Carto Engine per gli sviluppatori.

### ***I database spaziali:***

Nell'ambito dei database, stiamo assistendo a una terza generazione di sistemi di gestione in cui i dati spaziali rappresentano solo un altro tipo di dati, come il testo o il numero (Rios, Lorentzos, Brisaboa, 2005). Nei GIS, la tendenza attuale è quella di un crescente uso di database spaziali a scapito dei file tradizionali (ad esempio gli shapefile). Tutti condividono il linguaggio SQL. I principali database gratuiti sono:

- **PostGIS33:** un componente aggiuntivo che consente di memorizzare la geometria vettoriale, e, nelle ultime versioni, dati raster in un database relazionale PostgreSQL con un'architettura clientserver. Oltre a memorizzare le informazioni, PostGIS aggiunge una moltitudine di funzioni di geoprocessing dei dati spaziali, come qualsiasi GIS, ma utilizzando il linguaggio SQL dei database. Il che ha portato a diffonderne l'uso tra gli utenti + di database che hanno bisogno di operare sulle geometrie. Le sue prestazioni e possibilità di personalizzazione lo hanno reso il gestore di database relazionali per iniziative di ricerca e commerciali sotto forma di servizi (SaaS).

- **SpatialLite34:** come PostGIS, SpatialLite è un'estensione per fornire funzionalità spaziali (vettoriali) a un database

SQLite. Il database risiede in un singolo file, consentendone la portabilità, ma ovviamente perde tutta la potenza e la capacità di un database scalabile come PostgreSQL. Questa capacità consente di includerlo in molte applicazioni mobili che necessitano di utilizzare un database incorporato.

- Geopackage (GPKG)3535: anche questo database è derivato da SQLite, ma con l'aggiunta di una caratteristica che permette di memorizzare dati raster. Il formato è supportato dall'OGC e oggi è diventato il nuovo standard di fatto nei free GIS desktop per creare nuovi livelli.

## **II - 6.2 QGIS: il GIS open-source:**

QGIS, originariamente chiamato Quantum GIS, è stato creato da Gary Sherman nel 2002 per fornire un GIS desktop per Linux (Hugentobler, 2008). È programmato in C++ (linguaggio di alto livello e prestazioni), che utilizza la libreria Qt (la stessa di Google Earth Pro) per distribuire l'interfaccia grafica (Khan e Mohiuddin, 2018). La sua prima versione offriva solo un visualizzatore per tabelle e shapefile PostGIS, con funzionalità molto limitate. Oggi QGIS è un ecosistema di prodotti per vari usi: QGIS Desktop come GIS desktop e il più utilizzato, QGIS Server come servizio di mappe web; QGIS Client per visualizzare le cartografie in un browser; e QField (Figura 15) per l'acquisizione di dati su dispositivi mobili. QGIS è quindi un GIS desktop gratuito al 100%, che, come i suoi omonimi, permette di aggiungere informazioni geografiche da molti fornitori e formati, sia locali che online, ed è strettamente legato ad essi perché sfrutta servizi OGC interoperabili. Uno dei punti di forza del programma è la sua capacità di applicare una simbologia di qualità, insieme a un eccellente editor per la stampa o la pubblicazione di mappe (Graser e Peterson, 2016).

Multipiattaforma: Strategicamente, quasi tutti i programmi GIS erano (e sono) quasi esclusivamente incentrati sull'uso di Windows. Tuttavia, dal momento che QGIS utilizza librerie standard disponibili su altri sistemi operativi, ha permesso la

portabilità di QGIS su Windows, Apple iOS, oltre a Linux e persino Android, che gli conferisce un ulteriore vantaggio perché può così aumentare il numero di utenti di GIS su piattaforme in cui non esisteva un mercato di nicchia.

Come commentato in precedenza, nel primo decennio di questo secolo, si sono diffusi GIS desktop basati su Java (gvSIG, KOSMO, uDIG). Nonostante la loro indiscutibile funzionalità, l'installazione di questi programmi, che dipendono da un compilatore Java (JRE) e da librerie aggiuntive per la gestione delle immagini, rappresenta una difficoltà aggiuntiva per alcuni utenti meno esperti e ci lascia impreparati nel caso di alcuni errori difficili da risolvere. In questo senso, QGIS è molto più facile da usare e intuitivo, anche se non del tutto privo di difficoltà, come di solito accade di solito con i programmi GIS. QGIS viene solitamente confrontato con altre soluzioni aziendali<sup>36</sup>. Tuttavia, a nostro avviso questa concorrenza, lungi dall'essere un ostacolo, è un grande vantaggio per l'industria e soprattutto per l'utente finale. Inoltre, rappresenta una sfida per i programmatori, che aggiungono funzionalità a ogni nuova versione, migliorano quelle esistenti e facilitano le attività con interfacce ricche e facili da usare. La concezione di QGIS come progetto puramente opensource con licenza GPL, da un lato, ha permesso di costruire una massa di utenti, spesso attratti dal fatto che il software è completamente gratuito; dall'altro, ha guadagnato il supporto della comunità degli sviluppatori, che sono interessati all'inclusione dei loro sviluppi nel nucleo di QGIS. La filosofia stessa del software opensource permette agli sviluppatori di condividere il loro codice con altri per estendere o migliorare le loro funzionalità. In questo modo, alcune istituzioni hanno preferito sviluppare componenti aggiuntivi in QGIS per incorporare le proprie attività in un ambiente GIS, sfruttando al tempo stesso l'opportunità di mostrare le loro innovazioni tecnologiche. L'innegabile successo di questa politica è dimostrato dal fatto che nuove versioni del prodotto vengono rilasciate ogni sei mesi circa. In

effetti, vengono rilasciati fino a tre prodotti correlati: una Long Time Release (LTR) che si concentra sulla stabilità del sistema; una versione avanzata che include nuove funzionalità; e una versione sperimentale per coloro che desiderano testare nuove esperienze al costo di una maggiore instabilità. In questo senso, i punti salienti di QGIS sono i seguenti:

### **Personalizzazione e programmazione (componenti aggiuntivi):**

QGIS ha sempre avuto l'intenzione di estendere le sue funzionalità con il contributo di programmatori esterni. Infatti, l'ampia accettazione di questo software è stata in gran parte dovuta alla qualità e alla quantità di nuove funzionalità incorporate in ogni nuova versione. Per facilitare questo lavoro, QGIS dispone di una libreria chiamata PyQGIS (Sherman, 2014), che è in grado di richiamare tutti gli oggetti, i metodi e le proprietà di QGIS (progetto, vista, livelli, tabelle, composizioni, ecc.) Essendo programmato nel linguaggio interpretato Python, e non avendo restrizioni di utilizzo, molti programmatori hanno scelto QGIS per sviluppare le loro applicazioni, sfruttando così tutta la potenza dell'applicazione QGIS. Permette di creare le seguenti utility:

- Applicazioni standalone. Si tratta di applicazioni autonome che utilizzano il kernel QGIS. Utilizza PyQt per generare interfacce grafiche e presenta il vantaggio di essere in grado di generare applicazioni stand-alone specifiche per il personale che non lavora abitualmente con QGIS.

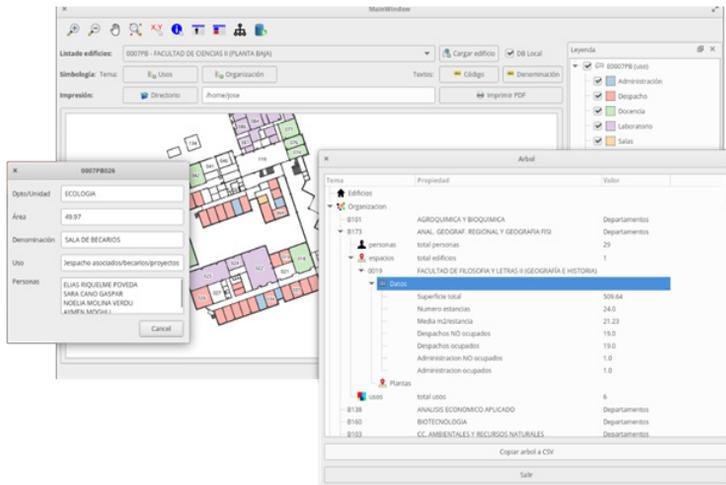


Figura 5: Aplicazione autonoma per la gestione del Campus (SIGUA).  
Elaborazione degli autori.

- Script PyQgis: Si tratta di semplici file utilizzati all'interno di Qgis per automatizzare attività o risolvere compiti quotidiani.

- Componenti aggiuntivi di Qgis: L'architettura dei componenti aggiuntivi consente di estendere le funzionalità del programma sotto forma di piccole, e non tanto piccole applicazioni che risolvono diversi temi. Queste applicazioni sono relativamente facili da realizzare e hanno reso Qgis il software GIS con più plug-in. Attualmente ci sono 1041 componenti aggiuntivi nel ramo stabile<sup>37</sup>. È lecito pensare che Qgis offra tutti gli ingredienti necessari agli sviluppatori per valorizzare le loro conoscenze. Molte istituzioni hanno scelto QGIS come piattaforma per offrire i loro servizi sotto forma di accessori. In questo modo è garantito che vengano utilizzati in quanto si tratta di una piattaforma libera e in grado di essere costantemente migliorata grazie alla disponibilità del codice sorgente.

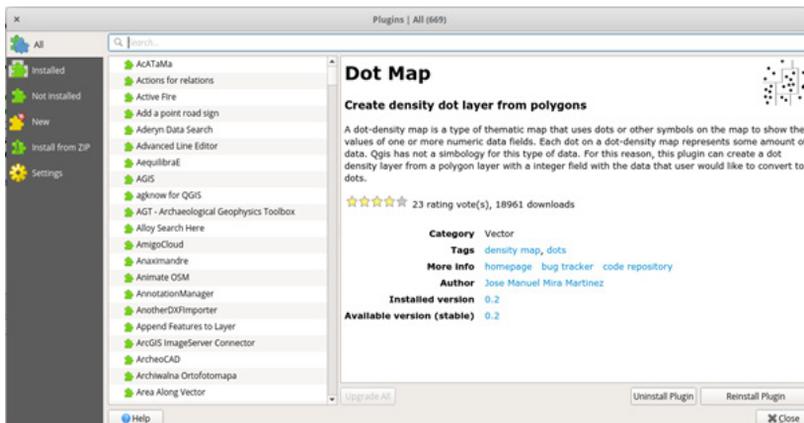


Figura 6: Installatore di plugin.  
Elaborazione degli autori.

### **Integrazione dei framework:**

QGIS dispone di un ambiente di integrazione che permette di ospitare algoritmi nativi e librerie di terze parti, estendendo così la gamma di strumenti di analisi spaziale<sup>38</sup>. Ciò consente di integrare funzioni di geoprocessing disponibili in altri programmi GIS in QGIS. In breve, tutti i programmi che incorporano un un ponte per lavorare con Python possono essere richiamati anche da QGIS. Questo ha permesso l'integrazione di programmi di alta qualità, come ad esempio:

- quelli già citati: GRASS, GDAL/OGR, Sextante e SAGA GIS. SAGA GIS.
- LasTools: un insieme di strumenti per lavorare con i dati LIDAR.
- Analisi del terreno mediante modelli digitali di elevazione (TaudDEM)<sup>39</sup> : una serie di strumenti per i modelli digitali di elevazione (DEM) per l'estrazione e l'analisi di informazioni idrologiche basate sulla topografia rappresentata da un DEM.
- Cran-R40: è la libreria statistica gratuita più utilizzata negli ambienti scientifici.
- Orfeo Toolbox (OTB)<sup>41</sup>: una libreria di nuova generazione per il telerilevamento. Permette di elaborare immagini ottiche,

multispettrali e radar ad alta risoluzione su scala di terabyte. Esiste una vasta gamma di applicazioni: dall'ortorettifica o nitidezza, alla classificazione, all'elaborazione SAR e molto altro ancora.

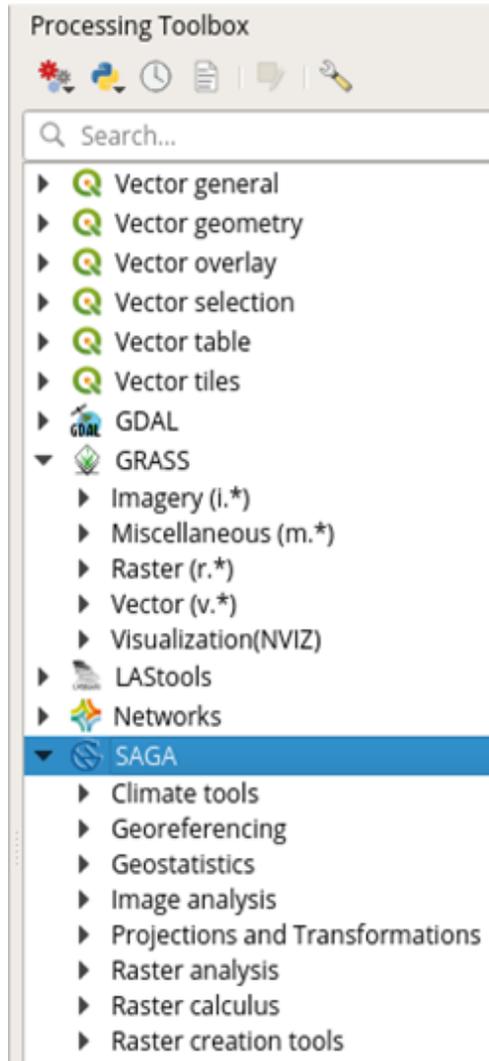


Figura 7: Integrazione del framework Qgis

## II - 6.3 Elementi di un geodatabase per mappe H2O:

Come indicato in precedenza, è possibile aggiungere strati di informazioni in un progetto, e tra i vari fornitori di dati, QGIS ha una stretta relazione con il database spaziale PostgreSQL/PostGIS, che è stato infatti la fonte di database spaziale di questo programma. PostgreSQL/PostGIS è un database relazionale con architettura clientserver. In altre parole, è ospitato su un server e può essere accessibile, tramite una connessione Internet, da un programma client (browser web, QGIS, ecc.) che rimanda al nome del database (browser web, QGIS, ecc.), all'indirizzo IP o al nome del dominio, a un utente e a una password con l'autorizzazione ad accedere al database. Questa struttura è di grande importanza per un progetto GIS che prevede l'accesso simultaneo di da diverse postazioni in un ambiente multidisciplinare. Infatti, essa permette di trasferire il server che ospita il software dei dati, e di accedere ai dati remoti semplicemente aprendo il progetto.

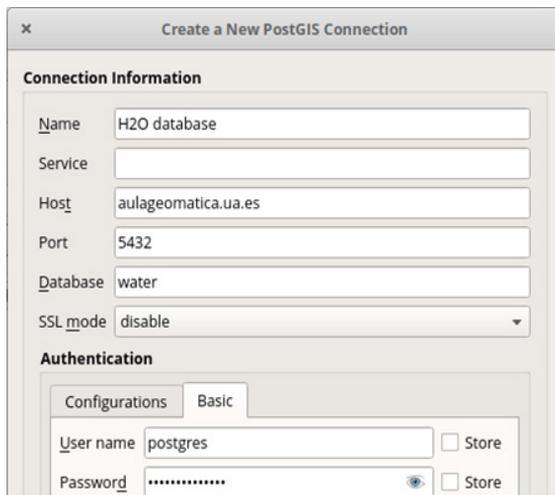


Figura 8: Finestra di dialogo in QGIS per la connessione al database.  
Elaborazione degli autori.

Come tutti i database relazionali, le tabelle si connettono l'una all'altra tramite colonne condivise, formando un modello

noto come diagramma entità-relazione (vedi figura 9). In questo modo si evita la ridondanza dei dati e si garantisce l'integrità delle informazioni.

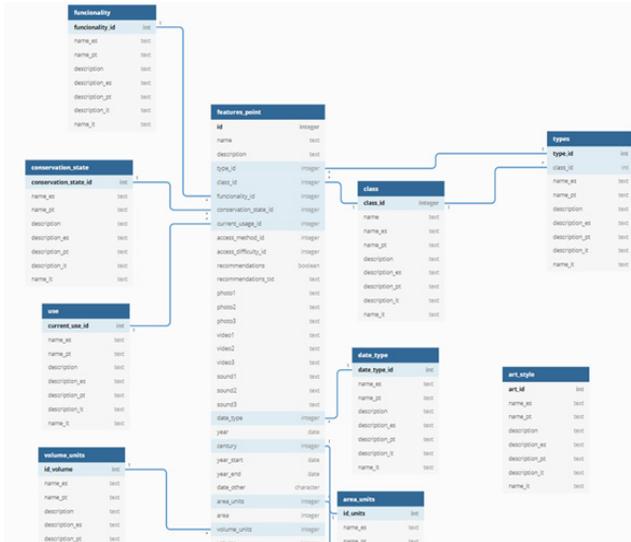


Figura 9: Modello Entità-Relazioni dello schema “pubblico” del database H2O. Fonte: elaborazione degli autori<sup>42</sup>.

Il vantaggio dei database relazionali è che, per gestirli, è sufficiente conoscere il linguaggio in cui sono tutti basati, cioè lo Structured Query Language (Beaulieu, 2009), noto con l'acronimo SQL, originariamente sviluppato da IBM. Dal 1986, SQL è uno standard ISO per l'algebra degli insiemi e la manipolazione dei dati. In breve, permette di definire frasi o istruzioni per gestire un database: creare tabelle (CREATE), inserire (INSERT) e cancellare (DELETE) righe da una tabella e, la più utilizzata, interrogare dati (SELECT) applicando requisiti logici.

Alcuni database, come PostgreSQL, Oracle o MSSQL hanno incorporato le specifiche SFA dell'OGC sotto forma di estensioni (PostGIS in PostgreSQL) che forniscono servizi GIS al database (MARTINEZ, 2020), utilizzando lo stesso linguaggio SQL. PostGIS consente a PostgreSQL di utilizzare un nuovo tipo di dati (geometria) per memorizzare la geometria

in una tabella come una colonna in più e altre funzioni di manipolazione e analisi.

Nel contesto di tabelle relazionali non geografiche, per ottenere informazioni da due tabelle relazionali, è necessario stabilire la relazione tra le tabelle (join), mentre se le tabelle sono geografiche, si ha il vantaggio di poter inviare interrogazioni sulla base di operatori di sovrapposizione spaziale o di prossimità. Ad esempio, si possono elencare i vertici geodetici (geotabella di punti) che appartengono a un determinato comune (geotabella di poligoni). In questo modo, quando si digitalizza in GIS o si inseriscono record spaziali in SQL, non è necessario aggiungere informazioni sull'unità amministrativa o sul contesto del bacino fluviale, poiché è sempre possibile ottenerle con le operazioni di sovrapposizione. Per interrogare la geometria, si può utilizzare un client come un GIS desktop per visualizzare graficamente, sotto forma di mappa, sia i dati grezzi (interrogazione di una tabella), sia quelli in combinazione con un'interrogazione relazionale a più tabelle o a una vista. In entrambi i casi, il codice SQL viene sempre utilizzato, anche all'interno di un GIS e nonostante non sia visibile. Questo ha avvicinato gli specialisti di database al mondo dei GIS e viceversa. Oggi molte istituzioni utilizzano PostgreSQL/PostGIS come archivio di dati. Esiste anche un settore commerciale che si basa sul noleggio e servizi di questo database, utilizzando i servizi SaaS per lanciare applicazioni GIS-Cloud. Lo scarso interesse per la programmazione SQL tra alcuni geografi, nonostante il linguaggio sia considerato il quarto migliore per la scienza dei dati<sup>43</sup>, ha comportato che il database spaziale venisse considerato come deposito in cui archiviare tutti i tipi di dati vettoriali, raster e spaziali. In questi casi, la caratteristica meno importante è la relazione tra le tabelle e l'analisi statistica fornita dal linguaggio SQL stesso. In questo modo si perdono molte funzionalità. Questo spiega perché molti utenti preferiscono utilizzare database spaziali compilati in un unico file ospitato localmente nei loro programmi GIS.

Infatti, sono più facili da gestire perché non ci sono permessi, autorizzazioni, ecc. Questo è il motivo per cui i database di tipo file sono diventati così popolari, come Access MDB utilizzato in ArcGIS o, recentemente, i file GeoPackage (GPKG) adottati come standard in QGIS, a scapito dei file obsoleti di formato shapefile.

Per il progetto H2O Maps è stato creato un database PostgreSQL/PostGIS. Esso comprende i seguenti repository di dati, o schemi (Figura 10), per usare la terminologia dei database:

- pubblico: questo set di dati è composto da geotabelle con gli elementi spaziali che gli studenti dovranno introdurre: pozzi, fontane, ecc, ecc. e tutte le tabelle correlate.
- idrico: set di tabelle spaziali relative all'idrologia: confini dei bacini, sottobacini, paludi, laghi e bacini artificiali, fiumi e corsi d'acqua, ecc.

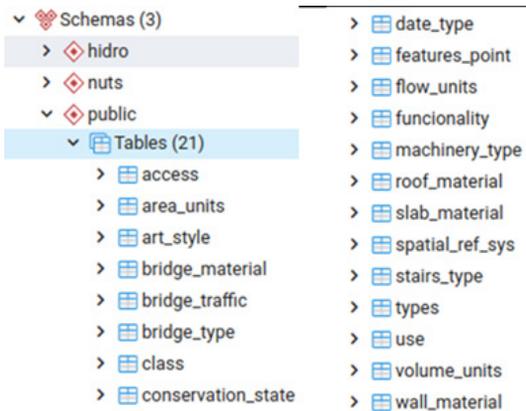


Figura 10: Tabelle nello schema pubblico. Elaborazione degli autori.

### **Nomenclatura delle Unità Territoriali Statistiche o NUTS**

(derivato dall'acronimo francese di Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques), è un sistema gerarchico per la suddivisione del territorio economico dell'Unione Europea a fini statistici. Il portale fornisce la mappa aggiornata di questi limiti amministrativi.

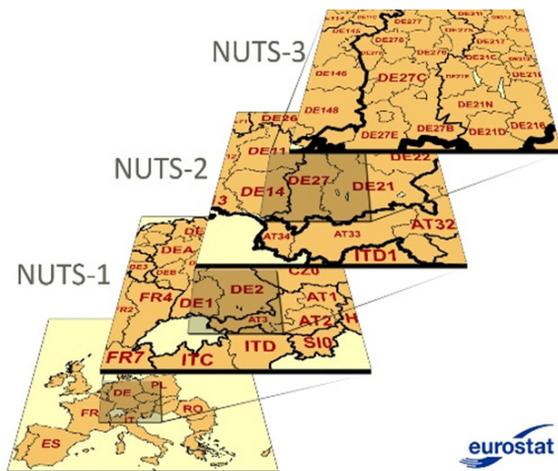


Figura 11: Livelli di frutta a guscio.

Fonte: Internet

Oltre alle tabelle, sono inclusi i seguenti elementi:

Viste: si tratta di interrogazioni molto frequenti a una o più tabelle, quindi, per semplicità, viene dato loro un nome. Sono spesso utilizzate per la creazione di rapporti o per la pubblicazione su geoportali Internet con livelli specifici. Ad esempio: elenchi di elementi idrologici di un comune, di un autore o di una località vicina a un fiume, ecc.

Programmazione di funzioni: le funzioni sono piccole utility programmate per ottenere determinate funzionalità. In effetti, le estensioni di database come PostGIS sono costituite da molte funzioni (circa 700) che spaziano dalle più elementari, come il calcolo dell'area o del perimetro di un poligono, a quelle più complesse (Voronoi, interpolazioni, clustering, ecc.) Abbiamo cercato di sfruttare al meglio le potenzialità di PostgreSQL di definire le funzioni per creare quelle che possono essere di interesse per il nostro progetto. Ad esempio, la funzione "fiume\_distanza" produce il nome e la distanza del fiume più vicino a un determinato punto ((un pozzo, una ruota idraulica, ecc.). Le funzioni possono essere utilizzate

anche come controlli di qualità nella digitalizzazione, ad esempio per inserire punti che si sovrappongono ai confini amministrativi o ad aree di influenza.

Infine, più utenti accedono contemporaneamente a un database, quindi è necessario gestirli. È prassi comune assegnare gli utenti gruppi, con privilegi e limitazioni diversi a seconda del profilo: amministratore, insegnanti, studenti e visitatori.

## **II - 6.4 Le mappe H2O in QGIS:**

QGIS, come altri programmi analoghi, si basa sulla funzione "progetto", che è in definitiva un file in cui viene dato significato alla capacità dello specialista di elaborare informazioni spaziali.

Il progetto definisce:

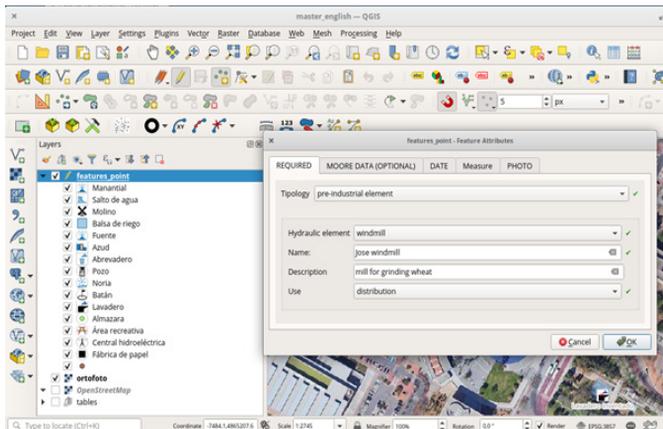
- Sia i livelli di informazione spaziale che alfanumerica (tabelle) che vengono utilizzati.
- Collegamenti a fornitori di dati online: un database spaziale situato su un server, servizi OGC, ecc.
- La simbolizzazione dei livelli con la loro semiologia cartografica adattata alle scale di lavoro.
- Composizioni di mappe per la stampa.

Naturalmente, tutti i progetti condividono la capacità dei GIS di interrogare le informazioni, di metterle in relazione (join) con altri dati, elaborarli utilizzando algoritmi spaziali per un livello (ad esempio, buffer), o per insiemi, ed estendere le funzionalità utilizzando script o plug-in.

Nell'ambito del progetto H2O Map, è in corso di realizzazione di un progetto pilota QGIS in grado di soddisfare i compiti che saranno svolti dai principali utenti del progetto. Questo progetto può essere aperto da qualsiasi computer che disponga di una versione aggiornata (attualmente 3.16 LTR) e una connessione a Internet, e consiste nelle seguenti caratteristiche:

- Collegamenti a tutte le risorse di dati territoriali online, in modo che l'utente non debba definire i collegamenti alle

- fonti di dati online. La struttura tematica (livelli) è la seguente:
- Livelli vettoriali modificabili (dal database) con gli elementi da scansionare.
  - Livelli vettoriali di supporto non modificabili (dal database): divisioni amministrative (comuni) e bacini fluviali (bacini e sottobacini).
  - Livelli raster dai servizi OGC della SDI pronti per essere visualizzati quando si è disconnessi da Internet.
  - Simbolizzazione dei livelli vettoriali e, in modo molto particolare, degli elementi dei bacini idrici, la cui semiologia dipende dalla scala e dall'etichettatura.
  - Modelli di composizioni cartografiche pronte per la stampa diretta o per la generazione di file cartografici in formato PDF o immagine. Possono essere utili per definire le zone per ogni gruppo di lavoro, ecc.
  - Moduli specifici applicati ai livelli modificabili per facilitare l'inserimento dei dati in modo assistito nella scansione.
  - Configurazione del progetto per consentire la portabilità all'applicazione che raccoglie i dati sul campo.
  - Supporto all'internazionalizzazione del progetto, con



interfacce tradotte in inglese, portoghese, italiano e spagnolo.

Figura 12. Progetto predisposto per la digitalizzazione con modulo e ortofotografia aerea sullo sfondo

## **II - 6.5 Acquisizione dei dati nella mappatura sul campo:**

La comparsa di smartphone e tablet sempre più potenti, dotati di ricevitori per il posizionamento satellitare (GPS), ha permesso a utenti non specializzati di raccogliere informazioni spaziali a basso costo. Per utilizzarli, è necessario installare il software (APP) che consente di acquisire i dati territoriali, cioè di eseguire una digitalizzazione in tempo reale, e di completare le informazioni secondo le necessità. Le applicazioni possono essere classificate come:

a) Applicazioni generiche: esistono molte applicazioni per l'acquisizione dei dati, ma la maggior parte di esse si concentra su un uso sporadico e personale, in cui è sufficiente catturare le informazioni spaziali e associarle a un nome per poi visualizzarle sul PC o caricarle su wiki specifici (ad esempio Wikilocs, OpenStreetMap). Non sono legati a nessun programma GIS, anche se si lavorano con i formati da essi supportati. A questo proposito, l'OGC ha promosso standard internazionali per lavorare con dati raccolti sul campo. Questi standard consistono nel formato di scambio GPX (GPS eXchange Format), e nei formati KML/ KMZ, meglio conosciuti per essere utilizzati con Google Earth e Maps. Degna di nota, all'interno di questa categoria, è l'eccellente applicazione OruxMaps<sup>45</sup> che si occupa di catturare waypoint, tracce (registrazione di un percorso), rotte (insieme di waypoint e tracce per definire un percorso). Quando si è connessi a Internet, è possibile generare un database prima di lasciare il programma, con immagini raster provenienti da varie risorse WMS, che vengono poi visualizzate sul campo offline, facilitando l'interpretazione del terreno. Un'altra interessante applicazione è CartoDruid<sup>46</sup>, incentrata sull'acquisizione di dati offline. È strettamente legata a un'ulteriore integrazione in un GIS generico.

b) Applicazioni collegate a un GIS: esistono anche alcune applicazioni mobili che consentono di acquisire dati associati a un programma GIS. Queste sono quelle che ci interessano di più poiché il nostro obiettivo è integrare il lavoro sul campo

nel progetto GIS, e questa applicazione funge, a sua volta, da intermediario con il database GIS. Questi strumenti si concentrano sulla massimizzazione della raccolta dei dati e sono progettati per il lavoro di squadra. Cercano di offrire un'integrazione "senza traumi" dei dati raccolti con il progetto SIG dell'applicazione della matrice. Tra le applicazioni degne di nota ricordiamo: Collector Classic per ArcGIS, gvSIG mobile per gvSig, Input o QField per QGIS.

### ***Pianificazione della mappatura sul campo:***

Una buona pianificazione è il modo migliore per garantire un lavoro sul campo o la mappatura. Inoltre, in un ambiente di lavoro che coinvolge molte persone, si devono evitare sovrapposizioni spaziali o la duplicazione di elementi digitalizzati. Mobilitare un gruppo di persone non è un compito banale. È necessario disporre delle mappe più aggiornate dell'area oggetto di studio, sia in formato cartografico che in ortofotografia aerea. L'iniziatore del progetto di mappatura deve occuparsi dei seguenti compiti:

- Conoscere in anticipo il gruppo di persone che parteciperà al progetto.
  - Indicare il giorno e l'ora di esecuzione.
  - Pianificare il numero di sessioni necessarie, compresa la formazione e la condivisione dei dati raccolti.
  - Formare il personale sulle questioni relative all'acquisizione, al programma, all'installazione, al funzionamento, al download e alla installazione e al trasferimento dei dati, ecc.
  - indicare il tipo di terreno che si incontrerà, nonché l'abbigliamento, le calzature, il cibo e l'acqua necessari, a seconda della durata della sessione.
  - Specificare gli obiettivi, definendo con chiarezza gli elementi da digitalizzare, la loro natura spaziale (punti, linee o poligoni) e gli attributi da raccogliere per ogni per ciascun elemento.
- In relazione alla pianificazione territoriale, si devono considerare i seguenti punti:
- Zonizzazione dell'area di studio in base alle squadre coinvolte, nonché programma giornaliero.
  - Assegnazione del personale a ciascuna area e dei singoli

compiti o ruoli.

- Preparazione del materiale informatico necessario, soprattutto smartphone o tablet, e dei relativi accessori per garantire la copertura della sessione di lavoro: cablaggio per la ricarica e il trasferimento dei dati, powerbank portatile per la ricarica delle batterie.

- Stampa di mappe cartacee delle aree assegnate per ogni area o gruppo.

- Assicurarsi che sia allestita un'area ufficio dotata di computer, o di computer portatili personali con il software necessario.

- Predisporre una connessione a Internet nell'area di riunione per poter installare o scaricare i dati o i programmi necessari.

- Preparare facoltativamente dei metri per calcolare le distanze, calcolatrici, matite/penne, quaderni, bussole, ecc.

In questo modo, si raccomanda di apprendere da eventi sociali quali il “mapping party” associato a OpenStreetMap, che permette di lavorare con team multidisciplinari utilizzando tecniche diverse: Elaborazione di tracce GPS, Scanner di mappe cartacee con codici QR creati grazie all'applicazione Walking papers (Prieto Cerdá et al. 2014), digitalizzazione diretta di immagini satellitari concesse in licenza per OpenStreetMap, ecc.

## **II - 6.6 Prototipo di progetto per la mappatura collaborativa del patrimonio idraulico:**

È stato arricchente imparare da iniziative simili di gestione idraulica nello sviluppo di un progetto basato sulla raccolta di dati sul campo. A questo proposito, è opportuno sottolineare “il caso di studio della raccolta e della condivisione dei dati per l'approvvigionamento idrico rurale in Ruanda”. Le condizioni dello studio sono simili a quelle del progetto H2O Map, con gruppi di lavoro che raccolgono informazioni idrauliche sul campo utilizzando QField per trasferirle in un database PostGIS. Abbiamo considerato alcuni dei criteri che hanno condizionato la scelta del software QField. L'ipotesi iniziale era che progetto di acquisizione dei dati dovesse essere condotto da studenti delle scuole secondarie superiori, che

operano con mezzi propri (smartphone o tablet). Il software di campo doveva quindi soddisfare le seguenti condizioni specifiche:

- Non avere costi: oggi esistono molte soluzioni, ma noi volevamo un software libero e aperto, in quanto ciò avrebbe consentito di apportare eventuali modifiche future necessarie e/o di beneficiare di versioni future.

- Intuitivo: l'interfaccia utente è molto semplice e richiede istruzioni minime. Inoltre, il personale che ha già lavorato con il GIS deve avere una certa familiarità con esso (sistema basato sui livelli).

- Integrato nel progetto GIS: gli sviluppatori di QField hanno creato un componente aggiuntivo da utilizzare all'interno di QGIS che facilita le operazioni necessarie per integrare con successo il lavoro sul campo (Figura 13).

- Acquisizione offline: il modo più efficiente per mantenere il database spaziale in QField è quello di avere un livello collegato a internet in QField, in modo che i dati spaziali passino direttamente al database mentre vengono digitalizzati sul campo. Tuttavia, questo non è il modo in cui il processo si svolge di solito nella pratica: non c'è sempre una connessione a Internet sul campo, e non ha molto senso indicare tutti gli attributi che appartengono a un elemento sul campo. È più conveniente compilarli durante il post-processing in ufficio.



Figura 13: Plugin QField. Elaborazione degli autori.

QField è un'applicazione Android per dispositivi mobili che utilizza le stesse librerie di QGIS nella sua programmazione. Di conseguenza, il modus operandi è lo stesso: viene aperta e digitalizzata basata su un progetto QGIS, condividendo la stessa struttura dei livelli e la stessa simbologia. La funzionalità è naturalmente ridotta a favore dell'operatività. Infatti, QField non è in grado di generare progetti, e può aprire solo quelli realizzati con QGIS. L'unica differenza è l'interfaccia utente (il rendering), progettata per adattarsi allo schermo e agli eventi del dispositivo mobile, eliminando così la complessità di un'applicazione desktop e concentrandosi sulla produttività della digitalizzazione. Più il progetto QGIS è ottimizzato a livello di simbologia, in base a scale, personalizzazione dei moduli, ecc. più alta è la produttività dell'acquisizione dei dati con QField. La sincronizzazione con QField utilizza un componente aggiuntivo di QGIS, QField Sync (Figura 16), progettato per garantire i processi di input e output del progetto GIS:

- Output: Generare un progetto QGIS "portatile", adattato per lavorare sul campo con l'applicazione QField.

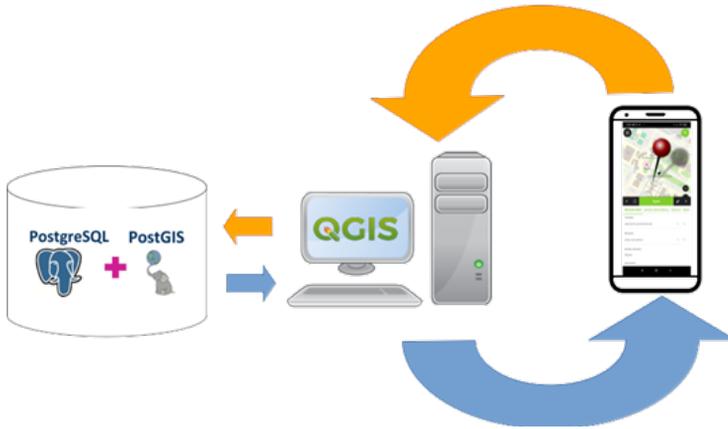
- Input: Incorporare i progetti generati con QField con i dati digitalizzati e che devono essere incorporati nel database online.

### ***Fasi di mappatura sul campo:***

Ogni agente coinvolto nella gestione del territorio svolge un ruolo. Così, lo specialista GIS è responsabile di fornire agli insegnanti il "progetto master" di QGI, che offre i meccanismi per garantire la tracciabilità dei dati; l'insegnante assegnerà i gruppi di lavoro e creerà un progetto portatile su cui gli studenti possono lavorare. Sia individualmente che in gruppo, gli studenti saranno responsabili della digitalizzazione degli elementi del patrimonio idraulico sul campo, nelle aree assegnate dal docente.

Per facilitare la raccolta dei dati, sono stati digitalizzati solo alcuni livelli di punti meno complessi di linee o poligoni. Questi ultimi possono essere incorporati in un secondo momento

utilizzando QGIS sul PC con l'aiuto di ortofotografie e/o mappe. Le fasi del flusso di lavoro di QField sono descritte in dettaglio nella figura seguente:



*Figura 14: Schema delle operazioni di sincronizzazione Qgis-QField.  
Elaborato dagli autori.*

### **Sviluppo di un progetto QGIS:**

questo compito è svolto da specialisti GIS e deve essere collegato al database PostgreSQL/PostGIS generato. La sua funzione è triplice:

- Funge da progetto madre che integra tutte le risorse cartografiche.
  - È il supporto di base su cui saranno generati i progetti per lavorare sul campo utilizzando QField.
  - È il mezzo per sincronizzare il lavoro sul campo eseguito con QField che sarà incorporato nel database principale.
- Il progetto deve utilizzare una simbologia adeguata alla sua rappresentazione su dispositivi mobili, con etichette (toponomastica) e modelli per la stampa di composizioni cartografiche. Deve inoltre includere un livello con raster per lo sfondo dell'area di studio, che proverrà da un'ortofotografia

area in formati adatti al (MBTiles, GPKG), o un livello con un servizio cartografico OGC su Internet, come WMS o Tile Map Services (TMS) come OpenStreetMap. Gli oggetti che verranno digitalizzati sul campo devono essere pre-personalizzati con moduli intelligenti che prevengano gli errori e facilitino l'inserimento dei dati, utilizzando controlli come elenchi a discesa, campi di convalida, cursori, calendari per le date, ecc. Questi moduli da compilare sono gli stessi utilizzati nel campo con l'applicazione QField, solo che sono adattati ai dispositivi mobili.

### ***Esportare il progetto QGIS su un dispositivo mobile:***

significa applicare il plug-in QField costruire il progetto da utilizzare nell'applicazione QField. Questo processo comporta la conversione dei dati del progetto presenti online, come ad esempio il database, in file di database fisici "portatili" in formato geopackage. Nel progetto, questo compito è svolto dal docente responsabile di un gruppo di studenti. Attualmente, il progetto portatile viene trasferito tramite un cavo fisico che collega il PC al dispositivo mobile.

Sappiamo, tuttavia, che la stessa azienda che ha sviluppato QField sta lavorando a una versione che consente di eseguire tutti questi processi nel cloud (QFieldCloud47).

### ***Mappatura sul campo con QField:***

Questo compito viene svolto da ogni studente, o gruppo, nell'area di studio, utilizzando il proprio dispositivo mobile con l'applicazione QField preinstallata e il progetto fornito dall'insegnante. La sequenza di azioni è la seguente:

1. Attivare il sensore di posizionamento sul dispositivo mobile.
2. Aprire l'applicazione QField. Selezionare il progetto QGIS che sarà personalizzato con le immagini di sfondo dell'area di studio (mappa o ortofoto).
4. Digitalizzare gli elementi nei livelli geografici che lo consentono, compilando tutti gli attributi noti con l'aiuto di moduli progettati in QGIS. Inoltre, a ogni elemento digitalizzato

si possono allegare fotografie o altre risorse multimediali presenti nella galleria. La digitalizzazione può essere eseguita utilizzando il posizionamento GPS o disegnando sulla mappa, proprio come si farebbe in QGIS con il mouse.

5. Una volta completata la digitalizzazione, trasferire il progetto sul PC. Questo processo viene eseguito dagli studenti, che individuano la cartella del progetto nella directory indicata dall'insegnante.

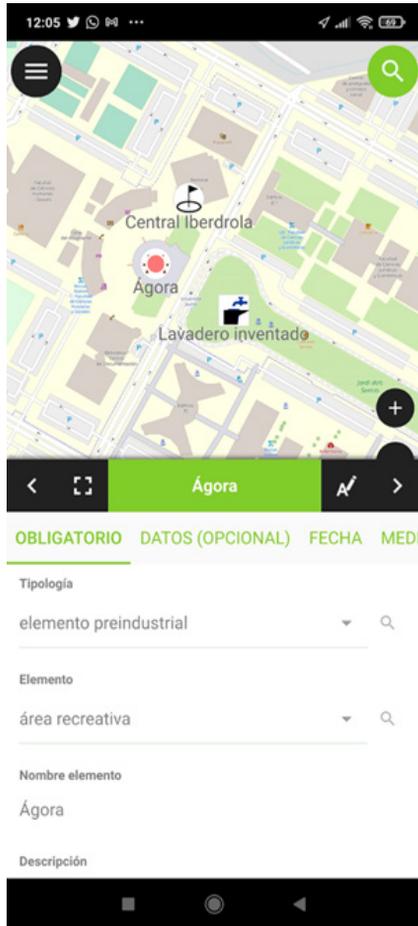
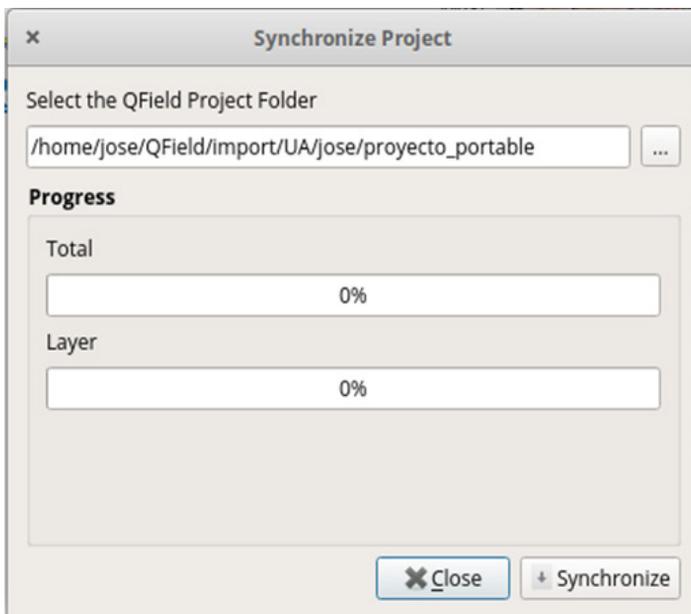


Figura 15: Screenshot dell'applicazione QField su un dispositivo mobile su uno sfondo OpenStreetMap.

Elaborazione degli autori.

## **Sincronizzazione della mappatura del campo nel progetto GIS:**

Questa fase consiste nell'incorporare i dati catturati sul campo nel database PostgreSQL/PostGIS. Per fare ciò, l'insegnante apre il progetto principale in QGIS e, con l'aiuto di plug-in di sincronizzazione QField di cui sopra, seleziona la cartella con il lavoro sul campo QField dello studente. Dopo la sincronizzazione, i dati vengono trasferiti al database PostgreSQL/PostGIS. Una volta trasferiti, l'insegnante può rivedere il contenuto sincronizzato e modificare gli attributi, cambiare la posizione o eliminare l'elemento.



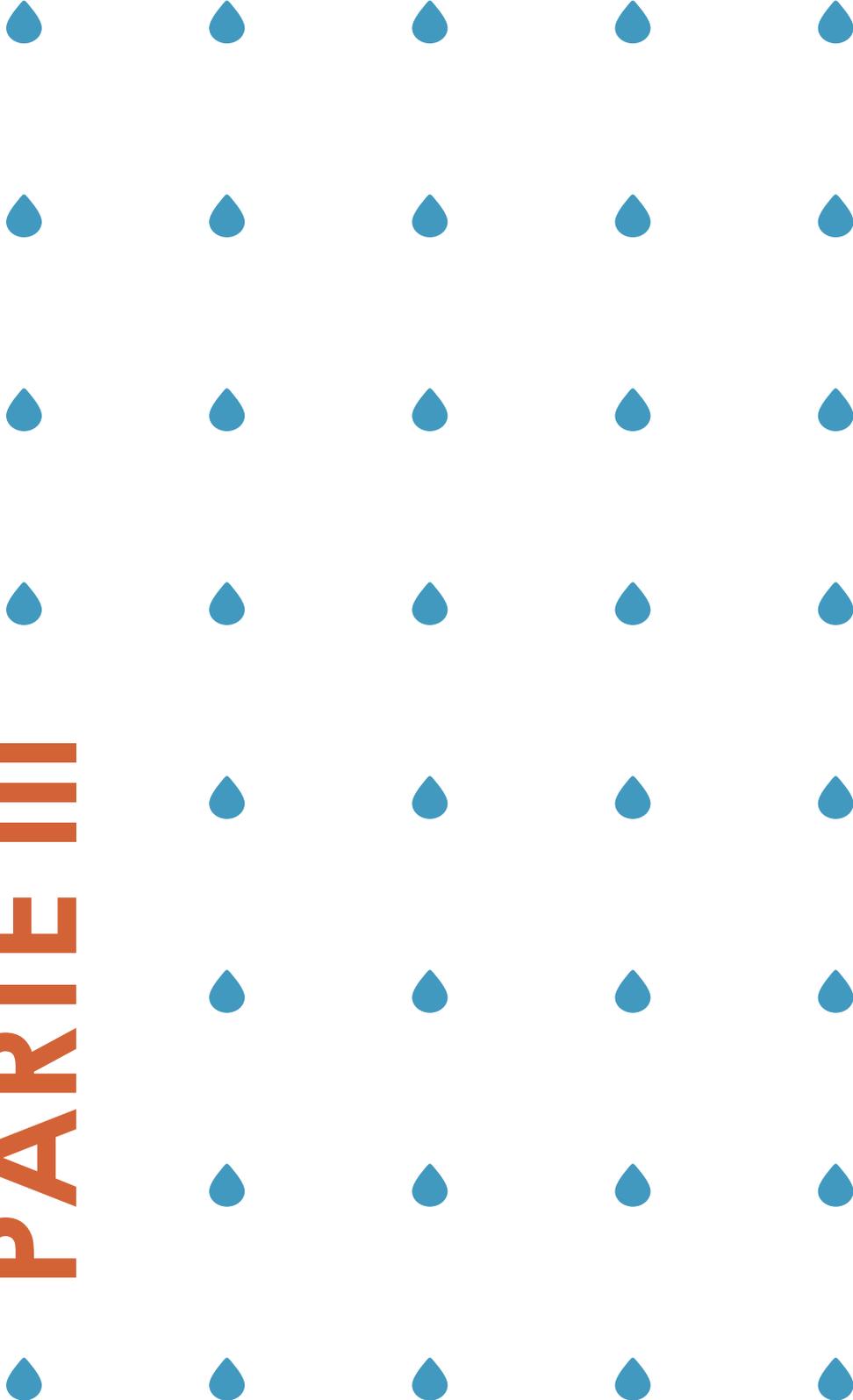
*Figura 16: Screenshot dell'applicazione QField su un dispositivo mobile. Elaborazione degli autori.*

## **Bibliografía e sito web:**

- Anguix, A., Carrión, G., Madrid, M. (2008). gvSIG: informe de estado. II Jornadas de SIG Libre. Girona: Universitat, Licencia Creative Commons-
- Beaulieu, A. (2009). Aprende SQL. Segunda edición. Ed. O'reilly
- Dorman, M. Introduction to Web Mapping (2020). Chapman and Hall/CRC.
- Graser, A., Peterson, G. (2016). Qgis Map design. Locate Press LLC
- Hugentobler M. (2008) Quantum GIS. In: Shekhar S., Xiong H. (eds) Encyclopedia of GIS. Springer, Boston, MA.
- Khan, S., Mohiuddin, K. (2018) Evaluating the parameters of ArcGIS and QGIS for GIS Applications. International Journal of Advance Research in Science and Engineering, vol 7. IJARSE. Pp. 584
- Neteler, M. & Mitasova, H. (2008). Open source GIS: a GRASS GIS approach. Springer
- MARTINEZ, J.C. (2020). PostGIS: Análisis Espacial Avanzado. 2020. Edición 2, Revisión 4 <https://cartosig.webs.upv.es>
- Mitcher, T. Web mapping illustrated (2005). O'Reilly Media, Inc.
- Olaya, V. (2009). SEXTANTE, a free platform for geospatial analysis. OSGeo
- Prieto, A., Castillo, V., Mira Martínez, J.M., Mas, R., Baño, J.L. (2014). Cooperación internacional al desarrollo: cartografía colaborativa en los sectores de Rukara y Huye (Rwanda). XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica. AGE, (pp. 838-846)
- Rios, J.R. Lorentzos, N.A., Brisaboa, N.R. Survey on Spatial Data Modeling Approaches (2005). In: Manalopoulos, Y., Papadopoulos, A., Vassilakopoulos, M. (eds) Spatial Databases: Technologies, techniques and trends. Idea Group Publishing
- Sherman, G. (2014). The PyQGIS Programmer's Guide. Locate Express LLC, 2014
- Stallman, R. (2002). Software libre para una sociedad libre. GNU Press
- Zunino, A., Velázquez, G., Celemín, J.P., Mateos, C., Hirsch, M., Rodríguez,

J.M. (2020). Evaluating the Performance of Three Popular Web Mapping Libraries: A Case Study Using Argentina's Life Quality Index. *International Journal of Geo-Informatio*

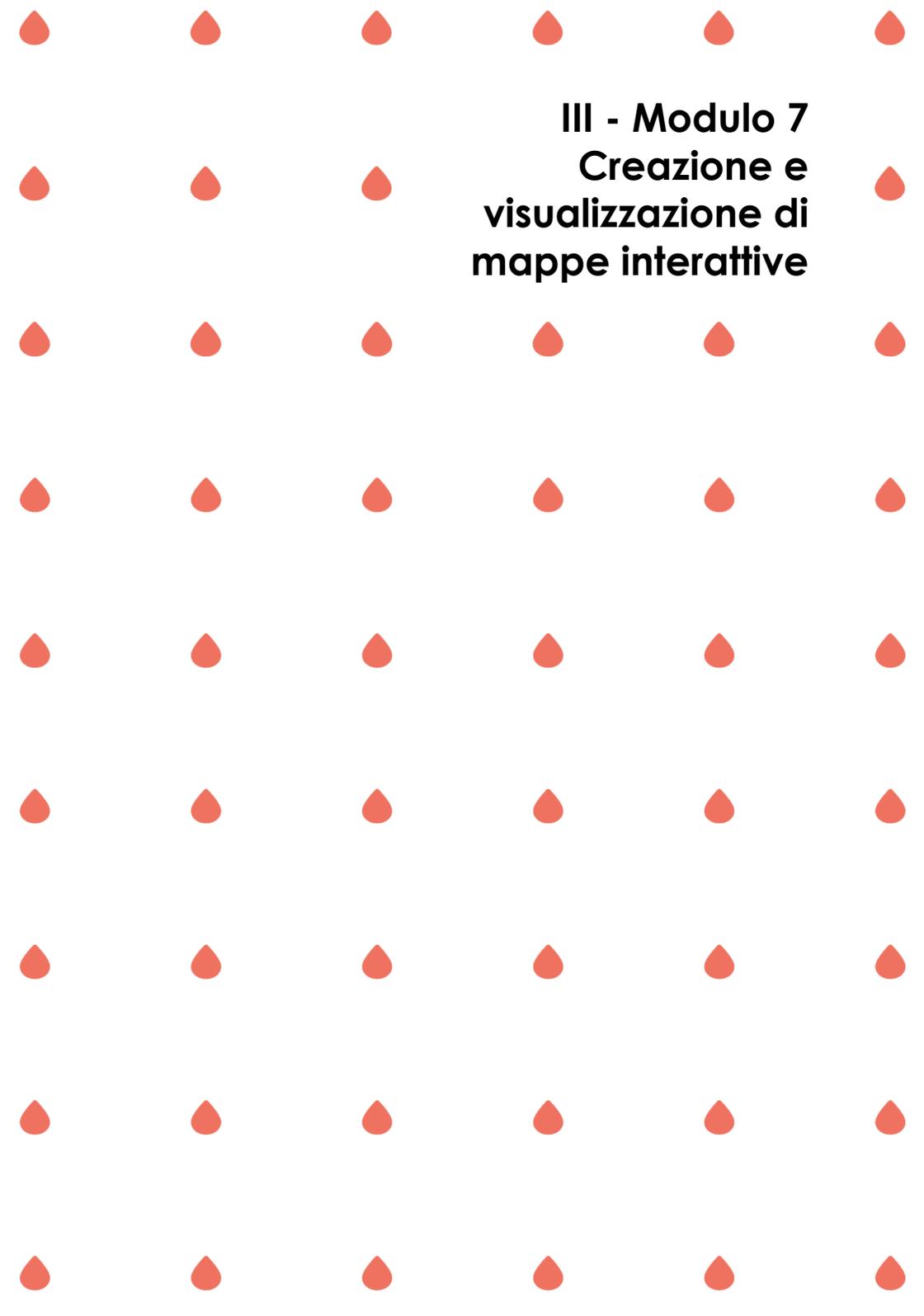
# PARTE III



A decorative background consisting of a grid of blue water droplets. The droplets are arranged in five rows and five columns, with a larger gap in the center where the text is located.

# MAPPATURA DEL PATRIMONIO IDRAULICO



A decorative background consisting of a grid of red teardrop-shaped icons. The icons are arranged in a regular pattern across the entire page, with some overlapping the text area.

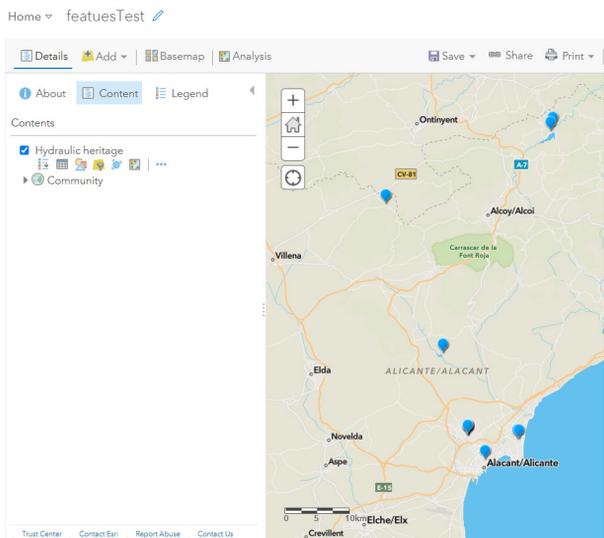
**III - Modulo 7**  
**Creazione e**  
**visualizzazione di**  
**mappe interattive**

### III - Modulo 7. Creazione e visualizzazione di mappe interattive

Una mappa web è una visualizzazione interattiva di informazioni geografiche che si possono usare per raccontare storie e rispondere a domande. Per esempio, è possibile trovare o creare una mappa che risponde alla domanda: Dove si trovano le infrastrutture del patrimonio idraulico in Europa?

Inoltre, la mappa può avere livelli che mostrano il tipo di patrimonio idraulico in Spagna, Italia e Portogallo, e per contestualizzazione, la mappa può anche avere una base topografica che include città, strade ed edifici sovrapposti con immagini della copertura del suolo e rilievi ombreggiati. Tipicamente, le mappe web contengono una mappa base, una serie di livelli di informazioni (molti dei quali includono pop-ups interattivi con informazioni riguardo i dati), un'estensione, e strumenti di navigazione per scorrere o zoomare. In primo luogo, la mappa base e i livelli sono immessi e condivisi sul web. Molte mappe contengono anche simboli in scala e altri stili intelligenti che rivelano dati e modelli quando si interagisce con essi.

Esistono molte diverse piattaforme commerciali per creare o visualizzare mappe web. Uno dei più noti è il visualizzatore di mappe di ArcGIS Online che ha un design intuitivo che consente di personalizzare e configurare la mappa in un'area visualizzando e gestendo i contenuti in un'area separata.



*Figura 1: Visualizzatore ArcGIS Online Map.  
Elaborato dagli autori.*

### **III - 7.1 Creare una Mappa Web**

È possibile creare mappe in pochi semplici passaggi e aprirle in browser web standard, dispositivi mobili e software geografico per desktop. È possibile condividerle tramite links o incorporarli in siti web e utilizzarli per creare applicazioni web basate su mappe. Quando una mappa viene condivisa, l'autore decide cosa includervi.

Ad esempio, quando la mappa viene condivisa con un pubblico generico tramite un visualizzatore di mappe, molte volte la mappa include opzioni per modificare le mappe base; visualizzare una legenda (se la mappa ne contiene una); visualizzare i dettagli relative alla mappa; condividere, stampare ed effettuare misurazioni; e trovare posizioni sulla mappa. Le mappe incorporate nei siti web e condivise tramite le applicazioni in genere contengono una serie di strumenti incentrati su uno scopo specifico, come la raccolta di informazioni, la modifica di funzionalità o il confronto di due mappe affiancate.



Figura 2: ArcGIS Online Default Interactive Widgets.  
*Elaborato dagli autori.*

In conclusione, le mappe web sono mappe create online che forniscono un modo per lavorare e interagire con i contenuti geografici organizzati sotto forma di livelli. Sono condivisi sul web e tramite smartphone e tablet. Ogni mappa web contiene una mappa base di riferimento insieme a una serie di livelli di dati aggiuntivi, oltre a strumenti che funzionano su questi livelli.

### **III - 7.2 Informazioni aggiuntive**

I livelli, chiamati anche livelli web, sono raccolte logiche di dati geografici utilizzati per creare mappe; sono anche la base per l'analisi geografica. Ad esempio, un livello del patrimonio potrebbe rappresentare una raccolta di patrimonio idraulico e includere attributi che descrivono le proprietà di ciascuna infrastruttura, come il nome, il tipo, le dimensioni e altri possibili attributi. Altri esempi di livelli sono i modelli storici di traffico, il terreno, gli edifici 3D e i lotti.

Il tipo di layer determina come è possibile interagire con i dati del layer. Ad esempio, è possibile visualizzare ed eseguire domande sui dati di un layer caratteristico per vedere gli attributi di una caratteristica. È inoltre possibile modificare i dati rappresentati dal feature layer. Nel caso di layer affiancati, vengono visualizzate solo le immagini affiancate delle caratteristiche.

Di seguito sono riportati i tipi di layer web che è possibile pubblicare o aggiungere a un portale GIS come caratteristiche:

- Immagine Map, Immagini, Mosaico, Rilievi, Livello Caratteristica, e Scene, ma anche Tabelle.

### III - 7.3 Modificare Simbologia

Le mappe hanno grande potenzialità perché consentono di visualizzare i dati in vari modi.

Ad esempio, i dati sulla popolazione dei paesi possono essere visualizzati come una sequenza di colori, ad esempio da chiaro a scuro, o come cerchi proporzionali, ad esempio da piccolo a grande. Questa flessibilità consente di raccontare storie diverse e scoprire modelli nascosti a seconda di come vengono presentati i dati. Data l'estrema flessibilità della creazione di mappe, è necessario prendere decisioni poiché non c'è sempre un'unica risposta migliore.

Fortunatamente, le mappe web consentono di esplorare diverse opzioni di stile utilizzando le impostazioni predefinite di mappatura intelligente. Inoltre, è possibile apportare modifiche al suo aspetto che si riflettono immediatamente sulla mappa, avendo il controllo su elementi grafici come rampe di colore, spessori di linea, trasparenza e simboli.



*Figura 3: Diversi dati geografici.  
Documenti, mappe, livelli, tabelle, collezioni.  
Elaborato dagli autori.*

Le opzioni di stile fornite per un livello si basano sul tipo di dati che stai mappando. Sono visibili le diverse scelte a seconda che il layer sia composto da elementi punto, linea o poligono. Le opzioni offerte sono influenzate anche dal tipo

di dati associati alle tue funzionalità. Ad esempio, un oggetto punto potrebbe avere solo informazioni sulla posizione come le coordinate geografiche, ma potrebbe anche avere informazioni categoriche come il tipo di patrimonio idraulico. Le opzioni di stile variano anche a seconda che si voglia mostrare uno o due attributi, come il tipo o l'anno di costruzione. Non tutte le opzioni di stile possono essere utilizzate per ogni tipo di dato.

### **III - 7.4 Salvare e Condividere la Mappa**

Quando inizialmente si salva una mappa o una copia di una mappa, un nuovo elemento web viene creato dall'autore. A seconda della piattaforma, è possibile condividere la mappa con l'organizzazione di riferimento o renderla pubblica affinché tutti possano vederla.

È possibile condividere qualsiasi mappa che si trova sul sito web inviando un'e-mail con il link, pubblicandola su account Facebook o Twitter, incorporandola in un sito web o blog o creando un'app che includa la mappa.

Considerazioni sull'utilizzo di ArcGIS Online come piattaforma di condivisione delle mappe:

- Se si desidera che la mappa sia accessibile al pubblico (e l'organizzazione ne consente la condivisione al di fuori dell'organizzazione), si deve selezionare l'opzione condividerla con tutti.
- Quando si condivide una mappa tramite un link o viene incorporata in un sito web, l'estensione che visualizzata l'ultima volta viene catturata automaticamente e inclusa nel link o nella mappa incorporata. Quando la mappa viene aperta, mostra l'estensione visualizzata nel momento della condivisione. Ciò consente di condividere e incorporare mappe che si aprono in posizioni specifiche.

**Bibliografia e sitografia:**

- <https://www.esri.com/training/catalog/57630434851d31e02a43ef4d/creating-and-sharing-gis-content-using-arcgis-online/>
- <https://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/reference/what-is-web-map.htm>
- <https://gisgeography.com/esri-arcgis-online-agol/>
- <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/uncategorized/webmapping-101/>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_mapping](https://en.wikipedia.org/wiki/Web_mapping)
- <https://www.axismaps.com/guide/what-is-a-web-map>





### III - Modulo 8

### Story maps:



**uno strumento innovativo per  
l'educazione per valorizzare il  
patrimonio idraulico**



### **III - Modulo 8. Story maps: uno strumento innovativo per l'educazione per valorizzare il patrimonio idraulico**

Tutti amano una bella storia. In poche parole, una storia è il resoconto di un incidente o di una serie di eventi e può essere reale o immaginaria. Le storie possono essere interessanti, divertenti o istruttive. La maggior parte delle storie viene raccontata con le parole, parlate o scritte. Le storie possono includere anche altre forme di comunicazione, come immagini, gesti o musica. Spesso le immagini forniscono dettagli su personaggi o eventi difficili da trasmettere a parole. Si pensi a un libro per bambini, un fumetto o un film che si conosce. Quando si raccontano storie, una mappa è un tipo speciale di immagine. Una mappa può aiutarti a visualizzare dove accadono gli eventi, la distanza percorsa da un personaggio o com'è un paese o un paesaggio. Una mappa potrebbe darti un'idea del motivo per cui determinati eventi sono accaduti dove sono accaduti o perché l'eroe della storia ha preso una decisione particolare.

#### **III - 8.1 Costruire la narrazione**

Condividere i risultati o le scoperte è essenziale per dimostrare il valore di qualsiasi sforzo di ricerca. Ma la comunicazione può essere complicata, soprattutto se si sta cercando di entrare in contatto con persone che non sono esperte dell'area di studio. La chiave del successo è mantenere il pubblico interessato dall'inizio alla fine. Suggerimenti sull'utilizzo dell'applicazione StoryMaps per creare una storia:

- È utile avere la storia scritta e gli elementi multimediali organizzati prima di iniziare a inserire il contenuto nel builder StoryMaps.
- Una volta completato l'inventario dei contenuti, si inizia a pensare a come intrecciare i pezzi in una struttura. I contorni possono assumere una varietà di formati, da un semplice elenco puntato a un intero storyboard, un mazzo di diapositive o persino una raccolta di schede da rimescolare sulla scrivania.

### III - 8.2 Aggiungere Blocchi Immersivi e Multimediali

Ora si hanno il testo e i media della storia, si inizierà a costruire la storia utilizzando i blocchi di contenuto. Ogni titolo, paragrafo, immagine e tipo di media viene aggiunto come blocco separato dalla tavolozza dei blocchi. Ci sono alcuni tipi di blocchi tra cui puoi scegliere. Ci sono ovviamente blocchi di testo—paragrafo, intestazione, citazione e così via—e ci sono anche alcune opzioni per aggiungere piccoli accenti visivi, come un separatore o un pulsante. I blocchi immersivi sono unici in quanto diventano acquisizioni a schermo intero della storia, fornendo esperienze di lettura diverse e interattive. Ad esempio, potrebbe riconoscere la sensazione di schermo diviso del sidecar, in cui un pannello multimediale fisso mostra contenuti visivi mentre un pannello narrativo più piccolo scorre.

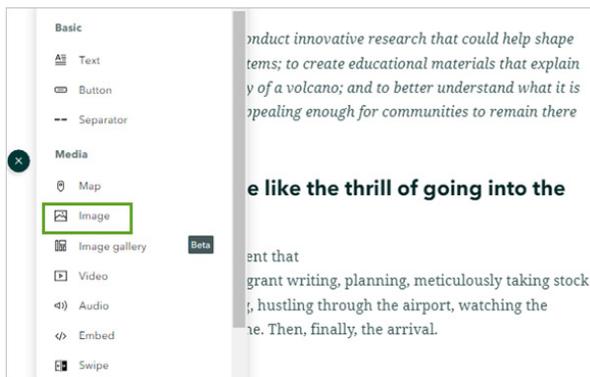


Figura 1. Oggetti dell'ArcGIS StoryMaps.  
Elaborata dagli autori.

Dopo aver aggiunto il testo, si può iniziare ad aggiungere e regolare i media per dare vita alla spedizione. Immagini, video e altri media sono importanti perché interrompono una lunga narrazione e forniscono un contesto. Ad esempio, si può aggiungere alla storia sia singole immagini che un sidecar coinvolgente e modificarne l'aspetto per adattarlo al meglio alla storia. Inoltre, si può aggiungere un testo alternativo, che descriva l'immagine in modo che chiunque utilizzi la storia con uno screen reader possa ancora sperimentare il lavoro nella sua interezza.

Suggerimento per creare storie:

- Mentre si procede, sarebbe bene assicurarsi di fermarsi e chiedersi se funziona come previsto. Sebbene sia importante avere un piano per la storia, va bene iterare e adattare mentre si procede; alcune cose che sembrano buone come concetto non funzionano come previsto nella pratica.

### III - 8.3 Regolazione del Design

Una delle cose più piacevoli di ArcGIS StoryMaps è la capacità di apportare molti perfezionamenti al design.

La prima opzione di progettazione è modificare il layout della copertina della storia. Sono disponibili tre scelte: completa, affiancata e minima. L'opzione minima dà la possibilità di includere un'immagine in formato orizzontale sopra il titolo o nessuna immagine. Inoltre, è possibile cambiare l'aspetto del tema dell'intera storia. Cambia anche i caratteri e il colore dell'accento. Si noti che cambia anche le mappe espresse, utilizzando una mappa di base più scura per completare lo sfondo della storia.



Figura 2: Tipi di temi di ArcGIS StoryMaps.

*Elaborata dagli autori*

Meglio ancora, è possibile creare un tema personalizzato. Il generatore di temi offre molte opzioni per personalizzare tavolozze di colori, caratteri, blocchi di virgolette, separatori e pulsanti e persino aggiungere un logo.

### III - 8.4 Pubblicare e condividere i risultati

Quando si è pronti per la pubblicazione, si vedranno queste opzioni di condivisione. “Privato” significa visibile solo all’autore; “Organizzazione” lo rende accessibile ad altre persone nell’organizzazione ArcGIS; “Tutti” rende pubblica la storia. Come parte del processo di pubblicazione, lo story checker cercherà problemi di autorizzazione con le mappe nella storia e segnalerà eventuali mappe o livelli le cui autorizzazioni di condivisione sono più restrittive di quelle della storia. Una volta pubblicata, è possibile tornare a modificare la storia in qualsiasi momento. Se la storia pubblicata è disponibile al pubblico, è possibile promuoverla attraverso piattaforme come Twitter o Facebook. Una parte fondamentale della condivisione di successo è avere una scheda attraente (o un’anteprima del collegamento) per i contenuti. ArcGIS StoryMaps genera automaticamente tali schede. Sul back-end, il builder prende il titolo, il sottotitolo e l’immagine di copertina della storia, riunendoli in una scheda ai feed dei social media. È possibile anche modificare le informazioni a cui fa riferimento la social card dalla storia, la scheda si aggiornerà automaticamente per mostrare l’immagine scambiata.



Figure 3: ArcGIS StoryMaps Card per i Social Media Feeds.

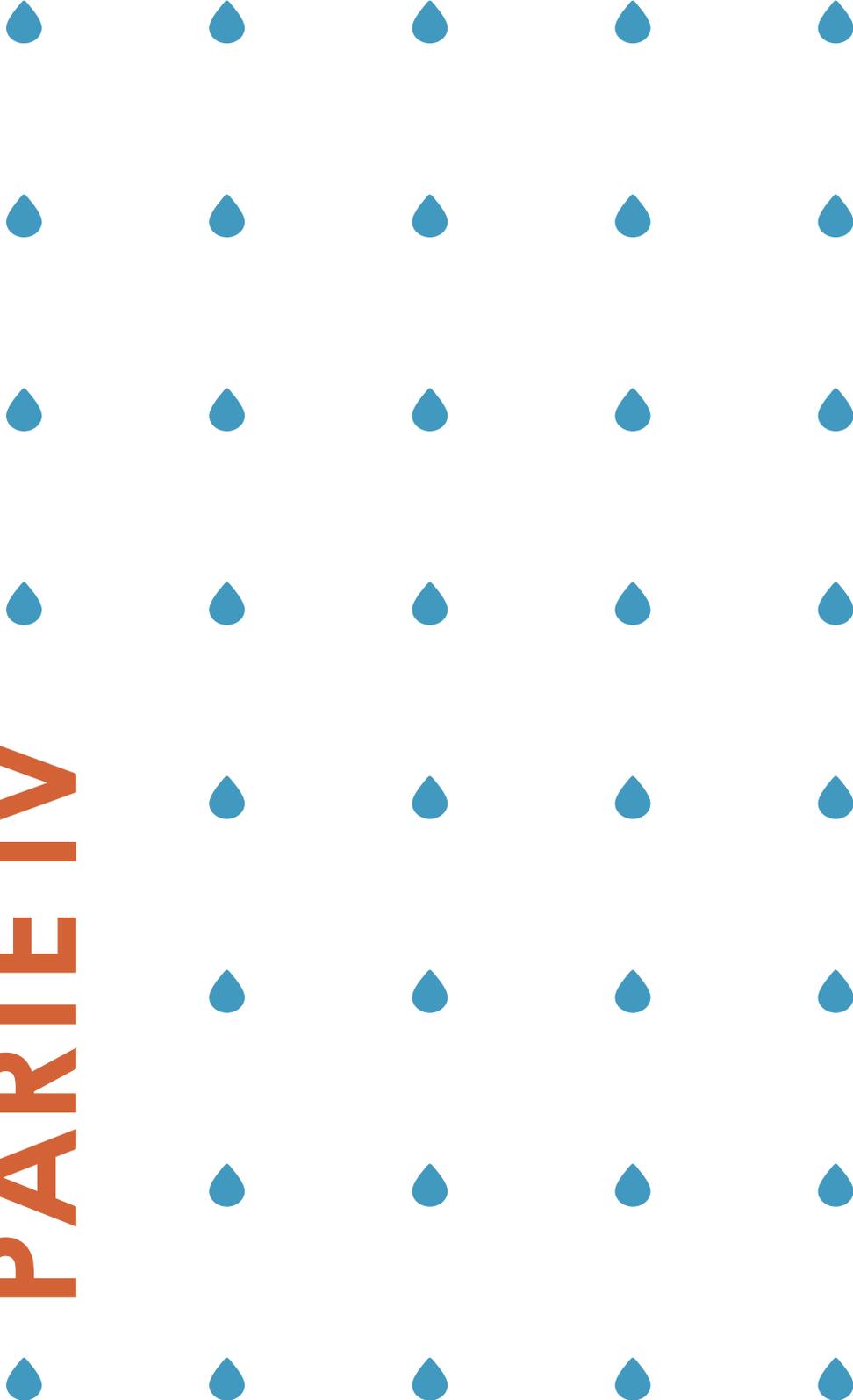
Elaborata dagli autori

## ***Bibliografia e sitografia:***

- <https://learn.arcgis.com/en/projects/share-the-story-of-an-expedition/>
- <https://storymaps.arcgis.com/stories/cea22a609a1d4cccb8d54c650b595bc4>
- <https://doc.arcgis.com/en/arcgis-storymaps/get-started/what-is-arcgisstorymaps.htm>
- <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-storymaps/overview>



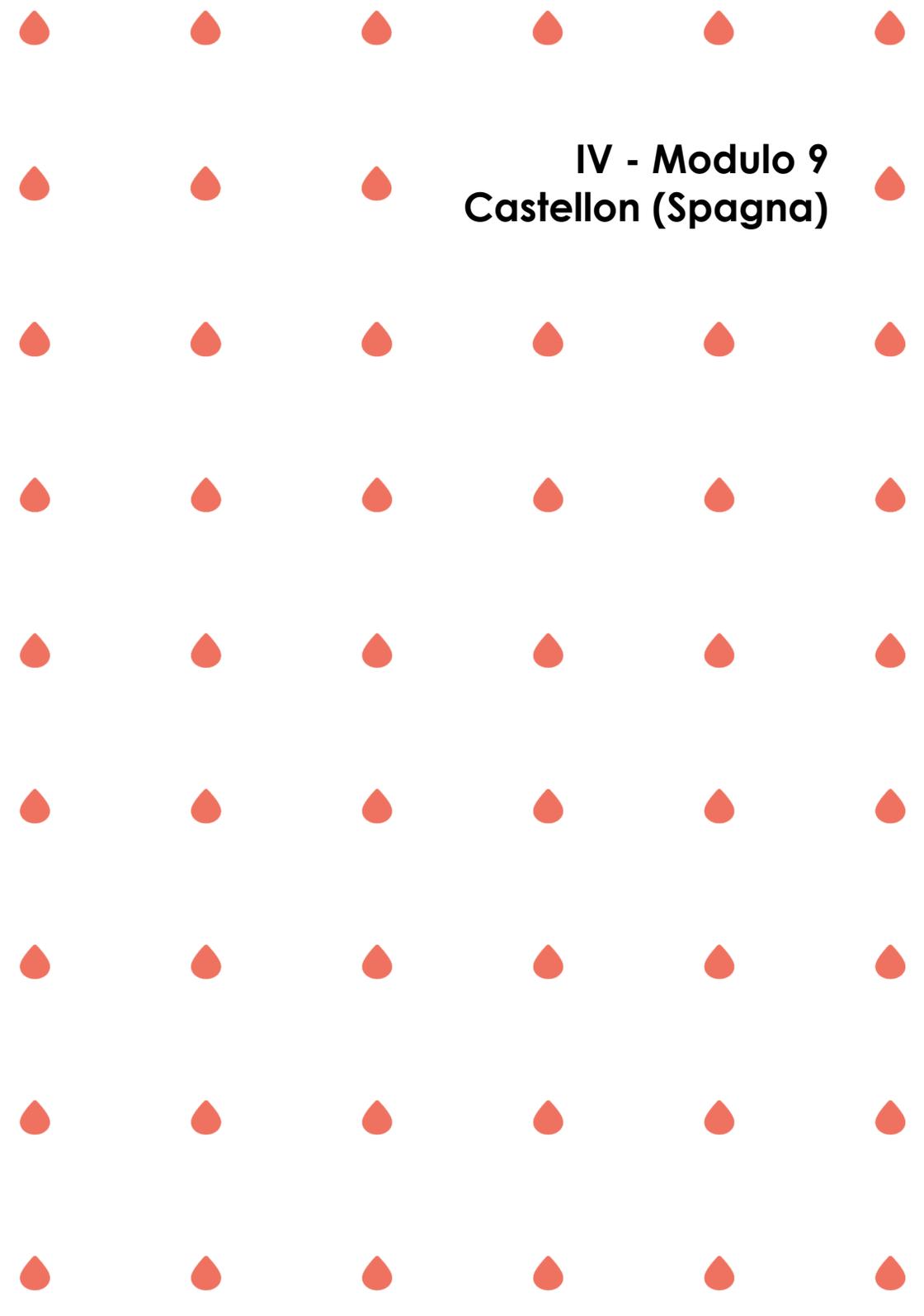
# PARTE IV





P R A T I C H E  
LEARNING-BY-  
DOING:  
CASI STUDIO



A decorative background consisting of a grid of red teardrop-shaped icons. The icons are arranged in 10 rows and 6 columns, with a small gap in the second row, second column.

**IV - Modulo 9  
Castellon (Spagna)**

## **IV - Modulo 9. Castellón (Spagna)**

### **Storia del patrimonio idraulico di Castellón de la Plana**

Strumenti didattici innovativi per la valorizzazione del patrimonio idraulico mediante l'uso di nuove tecnologie

#### ***Il contesto***

Il progetto "H2OMap: innovative learning through mapping of hydraulic heritage" è finanziato dalla Comunità Europa tramite il progetto Erasmus + K2 (partenariato strategico nel campo dell'educazione scolastica). L'obiettivo principale del progetto è promuovere nuovi modi di insegnare e imparare con l'uso di nuove tecnologie per migliorare la conoscenza del patrimonio idraulico. L'Università Jaume I di Castellón (coordinatrice del progetto), l'Università di Pavia e l'Università di Alicante, e quattro scuole secondarie in Spagna, Italia e Portogallo (IES Penyagolosa, Istituto Superiore Taramelli Foscolo, Agrupamento Escolas de Campo Mayor and Agrupamento de Escolas No. 3 de Elvas) stanno collaborando per creare strumenti innovativi e appropriati per l'analisi e la catalogazione del patrimonio idraulico. Il pubblico di riferimento consiste in insegnanti e studenti delle scuole secondarie, che possono sviluppare nuove capacità nel campo delle tecnologie per l'informazione e la comunicazione (ICT) e, allo stesso tempo, promuovere la conoscenza del patrimonio idraulico e del suo ruolo nello sviluppo della tecnologia, dell'economia e del territorio.

#### ***Lo scopo dello Storymap***

Lo Storymap sul patrimonio e sugli spazi idraulici che possiamo vedere sotto intende mostrare un processo, nel corso del tempo, di costruzione, distruzione, miglioramento, ampliamento e manutenzione di una complessa rete di infrastrutture e paesaggi idraulici, unica per il comune di Castellón de la Plana. Il paesaggio d'acqua che fedelmente riflette che cosa differenti società e culture ci hanno lasciato

in eredità in più di 1000 anni di storia. I modi di usare l'acqua, il rapporto con l'ambiente, l'uso o abuso che è stato fatto nello sfruttamento delle risorse disponibili, così come il bisogno di costruire opere e lavori che permettessero la raccolta, il trasporto, la distribuzione, la ritenzione o la trasformazione in energia dei corsi d'acqua sono presenti ovunque. Abbiamo bisogno soltanto di aprire gli occhi e iniziare ad identificarli nei nostri paesaggi quotidiani, nei campi o in città. È un'esperienza per incontrare ancora i nostri antenati, le persone che li hanno costruiti e, allo stesso tempo, per scoprire la ragione storica della loro esistenza. Vi invitiamo a fare un viaggio unico, a partecipare in alcune grandi scoperte. Andiamo!

## Evoluzione storica

La seguente mappa interattiva mostra l'evoluzione storica del patrimonio idraulico a Castellón de la Plana. Negli angoli ci sono alcuni bottoni che permettono di estendere la mappa a tutto schermo, di cambiare la scala di visualizzazione e di mostrare la legenda degli elementi del patrimonio. Allo stesso modo, cliccando sugli elementi catalogati è possibile vederne la descrizione e altre informazioni multimediali.

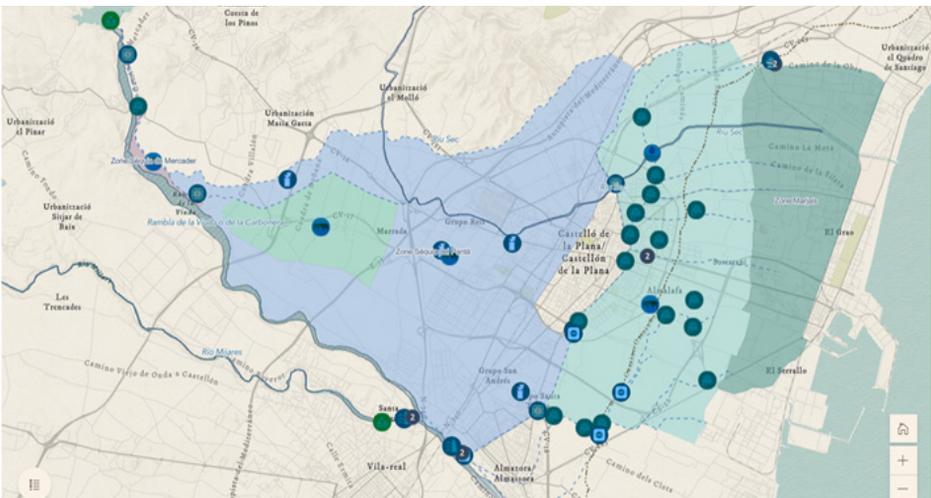


Figura 1. Patrimonio idraulico nell'area di Castellón de la Plana.

Elaborato dagli autori

## ***Prima dei cambiamenti***

L'attuale territorio municipale di Castellón de la Plana aveva un'estesa area umida e lacustre localizzata lungo il litorale dai piedi della catena montuosa del Desierto de les Palmes all'area del Grau. Si tratta di uno spazio separato dal mare da una barriera naturale che evita la miscelazione dell'acqua salata del mare con l'acqua dolce proveniente dalle varie fonti e sorgenti, come Fuente de la Reina, o dai contributi occasionali dei diversi torrenti che scendono dalla montagna o dallo stesso Río Seco che sfociava in quest'area paludosa. L'uso e sfruttamento umano dell'area umida, dalla ricca biodiversità e dalle abbondanti risorse naturali, è antico, come evidenziato da una densa occupazione di insediamenti preistorici nell'ambiente, così come la presenza di un'antica di comunicazione come la Anduviera, che segna il confine ovest dell'area da nord a sud.



Figura 2. Paesaggio naturale.

Elaborato dagli autori

## ***X secolo***

La conquista e l'incorporazione di queste terre in al-Andalus, a partire dall'VIII secolo, portò al progressivo insediamento di gruppi umani berberi di origine nordafricana, che ricorsero all'irrigazione come un modo significativo per trasformare il loro immediato intorno. Ma fu dal X secolo che, sotto il Califfato di Córdoba, che ebbe luogo una singolare crescita

di infrastrutture idrauliche a larga scala.

Una di queste fu la captazione dell'acqua del Río Millares e la trasformazione dell'area agricola sulla riva nord del fiume grazie ad una derivazione con due rami, o canali madre: uno che circola ad altitudini inferiori, il canale Almalafa, e l'altro che circola all'altitudine superiore, il canale maggiore.

Sia i fossi sia i loro rami abbracciano un importante arco di territorio tra il Río Millares a sud e i pendii della Sierra del Desierto a nord.

L'infrastruttura idraulica permetteva l'irrigazione dei campi costruiti, e inoltre dava contributi e ricariche agli acquiferi naturali nell'area del lago.

Gli insediamenti umani seguono il corso dei principali canali d'irrigazione o sono collegati ad altri fossi d'irrigazione derivati, che di solito portano lo stesso nome. Malgrado la costruzione delle infrastrutture di trasporto, furono trasformati solo i lotti più vicini alle fattorie o agli insediamenti antropici.

L'elemento idraulico più singolare e rappresentativo del tempo è il separatore che permetteva di dividere un flusso d'acqua corrente in due flussi proporzionali.



Figura 3. Separatore.  
Elaborato dagli autori

## **Secoli XIII – XVI**

La conquista feudale di queste terre nel XIII secolo portò all'incorporazione della sponda sinistra della pianura del Río Millares in due nuove signorie feudali. La conquista di un'area agricola con un sistema d'irrigazione forte e altamente strutturato permise alla popolazione appena insediata e alla sua signoria di intensificare al massimo la trasformazione dei campi e di estendere quanto più possibile l'area irrigata con le acque del Río Millares.

Tra la fine del XIII e l'inizio del XIV secolo, l'estensione della storica area coltivata di Castellón de la Plana raggiunse la stessa superficie di oggi. Furono trasformati tutti i precedenti interstizi tra i lotti coltivati delle diverse fattorie dell'epoca di al-Andalus, furono trasformate anche alcune parti di Alters che erano difficili da irrigare ed ebbe inizio anche un processo di bonifica delle zone umide dal Camino de la Donación fino al mare. La grande trasformazione riguardò anche gli insediamenti e i luoghi di residenza, che ora si trovavano concentrati in un solo: la villa medievale di nuova fondazione che fu costruita al confine del Canale Maggiore di irrigazione. La principale trasformazione nel sistema d'irrigazione ebbe luogo nella distribuzione e ripartizione dell'acqua. Ora c'è la stessa quantità d'acqua per irrigare più terra, il che obbligò a organizzare turni per l'irrigazione e alterare le proporzioni dei vecchi separatori. L'altro grande cambiamento nell'infrastruttura idraulica è la proliferazione di mulini per la farina tra il XIV e il XV secolo, che raggiunsero il numero di dodici, metà dei quali sul Canale Maggiore e l'altra metà sulle righe. Quasi tutti erano mulini per la farina di grano, tranne uno che lavorava con il riso. Alcuni di questi mulini sopravvissero fino al XX secolo, ma quasi metà di essi furono abbandonati attorno al 1500.



Figura 4. Canali d'irrigazione.  
Elaborato dagli autori

### **Secoli XVII – XVIII**

L'area agricola irrigata rimase quasi la stessa, senza alcuna crescita, ma con un grande uso dei corsi d'acqua come fonti d'energia con la conseguente costruzione di nuovi mulini.

Tre fatti importanti caratterizzano il periodo. In primo luogo, nel XVII secolo, la costruzione del nuovo sbarramento a monte del fiume, oltre la confluenza della Rambla de la Viuda; e alla fine del XVIII secolo, da un lato la separazione dell'acqua tra Almassora e Castellón de la Plana con le nuove infrastrutture idrauliche derivate; e dall'altro lato, lo sviluppo del progetto di Salvador Catalán di costruire una colonia agricola nel distretto di Benadressa e trasformare un intero lotto di terra asciutta in terra irrigata.

Purtroppo, il progetto della colonia agricola non andò a buon fine e delle 700 "faneghe" (terreno che si può seminare con una "fanega" di grano, pari a circa 50-60 L di semi), solo un centinaio furono effettivamente irrigati. La cosa importante, tuttavia, è che furono stabilite le basi e le fondazioni per futuri lavori idraulici nel territorio comunale.



Figura 5. Infrastruttura idraulica.  
Elaborato dagli autori

### **XIX secolo**

Una conseguenza della separazione delle acque tra le città di Almassora e Castellón de la Plana, alla fine del secolo precedente, fu la concentrazione di un più abbondante flusso d'acqua nella sezione iniziale del nuovo canale d'irrigazione e la costruzione di sei nuovi mulini da farina, uno dei quali convertito successivamente nella cartiera Estrassa. In questo modo, il Comune raggiunse ancora una volta il numero massimo di mulini, con un totale di tredici.

Ma la più significativa trasformazione idraulica sarà la costruzione del canale irriguo Fomento, con il fine di continuare ed ampliare significativamente il progetto di Salvador Catalán per il distretto di Benadressa. Al progetto di trasformare 400 ettari di terra asciutta in terra irrigata fu aggiunto quello di fornire acqua potabile alla città di Castellón de la Plana, il che contribuì alla costituzione della società "Fomento Agrícola Castellonense", convertita poi in società anonima e nota come FACSA.

Nonostante la costruzione di una spettacolare infrastruttura, solo poco più di un quarto dell'area inizialmente prevista fu trasformata in terra irrigata.



Figura 6. Fomento Agrícola Castellonense.  
Elaborato dagli autori

### **XX secolo**

Questo secolo è caratterizzato da due fenomeni collegati all'ottenimento di maggiori e più abbondanti risorse d'acqua per l'irrigazione. Da un lato, la captazione di correnti sotterranee e, conseguentemente, la proliferazione di macchine a vapore per estrarre l'acqua dal sottosuolo, che lasciò nel paesaggio gli esili profili dei camini di mattoni. Dall'altro lato, la costruzione del bacino Maria Cristina e del canale irriguo derivato permise la trasformazione di oltre 2000 ettari di terra asciutta in terra irrigata, che rappresentò un'estensione quasi pari a quella delle storiche aree coltivate sul Río Millares. Il paesaggio agricolo del comune cambiò radicalmente.

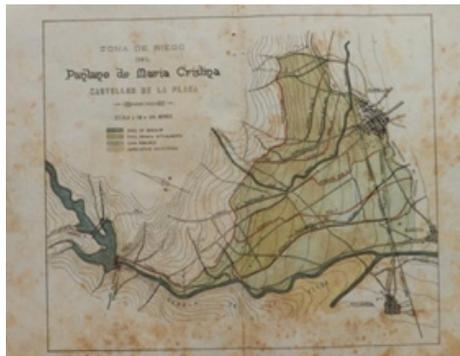


Figura 7. Mappa idraulica.  
Elaborato dagli autori

## **Inventario**

L'inventario mostra il patrimonio idraulico registrato assieme alla descrizione e ubicazione.

### **Separatore Almalafa/Valero**

Il separatore dei canali Almalafa/Valero consiste di un tajamar, con bordi di pietra sul fondo e un fronte arrotondato. Si trova nel nuovo canale irriguo Almalafa, costruito nel 1789, e distribuisce il flusso d'acqua tra i due nuovi canali irrigui, il canale Almalafa con maggiore volume a sinistra e il canale Valero con meno volume sulla destra. Quest'ultimo, dopo una breve distanza, raggiunge il mulino del Salt de la Novia e continua approfittando del canalizzato Barranquet. La separazione adotta una forma curva disegnando una svolta a 90°, coincidente con la curva fatta dal canale irriguo Almalafa appena dopo aver attraversato l'Anduviera e aver corso parallelamente ad esso in direzione nord.



Figura 8. Separatore Almalafa/Valero.

Elaborato dagli autori

### **Acquedotto del Río Seco**

Il canale irriguo della Coscollosa disegna un arco quasi perfetto dalla sua fonte sul bordo del muraglione fino a che non raggiunge la gola della Magdalena. Nel suo tracciato, attraversa il Río Seco su un'ampia punta e con un grande dislivello dove c'è sempre stato un acquedotto che

consentiva il passaggio dell'acqua. La sua forma originaria era quella di pilastri che sostenevano canali di legno, anche se le successive alluvioni ne hanno lasciato solo piccole tracce. L'ultimo acquedotto esistente era una costruzione che usava il calcestruzzo come materiale di base. I supporti erano costruiti sui margini, in forma di pilastri quadrati e di due pilastri circolari centrali. Sopra di essi c'era un canale in calcestruzzo prefabbricato coperto, che così permetteva il passaggio al di sopra. Era largo 1,4 m e lungo 42 m. L'altezza dell'acquedotto sul fondo del Río Seco era pari a 6,5 m. Il lavoro di canalizzazione del Río Seco all'inizio del XXI secolo ha eliminato ogni traccia dell'elemento idraulico e ha profondamente trasformato l'area.



Figura 9. Acquedotto del Río Seco.  
Elaborato dagli autori

### ***Mulino di Babiloni***

L'edificio del mulino per farina si trova a Fadrell. Fu costruito nei primi decenni del XIX secolo e aveva tre piani e un tetto a due falde. È una costruzione allungata in muratura, collocata sul tracciato del canale irriguo di Valero, presso l'Anduviera. Attorno ad esso si trova una serie di corpi di fabbrica aggiunti in fasi successive, poiché era anche una casa. All'interno dell'edificio non si è conservato nulla dei macchinari, delle pietre da mulino o delle ruote, nonostante il luogo non sia mai stato abbandonato. I lavori più recenti hanno riguardato la

parte idraulica del mulino, in particolare l'arrivo dell'acqua attraverso il canale irriguo che, dopo aver annullato la sua corrente all'interno del carcau, corre attraverso il vecchio sfioratore, convertito in un normale passaggio del canale irriguo, sversando l'intero flusso d'acqua nella gola canalizzata.



Figura 10. Mulino di Babiloni.  
Elaborato dagli autori

### ***Acquedotto del Barranc del Malvestit***

L'acquedotto fu costruito alla fine del XIX secolo per il canale irriguo del Fomento per attraversare la gola del Malvestit. La costruzione presenta una solida fattura in un singolo arco a tutto sesto con una luce di 3,95 m e la sommità di 2 m superiore. È costruito su pilastri lungo il corso del torrente, realizzati in blocchi di pietra, e l'arcata è in mattoni, mentre il resto della fabbrica della struttura è in muratura legata con malta. L'altezza totale dell'acquedotto è di 9,55 m, con una lunghezza approssimativa di 202 m. Il canale ha una larghezza esterna di 1,9 m, di cui 110 corrispondono all'involucro, con una profondità di 86 cm. Al momento, l'acquedotto non svolge la sua funzione originale. L'unica significativa alterazione che ha subito è stata la copertura del canale, originariamente scoperto, per mezzo della costruzione di un tetto ribassato di mattonelle. Nell'area dell'acquedotto, la

copertura fu realizzata con lunghe lastre di pietra disposte in piano.



Figura 11. Acquedotto del Barranc del Malvestit.  
Elaborato dagli autori

### **Acquedotto del Barranc d'Almela**

L'acquedotto fu costruito alla fine del XVIII secolo perché il canale irriguo Mercader attraversasse la gola Almela. L'opera presenta una costruzione molto solida di un arco semicircolare. Il fornice dell'arco ha un'ampiezza di 5,75 m su piedritti alti 1,65 m sul letto della gola. L'intero arco è costruito in pietra legata da malta. Il canale ha una larghezza esterna di 1,76 m, di cui 98 cm corrispondono al suo involucro, con una profondità di 68 cm. L'altezza totale dell'acquedotto è 6,88 m, e la lunghezza è di 16,5 m, con una sezione dritta nel centro e due leggere inflessioni ai bordi della gola per entrare nel canale. Sul lato a valle, a ovest, presenta un imponente contrafforte, che copre tutta l'elevazione dell'opera. Al momento, l'acquedotto è fuori servizio. L'unico cambiamento significativo che può essere osservato è stato l'innalzamento delle sponde del canale nella sezione dell'acquedotto,

per permettere l'aumento del livello dell'acqua, avvenuto probabilmente alla fine del XIX secolo quando fu costruito il canale irriguo Fomento.



Figura 12. Acquedotto del Barranc d'Almela.  
Elaborato dagli autori

### **Mulino Barranc**

Il mulino fu costruito all'inizio del XIX secolo nel distretto di Fadrell, alla fine del canale irriguo Almalafa che fu costruito dopo la definitiva divisione delle acque tra Castell Castellón e Almassora. L'edificio del mulino, che era ancora in piedi all'inizio del XXI secolo, aveva una pianta rettangolare, era posto trasversalmente al flusso dell'acqua e aveva tre piani con un tetto a due falde. Nella stanza del mulino c'erano due macine per farina di frumento, anche se negli anni '20 e '30 del XX secolo macinava riso e nella seconda metà del XX secolo produceva ghiaccio – da cui il soprannome di “Mulino del Ghiaccio”. L'edificio fu completamente distrutto all'inizio del XXI secolo e ad oggi restano solo tracce della vecchia costruzione.



Figura 13. Mulino Barranc.  
Elaborato dagli autori

### ***Acquedotto del Barranquet***

Il principale canale irriguo di Castellón supera la gola di Almassora in un punto stretto e dalla ripida pendenza per mezzo della costruzione di un acquedotto. L'opera presenta la solida fattura di un singolo arco ribassato, con una freccia di 2 m e una luce di 6,40 m. Il tutto è costruito in conci squadrate. L'altezza totale dell'acquedotto è 5,40 m, e la sua lunghezza supera i 35 m. Nella parte della corrente presenta due tagliaacqua lunghi oltre 2 m, costruiti in conci squadrate per canalizzare le acque. Alla fine del XVIII secolo, i cambiamenti e miglioramenti fatti sull'acquedotto compresero il rinforzo di quest'area con muri di contrafforte che nascosero quasi completamente i tagliaacqua. Sulla sommità dell'acquedotto si trova il canale, che inizialmente era scoperto, ma che ora ha una copertura in calcestruzzo. L'acquedotto ha una larghezza esterna di 3,30 m, di cui 2,20 m corrispondono all'involucro del canale. I muri laterali sono coronati da conci squadrate e lavorati che appartengono ai miglioramenti della fine del XVIII secolo.



Figura 14. Acquedotto del Barranquet.  
Elaborato dagli autori

### ***Mulino di Casalduch***

Il mulino ha origine medievale, ma ha subito numerose modifiche che hanno alterato sia l'edificio originario, sia la sua parte idraulica. La base architettonica dell'edificio attuale risale alla fine del XIX secolo. È un edificio di ampie proporzioni, disposto trasversalmente rispetto al tracciato del canale irriguo maggiore di Castellón, con tre piani fuori terra e un tetto a due falde. La muratura del mulino contrasta in modo marcato con il resto degli edifici annessi, che sono stati costruiti nella seconda metà del XX secolo. Questi ultimi sono ampi spazi costruiti con materiali moderni e con poche aperture verso l'esterno, usati come depositi e per installare macchinari industriali. Il mulino aveva tre macine e, di conseguenza, tre ingressi per l'acqua, come pure uno sfioratore per la circolazione dell'acqua, i cui tagliaacqua sono costruiti con conci squadrati di pietra lavorata. Il mulino è cresciuto sui lati, accostandosi ai limiti della via di Vinamargo e alla condotta del Canale Maggiore.



Figura 15. Mulino di Casalduch.  
Elaborato dagli autori

### ***Vecchia diga di ritenuta Castellón/Almassora***

La diga di ritenuta di Castellón and Almassora del 1618 conserva solo una piccola parte del suo fossato, costruito con grandi lastre di pietra e malta a legarle al conglomerato del letto del corso d'acqua. Il suo tracciato punta ad una forma rettangolare che incanalava l'acqua verso lo stesso punto di oggi, dove si trovano le gole. La superficie del muro presenta una leggera inclinazione verso il lato che riceve la corrente. Si trova a soli 20 metri dal nuovo sbarramento del XIX secolo.



Figura 16. Vecchia diga di ritenuta Castellón/Almassora.  
Elaborato dagli autori

## **Nuova Diga di Castellón/Almassora**

L'attuale diga di Castellón/Almassora è una costruzione rettilinea disposta obliquamente rispetto al letto del fiume. È costruita da conci squadrate e malta e costituita da una diga o muro alta 2,75 m e lunga 106 m, con una larghezza che supera i 5 m alla base e si riduce fino a 1,5 m in sommità. La disposizione longitudinale della diga permetteva di incanalare l'intero flusso d'acqua verso il lato sinistro del Río Millares, dove si trovano le nuove gole o prese d'acqua della fine del XIX secolo. Queste ultime sono disposte parallelamente al letto del fiume, perché l'immissione dell'acqua non sia mai diretta. Le prese sono parte di una più ampia costruzione complessiva che include, oltre alle tre prese d'acqua, tre altri cancelli per pulire il fondo della diga. Ci sono tre cancelli per la regolazione del flusso e tre cancelli per la pulizia per lasciar passare il fango e la ghiaia. Il complesso fu costruito tra il 1886 e il 1895.



Figura 17. Nuova Diga di Castellón/Almassora.

Elaborato dagli autori

## **Mulino Catx**

Il complesso edificato si trova nel distretto di Fadrell, sulla nuova sezione del canale irriguo Almalafa che lo attraversa nel mezzo. La costruzione risale alla prima metà del XIX secolo e presenta un semplice corpo di fabbrica nella parte anteriore, con una serie di grandi patii chiusi che erano usati come depositi e stalle. La facciata principale del complesso guarda

ad est ed è formata da due edifici allungati e adiacenti. Quello sulla sinistra ha un solo piano con un terrabasal che serviva da residenza, mentre quello sulla destra ha due piani e corrisponde alla sala di macinazione e alla residenza della famiglia del mugnaio. La sala di macinazione conserva le due macine fissate, ma sono andate perdute le sale superiori e ogni tipo di meccanismo del mulino. L'ingresso e i salti dell'acqua sono le parti che hanno subito più alterazioni. Appesi ai muri ci sono resti delle numerose pulegge che permettevano di muovere le varie macchine per pulire e setacciare installate al piano superiore. Prima del 1887 funzionava come cartiera e ci sono ancora tracce di quest'attività, anche se da allora funzionava come mulino per le farine.



Figura 18. Mulino Catx.  
Elaborato dagli autori

### **Ciminiera Censal**

È una ciminiera in mattoni legata ad un pozzo per l'estrazione dell'acqua per l'irrigazione localizzata nell'area di Censal, tra la strada per Almassora e il canale irriguo principale, vicino alla vecchia strada di Ribesalses, e risale all'inizio del XX secolo. Associate alla ciminiera erano una fattoria e alcune attrezzature che conformano il complesso idraulico, come il pozzo, la baracca per alloggiare il motore, la ruota di pale che elevavano l'acqua sotterranea e la zattera di stoccaggio

e regolazione del flusso di irrigazione. La ciminiera rimane completa, nonostante il suo cattivo stato di conservazione. È a pianta quadrata, con basamento, corpo e coronamento. L'elemento è un esempio tipico delle prime ciminiere che apparvero alla metà del XIX secolo (del tipo "a piramide tronca"), molto frequenti nel nostro paese nei motori da pozzo durante gli anni '20 e '30 del XX secolo.



Figura 19. Ciminiera Censal.  
Elaborato dagli autori

### **Molino Cervera**

Il nome del mulino è dovuto al cognome del suo costruttore, Pedro Cervera, cittadino di Castellón. Il mulino fu costruito all'inizio del XIX secolo sul filare di Rafalafena, nell'omonimo distretto rurale, accanto alla strada per Hondo. Alla metà del XIX secolo la sua produzione era la terza tra tutti i mulini di Castellón e alla fine del secolo due famiglie vivevano nel mulino. La sua attività non durò oltre i primi decenni del XX secolo, e successivamente fu abbandonato e demolito.



Figura 20. Mulino Cervera.  
Elaborato dagli autori

### ***Mulino Darrer***

Il mulino è collocato a valle dei tre costruiti nel XIV secolo nella sezione tra il separatore di Coscollosa e il Río Seco. Il nome Masquefa è il cognome del suo proprietario nel XVI secolo. Fu costruito alla fine del Canale d'irrigazione maggiore di Castellón, nel distretto di Ramo. Il mulino continuò ad operare durante il XIX secolo, ma cessò la sua attività come mulino per farine all'inizio del XX secolo. La sua ultima attività industriale fu la macinazione del gesso, anch'essa di breve durata durante i primi decenni dello stesso secolo. Il mulino fu una fattoria per gli ultimi decenni, fino a quando fu completamente distrutto nel 1993. Il mulino aveva una singola navata, con una pianta allungata, disposta trasversalmente sul canale irriguo, con un tetto a due falde e due piani fuori terra. L'accesso all'edificio avveniva attraverso la facciata laterale sulla strada di Molins. Successivamente, altri edifici più piccoli furono aggiunti alle estremità nord e sud. Il mulino aveva due set di macine.



Figura 21. Mulino Darrer.  
Elaborato dagli autori

### **Canale del Pantà**

Il canale irriguo del bacino idrico è un'infrastruttura idraulica formata da un'estesa rete di canali e fossi. Il canale di derivazione era lungo 14 km, dalla diga Maria Cristina fino a superare la gola di Torreta e a raggiungere la strada o sentiero di La Paja, sul lato nord del comune. Un totale di cinque canali di distribuzione (chiamati rispettivamente fossi d'irrigazione numero 1, 2, 3, 4 e 5 da nord a sud) nascevano dal canale di derivazione e coprivano una lunghezza totale di 34 km. Il primo fosso di distribuzione appare quando il canale ha già coperto una distanza di 5,5 km, all'altezza di Cuadra de Villalón, e tutti e cinque procedono in direzione est fino a giungere quasi perpendicolarmente al Canale Maggiore di Castellón, nella parte meridionale del comune, o al canale di Coscollosa, nell'estremità settentrionale. L'acqua del bacino irriga più di 2000 ettari di terra (24'000 faneghe) nei distretti di Benadresa, Estepar, Rodeo e Boalar, che precedentemente erano irrigati solo dalle piogge. La costruzione di quest'infrastruttura tra il 1913 e il 1925 ebbe un deciso impatto sul panorama agricolo di Castellón de la Plana, poiché quasi eguagliava l'area che rappresentava la storica zona coltivata del canale d'irrigazione del Río Millares.



Figura 22. Canale del Pantà.  
Elaborato dagli autori

### **Canale Foment**

Il punto di partenza di quest'infrastruttura fu nel 1872, quando Antonio Barrachina ottenne la concessione per lo sfruttamento dell'acqua che scorreva nel ruscello Viuda per irrigare 400 ettari di terra asciutta nel distretto di Benadresa. Il progetto riprendeva la proposta di Mercader e la estendeva notevolmente. Il canale d'irrigazione ora la gola del Malvestit e raggiungeva il Ríó Seco e la stalla del Ros. Al progetto fu poi aggiunto l'obiettivo di fornire acqua potabile alla città di Castellón de la Plana, il che portò alla costituzione della compagnia "Fomento Agrícola Castellonense" nello stesso anno. Nonostante l'infrastruttura fosse stata costruita, il progetto di trasformazione in terre irrigate non raggiunse gli obiettivi previsti e dei 400 ettari pianificati solo 117 furono effettivamente trasformati, mentre gli altri rimasero terra non irrigata. Infine, all'inizio del XX secolo, circa 1500 faneghe di terra asciutta era stata convertita in terra irrigata nell'area di Benadresa.



Figura 23. Canale Foment.  
Elaborato dagli autori

### **Fonte la Regina**

La Fonte la Regina (Fuente la Reina) è una sorgente naturale d'acqua dolce, che fornisce un flusso irregolare, sempre inferiore ad 1 m<sup>3</sup>/s. Si trova nel punto in cui l'acqua sgorga dalla Sierra del Desierto, fungendo da collegamento tra la zona arida e l'area tradizionale di coltivazione, proprio alla fine del percorso del Canale Maggiore di Castellón. La fonte ha una parte sotterranea, una galleria scavata nel terreno per trovare il punto preciso in cui sgorga l'acqua. Lungo il percorso, si possono trovare una serie di pozzi di aerazione e ventilazione, che servivano anche per estrarre i sedimenti scavati dalla galleria. Gran parte dei pozzi oggi sono sigillati, ma un paio di essi sono ancora visibili.



Figura 24. Fonte la Regina.  
Elaborato dagli autori

### **Mulino Fonte**

Il mulino fu costruito proprio alla fine del tracciato del Canale Maggiore d'irrigazione, nell'area della Fonte la Regina. La costruzione oggi ancora in piedi corrisponde ad un edificio che è stato ampliato e rimaneggiato nei secoli passati, con fabbricati annessi costruiti per ospitare i macchinari del nuovo motore del mulino. Lo spazio più antico corrisponde ad una navata allungata, disposta trasversalmente sul canale d'irrigazione principale. Il mulino ha un solo piano fuori terra, con un tetto a due falde, e la sua costruzione combina la muratura con l'uso di piastrelle. Negli interni, non ci sono resti delle macine o dei meccanismi complementari, né delle ruote.



Figura 25. Mulino Fonte.  
Elaborato dagli autori

### ***Antichi separatori reali***

La separazione è risolta da un tagliaacqua centrale e da conci squadrati laterali, con una rientranza per far scorrere i cancelli in legno. Questi sono gli antichi separatori reali che dividevano l'acqua tra il canale d'irrigazione Molino – precedentemente da Almassora – e il Canale Maggiore d'irrigazione – precedentemente da Castellón –, e che erano adiacenti alla nuova separazione interna tra Almassora e Castellón dopo che le acque furono divise alla fine del XVIII secolo. L'intervento consistette nello smantellamento del lato sinistro, per poter restringere il passaggio dell'acqua nella direzione della città. Le attuali proporzioni riflesse nelle ordinanze sono 8,5 parti per il canale d'irrigazione Molino e solo 1,5 parti per il Canale Maggiore, mentre in passato dividevano 14,5 file per Castellón e 12,5 file per Almassora. Qualche decennio fa, i fossi furono rivestiti in calcestruzzo, rispettando la divisione.



Figura 26. Antichi separatori reali.  
Elaborato dagli autori

### ***Molino del Forn de Vidre***

Nella documentazione medievale si fa riferimento ad un mulino in un luogo chiamato “fornace del vetro”, un toponimo che ne suggerisce il possibile uso industriale. La sua collocazione potrebbe corrispondere ad un sito che tuttora mantiene il toponimo, attualmente accanto al Canale irriguo de la Obra, nelle vicinanze della Fonte la Regina e non distante dall’area delle paludi. Il riferimento più antico è del 1486 e indica che era in rovina. Nel 1502 è chiamato per la prima volta “el Molinàs”, usando il termine almeno fino al 1566, quando si insiste che il luogo era abbandonato da più di trent’anni. Corrispondenti alle rovine del Molinàs, tutto ciò che rimane sono i pochi muri ancora in piedi di un edificio rettangolare con un tetto a falde.

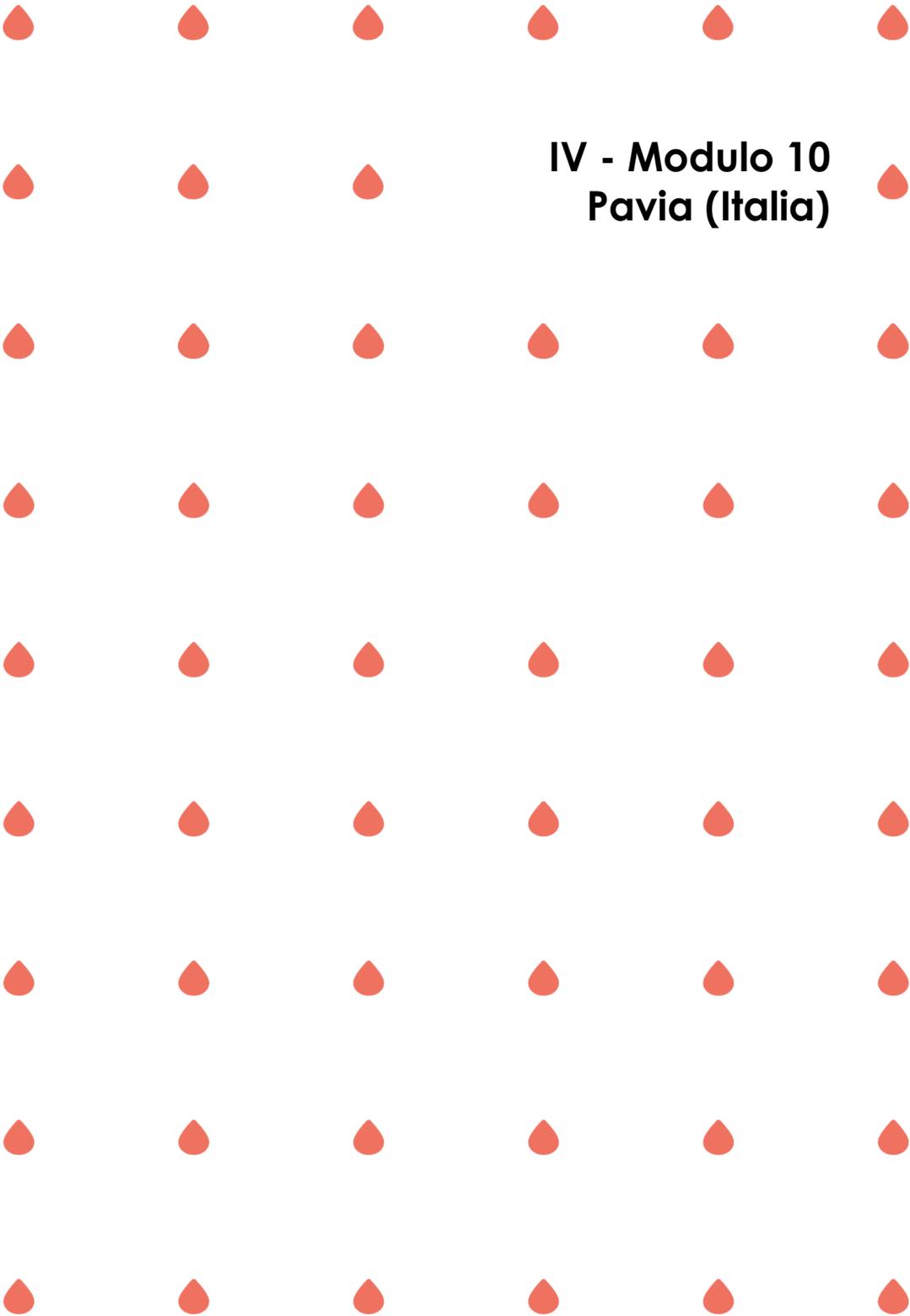


Figura 27. Mulino del Forn de Vidre.  
Elaborato dagli autori

### ***Prodotto finale***

L'intero inventario è presentato nello Storymap finale al link:  
<https://storymaps.arcgis.com/stories/c6f249ec49904a428def1d5faf9ae688>

**IV - Modulo 10**  
**Pavia (Italia)**



## **IV - Modulo 10. Alle origini del progetto: perché H2OMap**

### **IV - 10.1 L'Istituto Superiore Taramelli-Foscolo di Pavia**

L'ISTITUTO SUPERIORE TARAMELLI-FOSCOLO (d'ora in avanti ISTF) è nato nel 2015 dall'unione dei due più antichi Licei della città di Pavia, il Liceo Scientifico Torquato Taramelli e il Liceo Classico Ugo Foscolo.

Entrambe le scuole sottolineano nel loro piano di studi il rapporto tra tradizione umanistica e cultura scientifica attraverso un'ampia gamma di discipline: lingua e letteratura italiana, lingua e letteratura latina, matematica, fisica, chimica, biologia, scienze naturali, geografia, storia, filosofia, lingua e cultura inglese, storia dell'arte, scienze motorie, lingua e letteratura greca antica (nello specifico del Liceo Classico) e disegno tecnico (nello specifico del Liceo Scientifico).

La missione dell'Istituto è quella di fornire agli studenti, che frequentano la scuola per cinque anni (dai 14 ai 18 anni), le competenze necessarie per accedere a qualsiasi università o istituto di istruzione superiore.

Il Liceo Classico Ugo Foscolo fu fondato nel 1859, dopo essere stato per secoli un collegio religioso (Barnabiti e Gesuiti); il Liceo è tuttora ospitato nell'antico monastero di Santa Maria di Canepanova (XV-XVI secolo).

Il Liceo Scientifico Torquato Taramelli, fondato nel 1923, è situato in un antico monastero carmelitano (XV secolo) dove dal 1799 erano ospitate le Scuole Normali.

ISTF conta più di 1000 studenti, circa 100 insegnanti, e ha una lunga tradizione di collaborazione con l'Università di Pavia in numerosi e svariati progetti di orientamento e approfondimento. Grazie a uno di essi, il progetto Archias, nel 2018 un gruppo di studenti di ISTF aveva avuto una proficua occasione di incontro con il prof. Carlo Berizzi del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia.

## **IV - 10.2 Perché H2OMap**

Per questo, quando il prof. Berizzi ci ha proposto la possibilità di partecipare al progetto H2OMap, per ISTF si è trattato di un'occasione estremamente interessante e coinvolgente. Gli obiettivi fondamentali del progetto si possono sintetizzare così:

- miglioramento delle competenze nell'uso attivo e nella fruizione delle

Tecnologie dell'informazione e della comunicazione;

- incremento dell'interesse per la scienza, la tecnologia, l'ingegneria e la matematica (note come discipline STEM);
- valorizzazione del patrimonio idraulico a livello storico, artistico, geografico, socio-economico.

La fisionomia di studi del nostro Istituto persegue infatti specificamente l'integrazione delle discipline scientifiche con quelle umanistiche: a partire da una profonda consapevolezza storica e culturale, si radica nel passato l'acquisizione delle conoscenze e competenze utili a plasmare il futuro, da quelle scientifiche a quelle digitali e comunicative.

A questa sinergia contribuisce l'attenzione costante alla costruzione della casa comune europea, in una prospettiva di internazionalizzazione il più possibile inclusiva, che miri da un lato a minimizzare gli effetti di ogni forma di sperequazione o discriminazione socio-economica, dall'altro a favorire il contatto, il confronto, lo scambio fecondo tra studenti provenienti da realtà e paesi diversi: in questa direzione, le mobilità studentesche associate alle Learning Teaching Training Activities (LTTA) hanno rappresentato uno strumento davvero prezioso nell'officina destinata a creare i futuri Cittadini Europei.

## **IV - 10.3 H2OMap ai tempi del Covid-19**

Siamo dunque partiti con la ferma intenzione di coinvolgere il maggior numero possibile di studenti e docenti delle varie discipline. Il gruppo di lavoro è stato costituito dalle

due docenti referenti, una di latino e greco e una di storia e filosofia, affiancate da una ventina di docenti sia dei consigli di classe sia esterni (in particolare docenti di lingue, matematica e fisica, scienze, storia). Il gruppo di studenti coinvolti ha contato oltre 40 studenti del triennio superiore, che hanno cooperato per la seconda fase di LTTA, prevista inizialmente a Pavia nel 2022.

La pandemia Covid-19 ci ha obbligato a un profondo ripensamento delle attività previste, ma per fortuna, grazie al concorde impegno di tutti, non a uno snaturamento né a un depauperamento: se da un lato essa ha reso molto più lento e macchinoso l'avvio del progetto, demandando alle modalità online pressoché tutte le attività, dall'altro ha reso il progetto H2OMap uno spiraglio di apertura e speranza in tempi difficili, come abbiamo sperimentato nella partecipazione alla prima mobilità in Spagna nell'ottobre 2021.

Per consentire a tutti i partner di partecipare a un'esperienza così preziosa nonostante le difficoltà legate alla pandemia, abbiamo ripensato la seconda fase di LTTA, prevista in origine per tutti nella primavera 2022, suddividendo le attività in due periodi separati:

dal 1° al 6 maggio 2022 abbiamo ospitato 17 studenti e 3 docenti provenienti da Castelló (Spagna);

dal 9 al 14 ottobre 2022 abbiamo ospitato 20 studenti e 6 docenti da Elvas e Campomaior (Portogallo).

il maggior impegno organizzativo è stato ampiamente ripagato dalla possibilità di coinvolgere in modo più approfondito e capillare un maggior numero di studenti, che hanno così acquisito in maniera più produttiva e costruttiva le competenze attese.

## **IV - 10.4 LTTA 2022: il Naviglio Pavese dal Castello Visconteo alla confluenza con il Ticino**

La città di Pavia ha una tradizione millenaria di stretto rapporto con l'acqua: nata sul fiume Ticino, ne ha per secoli condiviso anche il nome. L'antica Ticinum, infatti, fu fondata forse nell'89 a.C. e mantenne questo nome fino all'età longobarda. Al rapporto privilegiato con il fiume si è poi aggiunto nel corso dei secoli quello con una fitta rete di canali che ne percorrono il territorio, a partire dal Naviglio Pavese. Abbiamo quindi individuato come caso di studio, grazie al prezioso supporto dell'équipe del prof. Berizzi, l'area urbana del Naviglio Pavese dal Castello Visconteo alla Conca del confluyente, dove il Naviglio confluisce nel Ticino, in un percorso tra città e parco che attraverso Borgo Calvenzano e il sentiero che costeggia il Naviglio porta fin sulla riva del Ticino.

Si tratta di un percorso che valorizza sia il patrimonio artistico della città sia i numerosi manufatti idraulici di interesse storico presenti lungo il Naviglio, fornendo inoltre utili indicatori sulla salute delle acque e dell'ambiente circostante.



*Figura 1. Studenti durante l'evento di mappatura.  
Elaborata dagli autori*

## IV - 10.5 Mappatura: Percorso sul Naviglio Pavese

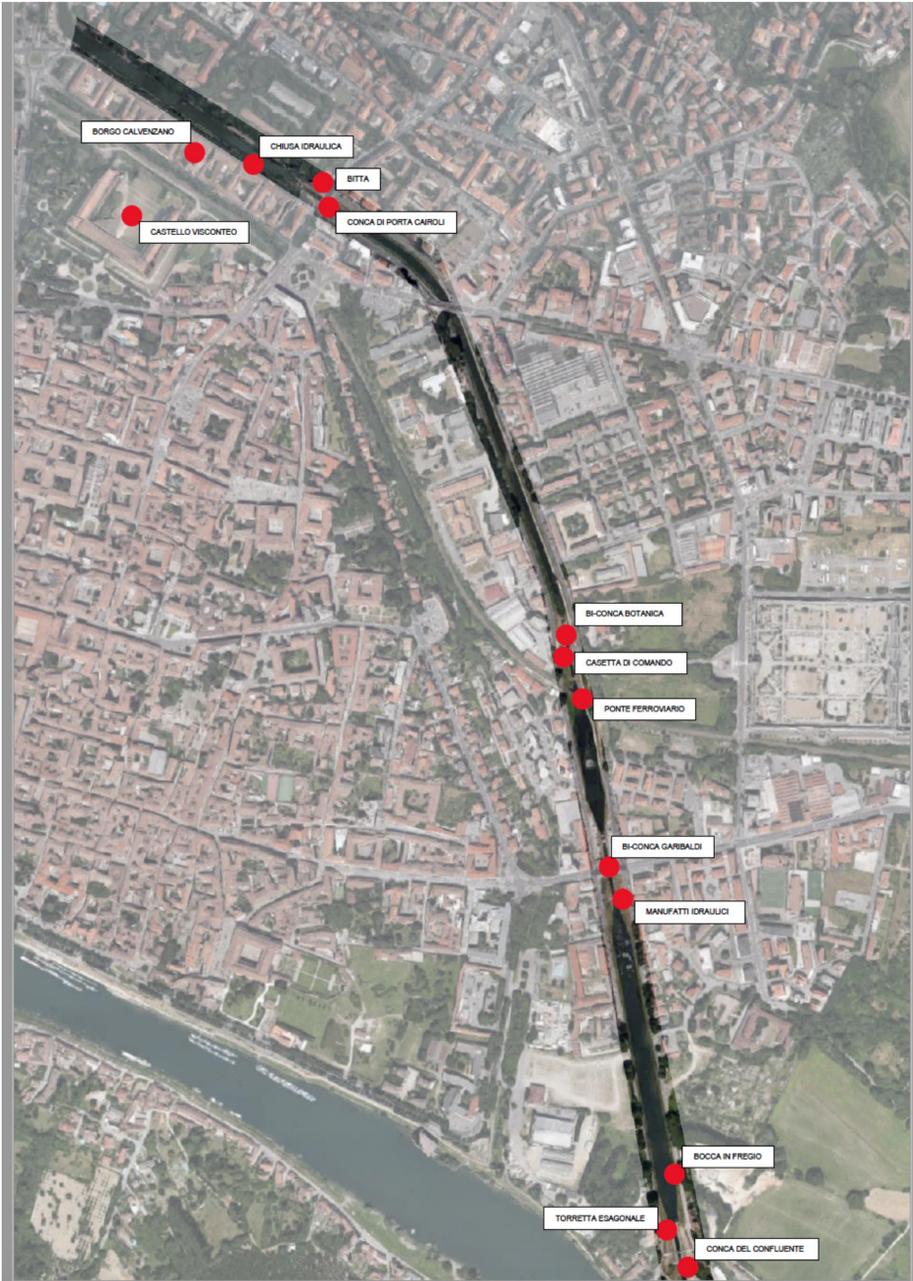


Figura 2. Mappatura degli elementi idraulici lungo il Naviglio Pavese.  
Elaborata dagli autori

Tra i monumenti di interesse storico-artistico spicca il nostro punto di partenza, il Castello Visconteo, i cui giardini nel XIV secolo erano irrigati dalle acque del Naviglio; si trova poi il complesso di Borgo Calvenzano, costruito nel 1816, concepito in origine come infrastruttura commerciale.

Tra i manufatti idraulici di maggior interesse si annoverano la "chiusa idraulica", costruita parallelamente al Naviglio Pavese nei primi anni del 1800, necessaria per deviare l'acqua in eccesso e per superare i dislivelli del canale in modo da consentire la navigazione. Il progetto è stato sviluppato grazie agli ingegneri di Napoleone, ma fu costruito sotto il regno austro-ungarico. Si trova anche una "bitta", che serviva a mantenere stabili le imbarcazioni durante il riempimento dell'acqua del bacino. Ogni bitta era di proprietà di una famiglia nobile che la donava alla città e recava impresso il nome e/o il simbolo della famiglia per attestarne l'importanza. Si incontra poi la "Bi-Conca Botanica", che costituisce la prima parte del monumento Scala d'Acqua. Il monumento è costituito da due doppie vasche (Botanica e Garibaldi) e dall'ultima vasca denominata Conca del Confluente. L'intera struttura fu costruita nel 1819.

Sono quindi visibili una "casetta di comando", in cui un tecnico era in grado di gestire la paratoia del bacino per consentire il passaggio delle imbarcazioni, e il ponte ferroviario, costruito dopo la metà del 1800, che testimonia l'arrivo della ferrovia a Pavia. Il trasporto veloce consentito dal treno portò lentamente a rendere inutilizzato il naviglio.

Segue la "Bi-Conca Garibaldi", che costituisce la seconda parte del monumento Scala d'Acqua e presenta visibili tutti i manufatti idraulici che permettono l'apertura della porta. La "Bocca in fregio" è una chiusa idraulica storica risalente ai primi del 1800, mentre la "Torretta esagonale".

E' l'unica torre esagonale in mattoni rimasta a Pavia.

Si arriva infine all'ultima parte del monumento Scala d'Acqua, la "Conca del confluente", che costituisce anche la parte finale del Naviglio, in cui l'acqua del canale confluisce

nel Ticino. Nel compiere questo percorso, le attività di mappatura del patrimonio idraulico sono state affiancate e integrate dall'osservazione della flora, della fauna e delle condizioni ambientali. Ad esempio, l'evidente scarsa qualità sia delle acque, a causa dell'inquinamento, sia del contesto ambientale, caratterizzato a tratti da incuria e degrado, hanno reso evidente la scarsa attrattiva e fruibilità dell'area, benché a ridosso del centro città, e l'urgenza sociale e politica di ipotesi di riqualificazione.

#### **IV - 10.6 Ricadute e prospettive**

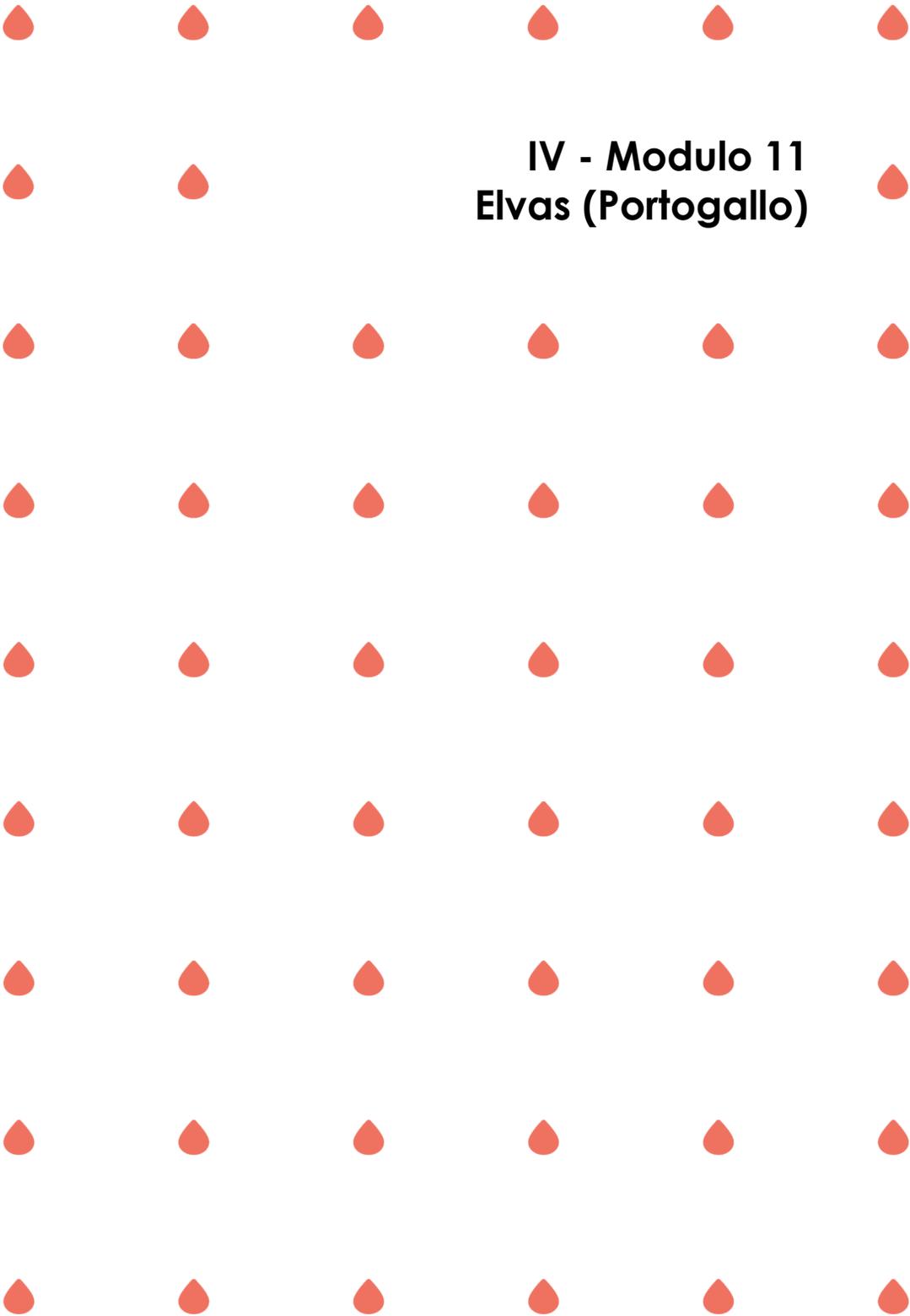
L'avvio del progetto H2OMap è avvenuto in coincidenza con l'introduzione, dal settembre 2020, dell'Educazione Civica come disciplina trasversale che interessa tutti i gradi scolastici, dalla scuola dell'Infanzia fino alla scuola secondaria di II grado. I suoi nuclei tematici principali sono così articolati:

- COSTITUZIONE, diritto (nazionale e internazionale), legalità e solidarietà;
- SVILUPPO SOSTENIBILE, educazione ambientale, conoscenza e tutela del patrimonio e del territorio;
- CITTADINANZA DIGITALE.

Risulta immediatamente evidente la profonda coerenza delle attività promosse dal progetto H2OMap con la disciplina di nuova introduzione, dal momento che esso promuove:

- la trasversalità delle competenze attraverso multidisciplinarietà e interdisciplinarietà;
- l'internazionalizzazione e la cittadinanza europea;
- l'educazione ambientale e allo sviluppo sostenibile (Agenda 2030), attraverso la sensibilizzazione ai problemi della gestione dell'acqua e del dissesto idrogeologico, anche in relazione ai cambiamenti climatici;
- lo sviluppo delle competenze digitali attraverso le Tecnologie dell'informazione e della comunicazione.
- la formazione di cittadini consapevoli, a partire dalla "piccola patria" locale fino alla "casa comune" europea.

**IV - Modulo 11  
Elvas (Portogallo)**



## **IV - Modulo 11. Patrimonio Idraulico a Elvas Crescita della Popolazione e Necessità d'Acqua in una Città Militare**

### **IV - 11.1 Introduzione**

Il presente studio di caso intende descrivere brevemente l'applicazione della metodologia descritta nella guida metodologica, associata all'indagine sul patrimonio idraulico nel comune di Elvas, nel distretto di Portalegre, in Portogallo. La raccolta dati e la loro organizzazione in base ai descrittori hanno permesso la costruzione di una mappa narrativa come prodotto finale, mediante l'uso del programma informatico ArcGis e dell'applicazione QField, per la raccolta dati, insieme alla ricerca bibliografica.

### **IV - 11.2 Metodologia**

- Identificazione degli elementi idraulici da parte degli studenti - vicinanza al luogo di residenza degli studenti;
- Primo elenco e uso delle ICT per la ricerca bibliografica;
- Introduzione all'uso dei Sistemi Informativi Geografici (GIS);
- Uso di Google Pro per la marcatura e l'identificazione dei punti;
- Uso di QField per mappare i punti sul terreno.
- Formazione degli insegnanti nell'uso di ArGis e costruzione di Mappe Narrative.
- Costruzione della mappa narrativa finale.

### **IV - 11.3 Risorse Umane**

Insegnanti:

Biologia e Geologia, Matematica ed Elettricità.

Studenti:

Gli studenti che hanno fatto parte del progetto e hanno condotto lo studio di caso hanno iniziato il progetto nel 2020, durante il loro 10° anno (2020), e lo hanno concluso nel 12° anno (2023). Gli studenti facevano parte del Corso Professionale in Produzione Agricola e del Corso Professionale

in Installazioni Elettriche.

In entrambi i corsi, i contenuti dei Sistemi Informativi Geografici sono stati affrontati in modo integrato, in articolazione con il curriculum di diverse discipline.

#### **IV - 11.4 Costruzione della Mappa Narrativa**

Link: <https://storymaps.arcgis.com/stories/05a83a95d1ca46a9965c110edd507231>

##### **Contesto**

La posizione geografica della città di Elvas nell'Alto Alentejo, situata sulla cima di una collina, è favorevole a periodi di siccità, talvolta di durata superiore a un anno, aggravando questa situazione il corso d'acqua permanente più vicino (il fiume Guadiana) si trova a circa 12 km.

La costruzione della città, partendo dalla collina, una posizione strategica di difesa contro gli invasori, costituì nel tempo una sfida per lo stoccaggio dell'acqua e l'approvvigionamento idrico della popolazione tra le mura, dall'epoca islamica al XVII secolo.

Oggi Elvas è sede del più grande insieme di fortificazioni a bastione al mondo, le mura di Elvas, che insieme al centro storico della città sono Patrimonio dell'Umanità, titolo conferito dall'UNESCO il 30 giugno 2012.

Questa mappa narrativa intende mostrare l'influenza della posizione di Elvas come città militare e la necessità di fornire la popolazione civile e militare in diversi momenti storici della città, dove l'ex libris è l'Acquedotto di Amoreira.

#### **IV - 11. 5 Sequenza di Percorso**

La sequenza di punti sulla mappa narrativa consente di iniziare il viaggio dai tempi antichi, fuori dalle mura, fino ai

giorni nostri, passando per luoghi all'interno delle mura, dopo la costruzione dell'acquedotto. Consente anche di fare riferimento al fiume Guadiana, con il collegamento delle sue sponde spagnole e portoghesi, attraverso il Ponte da Ajuda, mettendo in evidenza l'importanza di questi elementi e la loro gestione strategica in situazioni di conflitto.

I punti identificati sono il risultato di una selezione preliminare e le informazioni sulla Mappa Narrativa sono aperte e possono essere migliorate e ampliate.

#### IV - 11. 6 Tipologia degli Elementi Idraulici Identificati

- Acquedotto;
- Cisterna;
- Fonte;
- Ponte;
- Mulini.

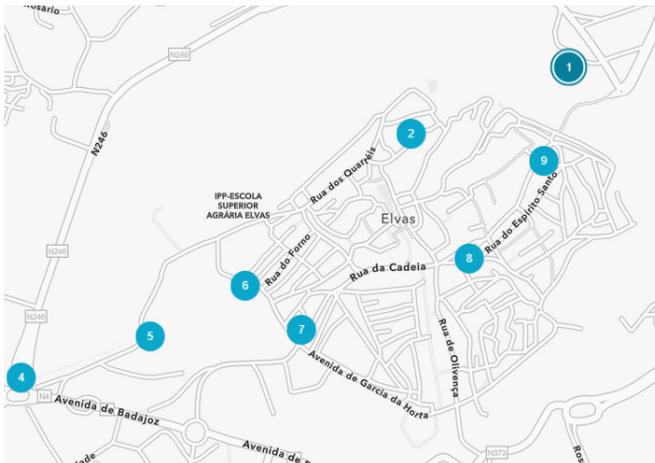


Figura 1: Mappa degli elementi indetificati  
Elaborato dagli autori.

#### **IV - 11. 7 Punti Identificati**

- 1 Fonte da Prata
- 2 Poço de Alcalá
- 3 Fonte da Amoreira
- 4 Acquedotto
- 5 Chafariz da Amoreira
- 6 Cisterna
- 7 Fonte da Misericórdia
- 8 Fonte de São Lourenço
- 9 Fonte de São Vicente
- 10 Cisterna do Forte da nossa Senhora da Graça
- 11 Ponte da Ajuda
- 12 Mulini do Guadiana

#### **IV - 11.8 Destinatari:**

Studenti tra gli 11 e i 18 anni. Può essere utilizzato con studenti più giovani nella versione in portoghese e con obiettivi specifici.

Pubblico in generale interessato a conoscere la relazione tra l'implementazione delle principali fontane tra le mura e la crescita della popolazione.

#### **IV - 11. 9 Applicazione e Utilizzo nelle Aree Curricolari**

Alcune aree disciplinari si distinguono in cui sarà possibile utilizzare la mappa narrativa per l'insegnamento di alcuni contenuti curricolari: Storia, Lingue Straniere, Portoghese, Matematica, Educazione Visiva ed Educazione Fisica.

## ***Bibliografia per la costruzione della mappa narrativa***

Câmara Municipal de Elvas - <https://www.cm-elvas.pt/>

GAMA, Eurico, *À Sombra do Aqueduto – Estudos Elvenses, A VIDA QUOTIDIANA EM ELVAS Durante o Cerco e Batalha das "Linhas de Elvas"* Tipografia Casa Ibérica, ELVAS, 1965

JESUINO, Rui; "ELVAS- histórias do património"; BOOKSFACTORY; Luglio 2016

MORGADO, Amílcar F., *O AQUEDUTO E A ÁGUA EM ELVAS, FONTES ANTIGAS*, Caderno cultural, Câmara Municipal de Elvas, ELVAS

*Recursos Hídricos ///* Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos *///* Volume 32# 02

RIBEIRO, José; *Sistema di cattura, trasporto, stoccaggio e distribuzione dell'acqua alla piazza forte di Elvas, l'Acquedotto di Amoreira al servizio della comunità da 4 secoli*, Conferenze AIAR 2022.

## NOTE:

1. <https://pixabay.com/es/service/license/>
2. <http://www.pcn.minambiente.it/mattm/>
3. <https://www.ideo.es/es>
4. <https://snig.dgterritorio.gov.pt/>
5. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>
6. <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/File:Osmdbstats1.png>
7. <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Develop>
8. <https://pixabay.com/images/id-3273216/>
9. <https://www.flickr.com/photos/dinkach/7190516938/>
10. La Trilateración consiste en el cálculo de la posición de un elemento a partir de un método como la triangulación, pero sin usar valores angulares, sólo distancias respecto de la posición a determinar, a partir de un mínimo de tres posiciones conocidas.
11. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>
12. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Remote\\_Sensing\\_Illustration.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Remote_Sensing_Illustration.jpg)
13. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electromagnetic\\_spectrum\\_eng.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electromagnetic_spectrum_eng.svg)
14. <https://www.geos.org>
15. JTS Topology Suite: Technical Specifications. Vivid Solutions: <https://tinyurl.com/rbr3v9ss>
16. Relaciones espaciales (GARCÍA, ARÉVALO): <https://tinyurl.com/ascmt47j>
17. <https://www.eweb.unex.es/eweb/sextante/IntroductionToSEXTANTE.pdf>
18. <https://grass.osgeo.org/> 19. <http://www.saga-gis.org/>
20. <http://www.openjump.org/>
21. <http://www.gvsig.com/>
22. <https://tinyurl.com/nrauvjb6>
23. <https://www.qgis.org/>
24. <https://mapserver.org/>
25. <https://mapserver.org/>
26. <http://geoserver.org/>
27. <https://github.com/maptiler/tileserver-gl>
28. <https://openlayers.org/>
29. <https://leafletjs.com/>
30. <https://github.com/maplibre/maplibre-gl-j>
31. <https://geonode.org/>

32. <https://qgiscloud.com/>
33. <https://es.wikipedia.org/wiki/CARTO>
34. <https://postgis.net/>
35. <https://www.gaia-gis.it/fossil/libspatialite/index>
36. <https://www.geopackage.org/>
37. <https://gisgeography.com/qgis-arcgis-differences/>
38. <https://plugins.qgis.org/plugins/stable/>
39. [https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user\\_manual/processing/intro.html](https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user_manual/processing/intro.html)
40. <https://hydrology.usu.edu/taudem/taudem5/>
41. <https://www.r-project.org/>
42. <https://www.orfeo-toolbox.org/>
43. <https://dbdiagram.io/d/5ffc103280d742080a35c675>
44. GLEESON, P: Which languages should you learn for data science?  
<https://tinyurl.com/wb3k5y7w>
45. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/background>
46. <https://www.oruxmaps.com>
47. <http://www.cartodruid.es/>
48. <https://qfield.cloud/>


**IV - Modulo 12**  
**Campo Maior (Portogallo)**


## IV - Modulo 12. Patrimonio idraulico di Campo Maior Più dell'acqua – la vita sociale attorno al patrimonio idraulico

“Non conosceremo mai il valore dell'acqua finché il pozzo non sarà asciutto.”  
Thomas Fuller

Partendo dalla citazione di Thomas Fuller, abbiamo iniziato il nostro lavoro sull'importanza dell'acqua e delle fonti nella società di Campo Maior nel corso degli anni.

### IV - 12.1 Contesto

Campo Maior si trova nell'entroterra del Portogallo, nella regione dell'Alentejo dove le estati sono secche e calde e gli inverni molto freddi. Durante tutto l'anno, in generale, la temperatura varia dai 3°C ai 34°C e raramente è inferiore a -2°C o superiore a 45°C. La possibilità di giorni piovosi a Campo Maior varia durante l'anno, tuttavia la durata dei giorni di pioggia e la quantità di precipitazioni mensili diminuiscono a causa dei cambiamenti climatici. Pertanto è estremamente importante preservare l'acqua e renderla disponibile a tutta la popolazione. In Campo Maior sono presenti diverse fontane che fanno parte del suo patrimonio idraulico.

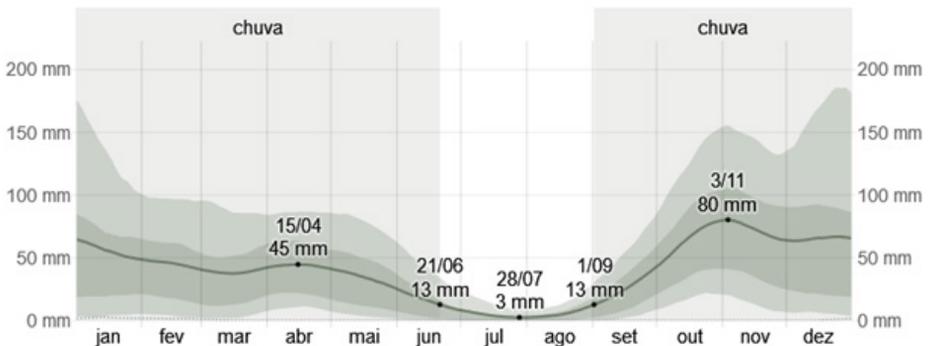


Figura 1: Diagramma delle precipitazioni di Campo Maior.

Fonte: <https://pt.weatherspark.com/y/32838/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Campo-Maior-Portugal-durante-o-ano>.

Dalle mura del castello cominciò a svilupparsi Campo Maior. Prima del XIV secolo la preoccupazione maggiore era quella di tenere il borgo al sicuro dagli attacchi militari che potevano provenire dalla Spagna, ma da quel secolo e fino al XVII secolo, non essendoci molte guerre, il borgo poté crescere ed estendersi oltre le mura del castello. .

Tale crescita fu determinata dall'esistenza di fontane che garantivano l'accesso all'acqua alla popolazione. In questo senso il villaggio si espanse verso le fonti d'acqua: Verso Fonte de São Pedro (a nord-est del nucleo medievale); verso Fonte Nova (nordovest) e verso Fonte das Negras (est).

Costruendo questa story map vogliamo mostrare l'importanza sociale ed economica di alcune fontane nella storia di Campo Maior. Le fontane poste fuori dalle mura del castello avevano tre funzioni principali: erano fonti di acqua potabile per la popolazione; erano luoghi dove dare acqua agli animali e luoghi dove lavare i panni.

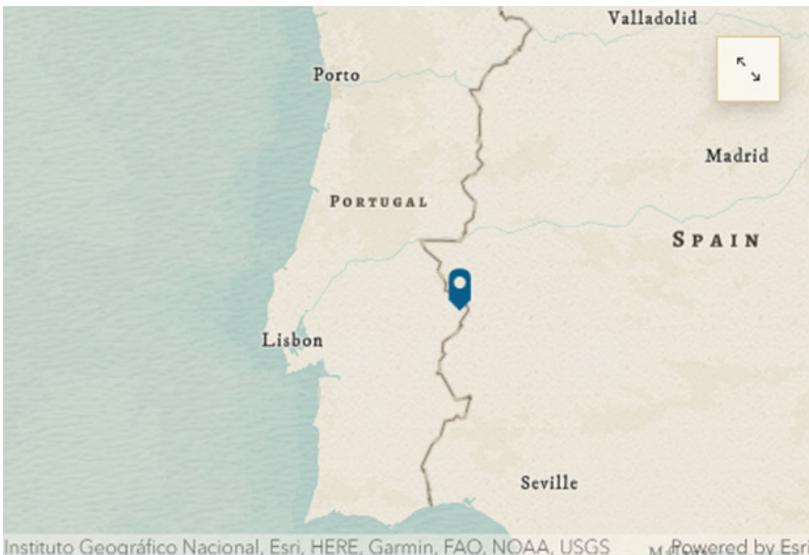


Figura 2: Localizzazione di Campo Maior.  
Fonte: Instituto Geografico Nacional, Esri.

## IV - 12.2 Processo di raccolta degli elementi idraulici

	Luogo di incontro	Animali Fonte di acqua	Trovare un lavoro	Lavaggio serbatoio	Ozio
Fonte Nova		x			
Fonte do Jardim					x
Fonte dos Cantos de Baixo			x		
Fonte do Largo da Casa do Povo	x				
Chafariz da Abertura		x			
Fonte de São Francisco				x	
Fonte das Negras		x		x	
Fonte da Praça Velha	x				
Fonte do Largo do Barata	x				
Fonte das Negras		x			

Tabella 1: Catalogazione con funzioni di fontane.

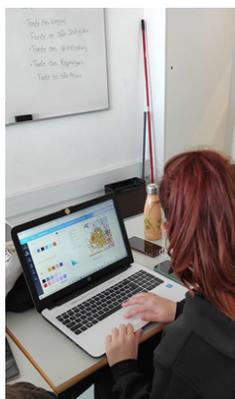
Per prima cosa abbiamo chiesto agli studenti di fare un rilievo di tutte le fontane esistenti in Campo Maior e di raggrupparle in base alle diverse funzioni svolte nel corso degli anni.

Poi abbiamo fatto una gita per raccogliere i punti della mappatura geografica attraverso l'applicazione mobile e altri dati come le fotografie attuali degli stessi.



*Figura 3 e 4: Gruppo di studenti durante la mappatura idraulica.  
Elaborazione degli autori.*

Tornati in classe, ogni studente ha effettuato qualche ricerca su una delle fontane, completando i dati mancanti, come la data di costruzione, l'utilizzo passato e presente, ecc.



*Figura 5,6 e 7: Gruppo di studenti durante il processo di lavoro.  
Elaborazione degli autori.*

Con questo lavoro abbiamo imparato che nessuno immagina che una fontana possa essere un luogo sociale, ma lo è. Anticamente non erano solo un punto d'acqua ma anche un punto d'incontro. Portare gli animali a bere un po' d'acqua in una fontana non era proprio un incontro e, in effetti, poteva essere un'impresa ardua da portare a termine. Poiché non c'erano altre fonti d'acqua, gli animali dovevano essere

portati lì per abbeverarsi. In quanto punto d'incontro, era un luogo dove gli uomini potevano incontrarsi, parlare della vita e trovare qualche lavoro nei campi. Non c'era contratto, ma non c'era nemmeno la preoccupazione per il lavoro nero come oggi. I lavatoi pubblici erano un luogo locale dove le donne si incontravano e, oltre a lavare i panni di famiglia, potevano chiacchierare un po', o dovremmo dire gossip? In Portogallo esiste un detto: "lavar a roupa suja", traducibile con "lavare i panni sporchi". Questo detto però non si applica particolarmente ai vestiti, ma soprattutto a quel momento in cui qualcuno parla della vita degli altri con il proprio interlocutore. In un certo senso le vasche di lavaggio erano un luogo di incontro sociale. Al giorno d'oggi queste fontane sono manufatti decorativi dovuti alla conduzione dell'acqua domestica. Le vasche di lavaggio furono abbandonate ed alcune addirittura scomparvero e furono sostituite dalle lavatrici. Le fontane non sono più "uffici di lavoro" e nessuno immagina nemmeno che siano state così.

### **Fonte Nova: abbeveratoio per animali**



*Figura 8: Fonte Nova.  
Elaborazione degli autori.*

Si tratta di una fontana con vasca in marmo e schienale in muratura. Ha lo stemma del Portogallo e due sfere manueline. Dispone di acqua ma non è consigliabile berla. Situata in una

delle occorrenze della frazione di Campo Maior, accanto alla strada che porta alla frazione di Degolados, Fonte Nova è una fontana di probabile edificazione cinquecentesca. L'edificio, che è integrato in un muro, è diviso in due parti, la parte inferiore corrispondente alla vasca rettangolare in pietra, l'altra formata dallo schienale.

### **Fonte do Largo do Barata:**



*Figura 9: Fonte do Largo do Barata. Old status  
Elaborazione degli autori.*

Si tratta di una fontana posta all'interno delle mura del XVII secolo ma, trovandosi presso un importante ingresso al paese, aveva la duplice funzione di fontana e di abbeveratoio per gli animali. Attualmente non è in uso.



*Figura 10: Fonte do Largo do Barata. Current status  
Elaborazione degli autori.*

## Fonte dos Cantos de Baixo:



*Figura 11: Fonte dos Cantos de Baixo. Stato anteriore.  
Elaborazione degli autori.*



*Figura 12: Fonte dos Cantos de Baixo. Stato attuale.  
Elaborazione degli autori.*

Era il luogo dove gli uomini si riunivano la mattina presto per essere scelti dai proprietari terrieri per svolgere alcuni lavori. È ancora un luogo di socializzazione. Non ha acqua corrente.

## Fonte de São Francisco:



Figura 13: Fonte de São Francisco.  
*Elaborazione degli autori.*

È un esempio di architettura barocca, costruito nel 1766. Si trova in un angolo, disposto teatralmente rispetto allo spazio urbano circostante. È stato classificato di interesse comunale nel 2014. Non ha acqua corrente. Ha uno scopo decorativo.

## Chafariz da Abertura:



Figura 14: Chafariz da Abertura.  
*Elaborazione degli autori.*

Situata in Largo de Sao Francisco, questa fontana era un luogo dove gli animali potevano bere. L'acqua rimanente veniva convogliata dietro il cosiddetto mini acquedotto per uso agricolo nei terreni vicini.

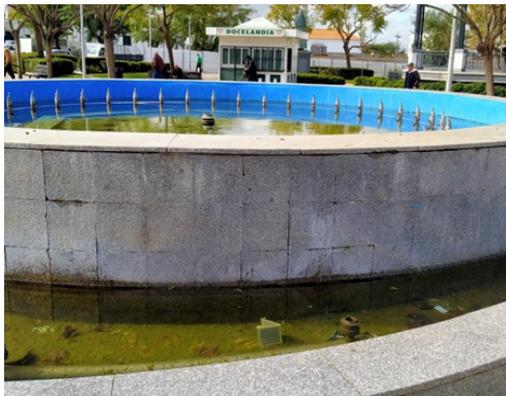
### **Fonte das negras:**



*Figura 15: Fonte das negras.  
Elaborazione degli autori.*

Era un lavatoio pubblico chiamato "Tanquinhos", in funzione fino al 1982. È stato chiuso perché usato raramente. Era anche un abbeveratoio per gli animali. Di notte le cannelle della fontana venivano chiuse affinché l'acqua potesse essere interamente utilizzata per irrigare i raccolti dei poderi vicini.

### **Fonte do Jardim:**



*Figura 16: Fonte do Jardim.  
Elaborazione degli autori.*

Si tratta di una fontana circolare di moderna e recente costruzione, ubicata in un'ampia zona centrale del Campo Maior. Viene utilizzata come luogo ornamentale; diventa tuttavia il centro di diverse attività come fiere, feste, convegni, mostre e altri eventi sociali, portando bellezza e freschezza in questa "via" principale del paese.

#### IV - 12.3 Inventario



*Figura 17: Elaborazione mappa di Campo Maior.  
Elaborazione degli autori.*

Terminato tutto il nostro lavoro di raccolta delle informazioni e di mappatura dei punti geografici, abbiamo potuto costruire la nostra mappa storica, nella quale abbiamo individuato le fonti e i loro utilizzi, evidenziando l'importanza che ognuna di esse ha avuto nel corso degli anni per la popolazione di Campo Maior. Parallelamente alla realizzazione della mappa storica, e per arricchirla, gli studenti hanno realizzato tre percorsi pedonali in base alle fontane di Campo Maior e in base al grado di durezza dell'acqua: acqua dolce - quattro fontane; acqua media - otto fontane; acqua dura: dodici fontane.

**Vie d'acqua:**

[https://www.canva.com/design/DAE4bln64IU/2vTdno0p8gTUC5Y9-TTWqA/edit?utm\\_content=DAE4bln64IU&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAE4bln64IU/2vTdno0p8gTUC5Y9-TTWqA/edit?utm_content=DAE4bln64IU&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

[https://www.canva.com/design/DAE4b0EjH9c/n1EZHznDmCsGyi6LngglZg/edit?utm\\_content=DAE4b0EjH9c&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAE4b0EjH9c/n1EZHznDmCsGyi6LngglZg/edit?utm_content=DAE4b0EjH9c&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

[https://www.canva.com/design/DAE8YfUUqIM/lmxOEoT5Vg4NrOi8Dw\\_7Qw/edit?utm\\_content=DAE8YfUUqIM&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAE8YfUUqIM/lmxOEoT5Vg4NrOi8Dw_7Qw/edit?utm_content=DAE8YfUUqIM&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

**Bibliografia:**

AlémCaia (sapo.pt)

CAMPO MAIOR E AS SUAS FONTES - AlémCaia (sapo.pt)

Fonte no Largo Doutor António José de Almeida - Campo Maior | All About Portugal

As Fontes de Campo Maior (amazonaws.com)

Photos of phphotographer Joaquim Candeias (<https://joaquimcandeias.blogspot.com/p/blog-page.html>)

<https://www.jf-alpendorada.pt/opiniao/os-lavadouros-comunitarios/>

<https://www.verdadeiroolhar.pt/tradicao-lavar-roupa-mao-ainda-se-mantem-pacos-ferreira/>

(ultima visita 28 Maggio 2023)



## **H2o map: guida metodologica**

è stato sviluppato durante il progetto Erasmus+ “H2O MAP Innovative Learning by hydraulic heritage mapping” finanziato dalla comunità europea.

Il libro costituisce una guida e uno strumento per l'analisi e la catalogazione del patrimonio idraulico rivolto a docenti e studenti dei licei per lo sviluppo di nuove competenze nell'ambito delle tecnologia dell'informazione e della comunicazione (TIC).

L'obiettivo è quello di sensibilizzare l'ambito delle scuole sul patrimonio idraulico per una sua valorizzazione offrendo un'opportunità agli studenti dei licei di avvicinarsi al mondo della ricerca e della formazione universitaria.