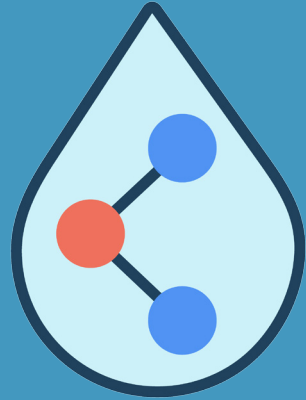


h2o Map

guía metodológica



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



Universidades:



Escuelas secundarias:



H2O Map , proyecto financiado por:
Programa Erasmus + de la Unión Europea

PARTNERS

Universities and research groups:

UNIVERSITAT JAUME I (coordinadora)

- 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

Escuela secundaria:

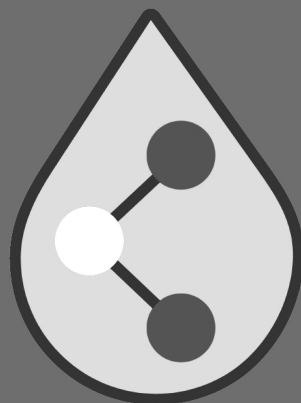
- Instituto de Educación Secundaria Penyagolosa
- Liceo Scientifico Statale Taramelli, Liceo Classico Foscolo, Pavia
- Agrupamento de Escolas Nº3 de Elvas
- Agrupamento de Escolas Campo Maior

Escrito por:

- Università degli studi di Pavia, 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, Alicante: María Francisca Zaragoza Martí, Alfredo Ramón Morte, José Manuel Mira Martínez

h2o Map

guía metodológica



Guía metodológica

Herramientas educativas
innovadoras para la
valorización del patrimonio
hidráulico mediante el uso de
las nuevas tecnologías.

Técnicas y métodos para
profesores, investigadores y
jóvenes trabajadores.

INDEX

PARTE I: PATRIMONIO HIDRÁULICO

I - Módulo 1. Introducción

- I - 1.1 Presentación del proyecto
- I - 1.2 Presentación del tema

I - Módulo 2. El patrimonio hidráulico y su importancia

- I - 2.1 La definición de patrimonio
- I - 2.2 ¿Por qué conservar?
- I - 2.3 ¿Cómo conservamos?
- I - 2.4 El valor del agua
- I - 2.5 El gobierno del agua

I - Módulo 3. La acción antropogénica y el agua: pasado, presente y futuro

- I - 3.1 ¿Por qué el agua?
- I - 3.2 La cultura del agua
- I - 3.3 Conflictos con el agua
- I - 3.4 Retorno al agua
- I - 3.5 Hacia ciudades ecológicas: agua para la calidad urbana

PARTE II: HERRAMIENTAS EDUCATIVAS INNOVADORAS EN LA ESCUELA

II - Módulo 4. Herramientas educativas innovadoras en las escuelas

- II - 4.1 Aproximación a la innovación pedagógica actual
- II - 4.2 Geotecnologías, forma atractiva TIC

II - Módulo 5. Técnicas de catalogación del patrimonio y ejemplos

- II - 5.1 Identificación de sistemas
- II - 5.2 Elementos de catalogación

II - Módulo 6. Cartografía de la información de campo

II - 6.1 Aplicaciones de código abierto para trabajar con datos espaciales

II - 6.2 QGIS: el SIG de código abierto

II - 6.3 Elementos de una geodatabase para mapas H2O

II - 6.4 Mapas H2O en QGIS

II - 6.5 Captura de datos en la cartografía de campo

II - 6.5 Prototipo de proyecto para la cartografía colaborativa del patrimonio hidráulico

PARTE III: CARTOGRAFÍA DEL PATRIMONIO HIDRÁULICO

III - Módulo 7. Creación y visualización de mapas interactivos

III - 7.1 Creación de un mapa web

III - 7.2 Adición de información

III - 7.3 Modificación de los símbolos

III - 7.4 Guardar y compartir el mapa

III - Módulo 8. Story maps: una herramienta educativa innovadora para valorar el patrimonio hidráulico

III - 8.1 Construyendo tu narrativa

III - 8.2 Adición de Bloques Inmersivos y Multimedia

III - 8.3 Adaptación del diseño

III - 8.4 Publicación e intercambio de resultados

PARTE IV: PRÁCTICAS DE APRENDIZAJE HACIENDO: ESTUDIOS DE CASOS

IV - Módulo 9. Castellón (España)

IV - 9.1 Contexto

IV - 9.2 Objetivo del Storymap

IV - 9.3 Evolución histórica

IV - 9.4 Inventario

IV - Módulo 10. Pavía (Italia)

- IV - 10.1 El Instituto Superior Taramelli-Foscolo de Pavía
- IV - 10.2 ¿Por qué H2OMap?
- IV - 10.3 H2OMap en los tiempos del Covid-19
- IV - 10.4 LTTA 2022: el Naviglio Pavese desde el castillo Visconti hasta la confluencia con el Ticino
- IV - 10.5 Cartografía: Ruta por el Naviglio Pavese
- IV - 10.6 Impactos y perspectivas

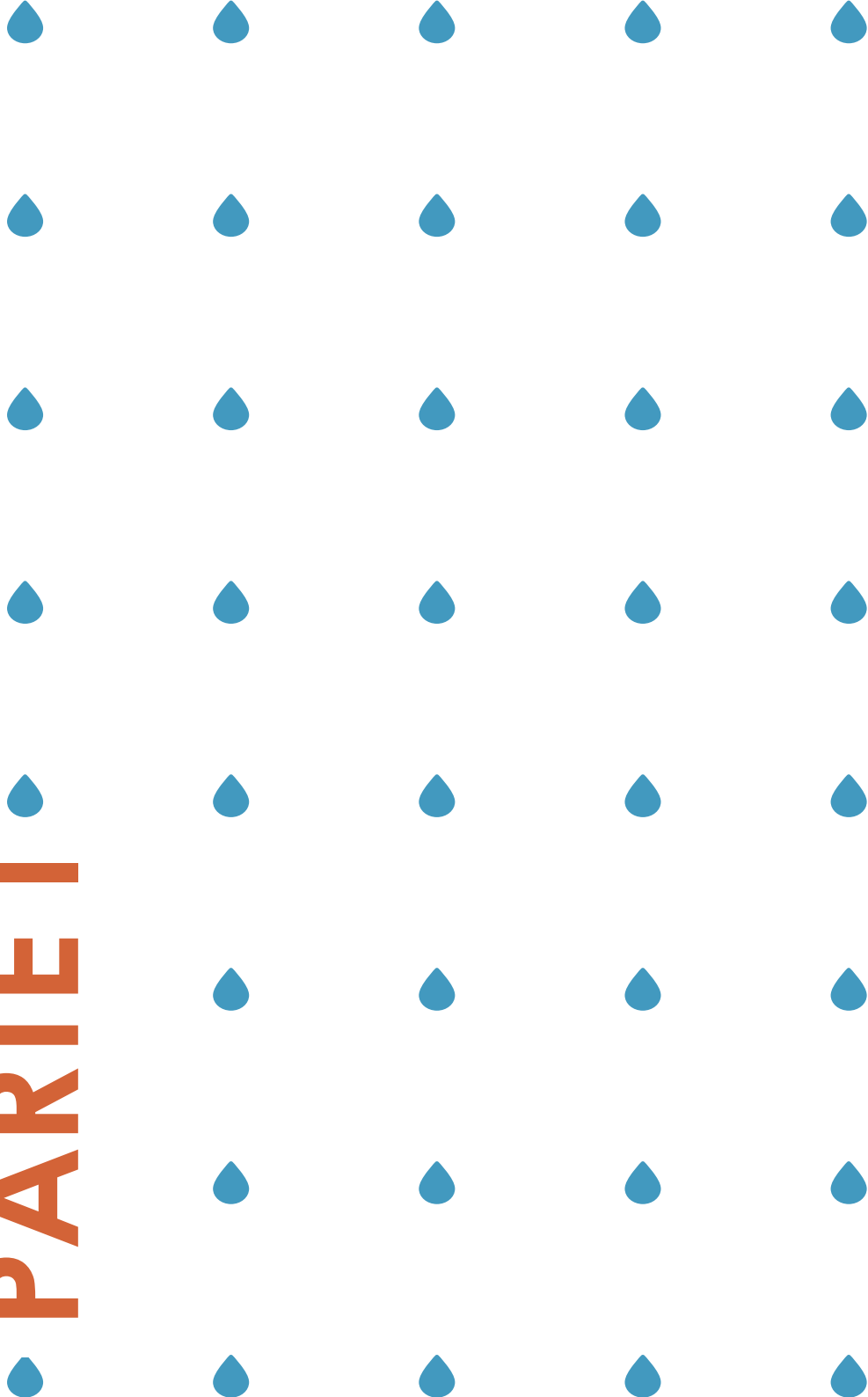
IV - Módulo 11. Elvas (Portugal)

- IV - 11.1 Introducción
- IV - 11.2 Metodología
- IV - 11.3 Recursos Humanos
- IV - 11.4 Construcción del Mapa Narrativo
- IV - 11.5 Secuencia de Ruta
- IV - 11.6 Tipo de Elementos Hidráulicos Identificados
- IV - 11.7 Puntos Identificados
- IV - 11.8 Destinatarios:
- IV - 11.9 Aplicación y Uso en Áreas Curriculares

IV - Módulo 12. Campo Maior (Portugal)

- IV - 12.1 Contexto
- IV - 12.2 Flujo de trabajo
- 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 HIDRÁULICO

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.

I - Módulo 1
Introducción

I - 1.1 Presentación del proyecto

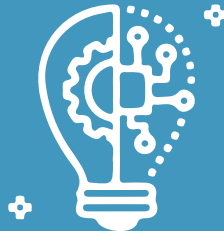
Promover nuevas formas de enseñanza y aprendizaje utilizando las nuevas tecnologías y mejorando el conocimiento del patrimonio hidráulico es el principal objetivo del proyecto “H2OMap: Innovative Learning by hydraulic heritage mapping” financiado por la Comunidad Europea dentro del Proyecto Erasmus + KA2 (asociaciones estratégicas en el ámbito de la educación escolar).

La Universidad Jaume I de Castellón de la Plana (coordinadora del proyecto), la Universidad de Pavía, la Universidad de Alicante, junto con cuatro centros de enseñanza secundaria de España, Italia y Portugal (Instituto de Educación Secundaria IES de Peñagolosa, Instituto Técnico Superior y de Formación ISTF, Cursos de Formación Postobligatoria AECM e Instituto de Educación Superior AEN3) colaboraron para crear herramientas innovadoras y adecuadas para alcanzar los objetivos fijados. H2OMap presenta una herramienta de análisis y catalogación del patrimonio hidráulico. Los destinatarios son profesores y estudiantes de enseñanza secundaria, que pueden desarrollar nuevas competencias en el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y, al mismo tiempo, promover el conocimiento del patrimonio hidráulico y su papel en el desarrollo de la técnica, de la economía y del territorio.

OBJETIVOS DEL PROYECTO H2O Map



*Mejorar el
Patrimonio hidráulico
europeo*



*Incrementar el interés
en STEM (ciencia,
tecnología, ingeniería
y matemáticas)*



*Mejorar el
habilidades
con herramientas
TIC*

La riqueza de este proyecto reside en su interdisciplinariedad; las competencias humanísticas relacionadas con el patrimonio histórico se combinan con las técnicas de la hidráulica y las científicas para la cartografía e identificación de lugares.

Las tecnologías desarrolladas son principalmente dos: una aplicación móvil que los estudiantes pueden utilizar para realizar análisis de datos (geolocalización, colecciones fotográficas, etc.) y una plataforma para crear mapas interactivos y mapas históricos de todo el patrimonio hidráulico identificado.

Para que las herramientas puedan utilizarse fácilmente en las escuelas, las tres universidades implicadas han desarrollado también un curso en línea dedicado a los profesores, en el que se exploran diferentes aspectos, como el valor del patrimonio hidráulico, las nuevas tecnologías para la enseñanza, la innovación en el ámbito educativo, el uso de la aplicación y de la plataforma.

Numerosas ciudades europeas surgen y se desarrollan enfrentándose al agua, creando una relación que mezcla el orden morfológico con los elementos del paisaje y el agua. La conciencia del potencial de la ciudad, si se aprovecharan todos los recursos hidráulicos disponibles, es desgraciadamente aún demasiado escasa. Creemos que la realización de este proyecto innovador permitirá y el reconocimiento de lo que ya “nos pertenece” y de lo que deberíamos tener más conciencia.

La asociación entre universidades y centros de enseñanza secundaria ofrece otra oportunidad de crecimiento común. Acerca a los estudiantes de secundaria al mundo de la investigación y la educación universitaria, permitiéndoles experimentar con nuevas formas de conocimiento, que les ayudarán en el futuro a tomar decisiones más informadas para la continuación de sus estudios.

El proyecto también ofrece a los estudiantes de secundaria la oportunidad de sentirse implicados con sus compañeros de otros países en el conocimiento y la protección del patrimonio natural y cultural que nos une y que compartimos como ciudadanos europeos.

Además, este proyecto se alinea con los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, concienciando, no sólo a nivel cognitivo y científico, sino también sobre la responsabilidad ética y civil.

Los paisajes culturales ilustran la evolución de la sociedad humana y su asentamiento a lo largo del tiempo. Varias declaraciones internacionales (Consejo de Europa, 1975; UNESCO, 1976; ICOMOS, 1987) se han hecho eco de la importancia de la opinión pública y de la necesidad de que las labores de conservación sean socialmente progresistas (Consejo de Europa, 2006: 72).

Centrándonos en el patrimonio hidráulico, se trata de un legado generalmente olvidado, por lo que Naciones Unidas dedicó el decenio 2005-2015 a la acción "El agua, fuente de vida", y la UE ha puesto en marcha la acción "Blueprint" para proteger y salvaguardar los recursos hídricos de Europa.

Además, en 1998, el Comité de Ministros del Consejo de Europa subrayó la importancia de la Educación sobre el Patrimonio Cultural indicando que las actividades educativas en el ámbito del patrimonio son una forma ideal de dar sentido al futuro proporcionando una mejor comprensión del pasado. Aunque no se hizo ninguna referencia específica directa en cuanto al uso de las TIC para apoyar y mejorar la educación sobre el patrimonio cultural, en los años siguientes surgió la oportunidad de explotar el gran potencial de las TIC, y hoy en día es fundamental para mejorar el patrimonio artístico y cultural y su protección. En 2015 un estudio de las Fundaciones Europeas concluyó que más del 90% del patrimonio europeo aún no ha sido digitalizado.

Es, por tanto, un reto establecer un entorno digital para

compartir datos y herramientas desarrollados por la comunidad, reconociendo el papel facilitador de las TIC en la aplicación de las políticas de patrimonio cultural.

Por otra parte, la UE advierte de que “el empleo de STEM en la Unión Europea está aumentando y se prevén unos 7 millones de puestos de trabajo hasta 2025”.

Sin embargo, las actitudes negativas y la falta de interés por las STEM son dos de los principales problemas a los que hay que hacer frente (Fensham, 2006). De hecho, “entre el 50% y el 80% de los estudiantes de la UE nunca utilizan libros de texto digitales, software de ejercicios, simulaciones o juegos de aprendizaje” (CE, 2013).

Además, aunque el 70% de los profesores reconoce la importancia de formarse en formas de enseñanza y aprendizaje con apoyo digital, solo el 20-25% de los estudiantes recibe clases de profesores con confianza y apoyo digital (Agenda Digital, 2012).

Por último, es importante destacar el valor del agua como elemento natural esencial para la vida.

El acceso al agua fue declarado un derecho humano fundamental (ONU, 2010) y se aborda directamente en varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el 6º (agua potable y saneamiento). Por ello, es fundamental promover la cultura del cuidado del medio ambiente y el valor del entorno entre los ciudadanos.

H20Map, gracias a los videotutoriales para profesores, la guía metodológica, la base de datos de las fichas ya catalogadas, es de código abierto y puede ser utilizado por otros institutos europeos que utilicen la plataforma creada.

Mejorar las competencias en TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en la era digital es esencial para los nuevos modelos de enseñanza. Por ello, esta producción intelectual se centra en la elaboración de un manual de fácil uso que ayude a los profesores en la adquisición de conocimientos sobre técnicas y métodos

educativos innovadores basados en las TIC a través de la puesta en valor del patrimonio, en particular del patrimonio hídrico. Además, este resultado proporcionará información prospectiva sobre estos aspectos relevantes específicos de cada una de las regiones locales participantes.

I -1.2 Presentación del tema

“The presence of water confers identity to the earth “

“The presence of waterways gives geo-cultural specificity to every geographical context “

Christian Norberg Schulz

Prestar atención a la red de agua dulce debe considerarse un deber cívico tanto por la importancia del agua como bien común como por el conocimiento y protección del patrimonio material e inmaterial históricamente vinculado a sus funciones. Los cursos de agua naturales o artificiales desempeñan un gran papel geográfico: son capaces de condicionar o promover la actividad humana, impregnando el territorio, su desarrollo y sus características culturales.

El estudio y la comparación de las representaciones para el análisis del patrimonio hidráulico, desde los mapas históricos hasta los sistemas de georreferenciación más recientes, permiten leer los procesos territoriales. Estos están vinculados al paisaje del agua y lo han convertido en contenedor de importantes identidades colectivas. Conocer los canales y ríos del territorio nos permite descifrar su historia urbana y rural, en términos de defensa, comercio, transporte y desarrollo agrícola e industrial.

Las rutas navegables, internas y que conectan las realidades urbanas, han impregnado el entorno construido, marcándolo con grandes obras de las que son ejemplos los caminos de sirga, puentes, esclusas, centrales y apeaderos. Esta red de elementos, menos conocida que los grandes ríos, ha perdido ahora parte de sus funciones, aunque mantiene un alto potencial, en términos de extensión y conexión en el territorio. El valor de uso debe combinarse también con un valor histórico y arquitectónico, ligado a la planificación y construcción de esta malla y sus obras de ingeniería; así como un valor

artístico y social, que sitúa al enorme sistema en el centro del patrimonio incluso inmaterial.

Considerando la importancia que estas obras de canalización asumen para el contexto geográfico en el que insisten, surge la necesidad de conocer y comunicar este patrimonio, con el fin de permitir su pleno conocimiento y promover su protección y valorización común.

I - 1.3 Presentación del método


La guía metodológica es un manual práctico que ayuda a los profesores a promover una actividad docente innovadora estructurada para mejorar los conocimientos a través de herramientas específicas. Éstas también mejoran las competencias TIC y STEM de los alumnos. De este modo, el proyecto también promueve el aprendizaje de las metodologías Project-Based Learning (PBL) y Learning-by-doing.

Los beneficiarios del proyecto son una pluralidad de usuarios, entre los que se incluyen investigadores que evalúan el patrimonio hidráulico en lugares históricos y contemporáneos; la próxima generación de ciudadanos; políticos y administradores de la zona; conservadores, técnicos, urbanistas, ingenieros, técnicos y científicos sociales. El objetivo es analizar las interdependencias entre la conservación física, la concienciación social y el desarrollo sostenible de un patrimonio específico a través de herramientas digitales de aprendizaje.

H2OMap crea una nueva relación entre cuestiones sociales como la cultura y el patrimonio con elementos físicos (geografía, biología) a través de STEM y las TIC.

Esta producción intelectual ofrece herramientas para valorizar el patrimonio, en concreto el patrimonio del agua en Europa. Se han desarrollado tres estudios de caso en tres países diferentes para tener una visión amplia.

Los profesores tendrán acceso a materiales innovadores y de alta calidad. También contribuirán a la revisión del propio material, garantizando la pertinencia del contenido para los participantes en el taller (LTTA - 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, with a small gap in the first row between the second and third columns. The text is positioned in the upper right area of the page.

I Módulo 2
El patrimonio
hidráulico y su
importancia

¿QUÉ ES EL PATRIMONIO HIDRÁULICO?

Las numerosas actividades internacionales relacionadas con el agua no presentan definiciones específicas para los distintos macrosistemas que componen la hidrografía. En primer lugar, parece oportuno considerar que el término “patrimonio líquido” es válido para los sistemas de agua dulce y salada. El proyecto H2OMap no se ocupará de los sistemas de agua salada, si no es a través de comparaciones marginales. En su lugar, el proyecto investigará el sistema de agua dulce, su relación con la ciudad y las relaciones entre los elementos y subcategorías que lo constituyen. Parece necesaria otra distinción terminológica para eliminar cualquier confusión en la lectura posterior: aunque no existe una definición unívocamente reconocida, a través de la lectura de leyes y programas nacionales /europeos/globales, es posible orientar la elección léxica y, en consecuencia, proponer una clasificación simplificada del patrimonio inherente al agua

Patrimonio del Agua

Incluye todas las aguas del planeta, emergidas o subterráneas, dulces y saladas. Se utiliza hablando de sostenibilidad, clima y agotamiento de recursos.

Patrimonio Hidráulico

Incluye todos los artefactos y obras artificiales estrechamente relacionados con el agua: por lo tanto, los sistemas arquitectónicos, mecánicos y de ingeniería relacionados con el recurso hídrico, pero no el agua en sí, forman parte del patrimonio hidráulico.

I - 2.1 La definición del patrimonio

La elección del proyecto es centrar la atención en las obras de arte artificiales y los artefactos asociados al uso y control del agua, tal y como se definen en el término inglés Hydraulic Heritage (patrimonio hidráulico).

El término “patrimonio” indica la complejidad de los bienes, que son de interés público debido a su importancia histórica, cultural y estética. Existen dos tipos de patrimonio: el material y el inmaterial, que constituyen la riqueza de un lugar y de sus poblaciones. Hablando de patrimonio hidráulico el patrimonio hidráulico material es el conjunto de elementos de ingeniería, que pueden diferir según los lugares, vinculados a la utilización de canales y vías navegables para una comunidad. Puentes, obras de arte menores, como esclusas o respiraderos, son ejemplos de patrimonio hidráulico material. Estos elementos desempeñan una función específica y, por tanto, son indicadores del uso actual o histórico del canal sobre el que se asientan. En cambio, todas las prácticas culturales vinculadas a un sistema hídrico concreto pertenecen al patrimonio hidráulico inmaterial y son idénticas para la comunidad circundante.

Las técnicas de cultivo basadas en el uso controlado del agua (por ejemplo, las técnicas de cultivo del arroz) o los métodos de producción de energía mecánica (por ejemplo, el estudio del funcionamiento de los molinos) son un ejemplo de patrimonio hidráulico inmaterial. Este patrimonio repercute en el territorio y en el contexto económico y social.

El patrimonio, en su complejidad de elementos materiales e inmateriales, plantea el reto de su correcta gestión y conservación. Europa y sus Estados miembros se comprometen a garantizar su mantenimiento y a poder transmitirlo a las generaciones futuras, a través de una serie de leyes y tratados de la UE. Un ejemplo es el Tratado de la Unión Europea, que destaca, entre los objetivos prioritarios de la UE, el compromiso de respetar “la riqueza de su diversidad cultural y lingüística y [supervisar] la salvaguardia

y el desarrollo del patrimonio cultural europeo” (artículo 3 del Tratado de la Unión Europea).

I - 2.2 ¿Por qué conservamos?

Las prácticas de conservación del patrimonio son objeto de continuas actualizaciones para garantizar la homogeneidad, el control y la eficacia de los métodos de intervención sobre los bienes comunes a escala europea. Los artefactos, la arquitectura, los paisajes y los elementos intangibles (música, folclore, etc.) tienen una identidad fundamental y una importancia histórica para la sociedad a la que pertenecen. Esta importancia justifica las numerosas políticas europeas de conservación. Preservar el patrimonio significa recuperar la memoria y la identidad de los pueblos y garantizar su perpetuación para las generaciones futuras.

La Convención del Patrimonio Mundial de la UNESCO

La UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, es una Agencia de las Naciones Unidas fundada en 1945 para promover la paz y el entendimiento entre las naciones a través de la Educación, la Ciencia, la Cultura y la Comunicación.

Entre las actividades que promueve se encuentra la Convención del Patrimonio Mundial para la protección del Patrimonio Cultural y Natural de 1972. La Convención nació en oposición a las grandes y descuidadas obras de construcción de los años 60, debidas en muchos países al auge económico de la posguerra. La Convención sitúa el conocimiento como herramienta necesaria para la prevención de tragedias y el fructífero intercambio cultural entre los pueblos. Es el primer instrumento internacional que contiene las nociones de “protección de la naturaleza” y “conservación del patrimonio cultural”. Éstas se reconocen como elementos fundamentales para el desarrollo de las sociedades de todo el mundo. La Convención pretende salvaguardar el patrimonio para las generaciones futuras.

¿Por qué es necesario preservar el patrimonio cultural y natural?

El patrimonio cultural y natural sufre diferentes alteraciones a lo largo del tiempo, perdiendo sus cualidades: la degradación puede depender de fenómenos climáticos, meteorológicos, biológicos e hidrogeológicos, pero también de la contaminación ambiental y de los daños directos causados por el hombre, la contaminación y los daños directos causados por el hombre.

Los sitios naturales o culturales inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial cumplen requisitos específicos establecidos por la propia Convención, que proporciona directrices para su uso y gestión. Las naciones firmantes de la Convención, los Estados miembros, tienen el deber de proteger los bienes presentes en su territorio

Políticas europeas de conservación del patrimonio

Las políticas europeas de patrimonio se actualizan constantemente para garantizar la correcta gestión de los bienes comunitarios, sean materiales o no. En 2017, para invitar al conocimiento y puesta en valor del patrimonio, se definió el Año Europeo del Patrimonio Cultural (Decisión (UE) 2017/864 de 17 de mayo de 2017).

Todas las formas de patrimonio deben considerarse un recurso compartido, por lo que es necesario promover una sensibilidad colectiva que refuerce el sentimiento de pertenencia a un espacio común europeo. Para posibilitar la consecución de los objetivos de conocimiento y promoción, la UE dispone fondos de apoyo al patrimonio cultural, invitando a la presentación de proyectos de cooperación en el marco de los programas "Europa Creativa", Erasmus +, Europa con los Ciudadanos y Horizonte 2020.

¿Por qué salvaguardar el patrimonio hidráulico?

Preservar el patrimonio hidráulico permite, por un lado, garantizar su visibilidad (o usabilidad si hablamos de patrimonio

hidráulico inmaterial) para las generaciones posteriores; por otro, redescubrir y recuperar las características identitarias de un espacio y, por tanto, de un pueblo. En este sentido, ríos y canales se convierten en corredores culturales. A partir de estos sistemas hídricos, es posible analizar paisajes y ciudades y reconstruir estructuras y relaciones antrópicas, propias de cada contexto geográfico.

I - 2.3 ¿Cómo conservamos?

Aquí se analizan los cambios cuantitativos y cualitativos inherentes a la gestión del Patrimonio a lo largo del tiempo. El creciente interés por la conservación y el censo del Patrimonio ha chocado en las últimas décadas con dos gigantes de nuestro tiempo: la globalización y la revolución digital. Este subapartado pretende mencionar estos dos conceptos, que volverán de forma más específica en los capítulos siguientes, destacando sus efectos positivos y las dificultades que conllevan.

La salvaguardia del patrimonio mundial es gestionada hoy por órganos decisorios, técnicos y consultivos, especialmente preparados. Entre ellos figuran la Asamblea General de los Estados Partes en la Convención, el Comité del Patrimonio Mundial, el Centro del Patrimonio Mundial, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos, el Centro Internacional de Estudios de Conservación y Restauración de los Bienes Culturales (ICCROM) y el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS).

La conservación del Patrimonio Hídrico e Hidráulico es un tema ampliamente debatido en la actualidad, aunque de reciente actualidad. El agua es el recurso fundamental para la vida en el planeta; su primer uso estructurado por el hombre tiene lugar para la agricultura, mediante complejos sistemas de irrigación que se remontan al siglo IV a.C. En los últimos cincuenta años, el fenómeno de la globalización y la creciente demanda de producción han provocado un progresivo agotamiento de este recurso, condición por la

que la Comisión Mundial, desde 1987, le ha prestado especial atención.

Nacieron órdenes y consejos internacionales específicos para sensibilizar e implicar a gobiernos, organizaciones y empresas en la promoción de políticas de protección y mejora del patrimonio hídrico mundial. La importancia contemporánea de los cursos de agua, motivada también por su capacidad para contrarrestar el creciente exceso de construcción, invita a repensarlos como espacios significativos para el territorio y sus habitantes. Entre las acciones encaminadas a la conservación, censo y reapropiación de las vías navegables, la UNESCO respaldó la red mundial de iniciativas de museos del agua.

La red de museos del agua, junto con otras actividades europeas o mundiales, pretende mejorar la gestión de los recursos hídricos mediante la difusión de conocimientos relacionados con el agua y su uso. Para llegar al mayor número posible de personas utiliza plataformas web.

En este sentido, la revolución digital a la que asistimos nos permite beneficiarnos de soportes fundamentales, como las herramientas de comunicación de masas, pero también nos plantea nuevos retos en materia de conservación, conocimiento, representación, catalogación y gestión digital del agua y de los sistemas de fontanería de la zona.

La digitalización como herramienta de preservación

La capacidad de documentar el patrimonio, creando duplicados digitales, es hoy una herramienta fundamental para conocer el estado del arte y el medio de comunicarlo y hacerlo accesible a todos. En este sentido, la Comisión Europea inauguró en enero de 2021 un centro de competencia europeo que establecería un espacio digital de colaboración para la conservación del patrimonio. De acuerdo con estas necesidades y los valores de la UE, H2OMap pretende promover el uso de las TIC como motor de cambio sistémico para aumentar la calidad de la educación,

destacando la importancia del patrimonio histórico hidráulico como herramienta para recordar el pasado, comprender el presente y construir una Europa multicultural más integradora.

Para lograrlo, H2OMap se dirige a cinco grupos destinatarios:

- Estudiantes de secundaria (TG1)
- Profesores de secundaria (TG2)
- Participantes en proyectos (TG3)
- Partes interesadas (TG4)
- Ciudadanos (TG5)

Bibliografía y webs

Para más información, por favor visita:

-EU website (https://europa.eu/european-union/index_it)

- UNESCO (unesco.it) the texts and explanations of: 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>

AGUA COMO DERECHO

El agua es un recurso que se renueva pero no es infinito, y no puede reproducirse ni sustituirse. El agua dulce representa alrededor del 2% de los recursos hídricos del planeta, y se calcula que para 2030 la demanda mundial de agua podría superar en un 40% la disponibilidad real.

El agua es un compuesto químico cuya fórmula molecular, indicada por las siglas H₂O, y es el enlace entre dos átomos de hidrógeno con un átomo de oxígeno. Este compuesto se presenta en la naturaleza en tres formas diferentes, líquida, gaseosa y sólida, dependiendo de las condiciones de temperatura y presión. Comúnmente, el término “agua” se refiere al elemento en estado líquido, origen de la vida en nuestro planeta, punto de apoyo de los ecosistemas naturales y de la regulación del clima, y recurso esencial para la humanidad desde el desarrollo civil, social, agrícola e industrial.

La Resolución de la Asamblea de las Naciones Unidas 64/92 de 28 de julio de 2010 reconoció que el “derecho al agua potable y al saneamiento es un derecho humano esencial para la calidad de vida y el ejercicio de todos los derechos del hombre”.



I - 2.4 El valor del agua

Históricamente, los primeros asentamientos humanos surgieron cerca de ríos y fuentes de agua dulce, esenciales para la supervivencia. Con el desarrollo de las sociedades y las culturas, asistimos a la definición de procesos constructivos específicos para la organización y gestión del recurso hídrico colectivo. Desde los canales agrícolas en Egipto y Mesopotamia hasta los acueductos romanos en Europa, las obras arquitectónicas y de ingeniería para el control y el transporte del agua permitieron establecer zonas residenciales incluso a distancia de las fuentes primarias de agua. Hasta la fecha, la difusión de las redes de agua en el mundo presenta una capilaridad diferente en los distintos continentes. En Europa, en los años treinta del siglo XX, la necesidad de garantizar el acceso universal a los recursos hídricos se convirtió en una prioridad, por razones higiénicas y humanitarias. No puede decirse lo mismo de los países en desarrollo. En estos últimos, la falta de recursos económicos públicos no permite que el derecho al agua sea efectivo como derecho humano fundamental.

I - 2.5 El gobierno del agua

Estado del arte europeo

La utilización de los recursos hídricos por el hombre abarca una gran variedad de ámbitos, desde la agricultura hasta la industria, pasando por el transporte. El crecimiento demográfico y la respuesta a las necesidades de los sectores productivos aumentan progresivamente el uso del agua, reduciendo la calidad del recurso. Para hacer frente a esta situación, Europa ha trabajado a lo largo de los años aplicando múltiples estrategias a largo plazo para la protección de los recursos hídricos. La política europea del agua se actualiza y mejora con el tiempo, teniendo en cuenta la contabilidad, y por tanto el censo, de los recursos hídricos y la eficiencia hídrica, en relación con normas precisas para la reutilización del agua, con el fin de garantizar un suministro de agua adecuado desde un punto de vista cualitativo y sostenible.

En este sentido, siguiendo la Directiva Marco Europea del Agua (Directiva 2000/60 / CE - Directiva Marco del Agua -DMA), regida por acuerdos internacionales e integrada con normas específicas, se presentó el Plan para la protección de los recursos hídricos europeos (Bruselas, 14.11.2012 - COM (2012) 673 final). El Plan destaca las características relativas a los diferentes medios acuáticos dentro de la Unión Europea, promoviendo, a nivel de gestión y salvaguardia, una metodología de mejora que considere las peculiaridades de cada situación. Los diferentes problemas de gestión de los recursos hídricos se refieren a aspectos ecológicos, químicos, de contaminación y de eficiencia hídrica, que a menudo se entrecruzan. Por ello, el objetivo europeo de alcanzar un “buen estado de las aguas” (Plan para la protección de los recursos hídricos europeos, Bruselas, 14.11.2012 - COM (2012) 673 final) favorece soluciones capaces de resolver consecuentemente más dificultades simultáneamente.

La especial atención prestada por la Comisión Europea a las aguas dulces está motivada, como demuestran las estadísticas y los seguimientos desarrollados en los Estados miembros, en la evidencia de la creciente explotación, debida a la urbanización, las actividades económicas y el crecimiento demográfico, a que éstas se ven sometidas.

El agua en las estrategias de la ONU

Hoy, 76 años después de su fundación, son 193 los países miembros de las Naciones Unidas que, en cumplimiento del estatuto, se comprometen a activar una cooperación fructífera para resolver los problemas internacionales y promover el respeto de los derechos humanos. El objetivo de Naciones Unidas es proporcionar estrategias y medios para apoyar la resolución de conflictos y el desarrollo de políticas adecuadas en temas de interés global. En este sentido, en 2015 se elaboró un programa para la prosperidad del planeta y la promoción de prácticas sostenibles a adoptar en el desarrollo de las actividades humanas: la Agenda 2030.

La Agenda 2030 establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible lanzados en 2016 y que deben alcanzarse en los próximos 15 años. Como prueba de la importancia de los recursos hídricos para el planeta, seis de los 17 objetivos totales se refieren al agua. Los objetivos 6 y 14 son específicos sobre el tema:

OBJETIVO 6: AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible de las instalaciones de agua y saneamiento para todos.

OBJETIVO 11: CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES. Difundir una cultura más sostenible y sustituir las fuentes de energía actuales por alternativas ecológicas.

OBJETIVO 14: VIDA BAJO EL AGUA. Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.


Los objetivos adicionales que promueven las buenas prácticas para la gestión del agua son el objetivo 1 para los recursos naturales, el objetivo 3 para la reducción de la contaminación del aire, el agua y el suelo, el objetivo 7 para la energía limpia y el objetivo 13 para la lucha contra el cambio climático y sus consecuencias. A pesar de los esfuerzos por lograr el acceso universal al agua como derecho humano, siguen existiendo dificultades económicas, deficiencias jurídicas y un enfoque cultural adecuado entre la voluntad y la realización real del proceso.



LEONARDO DA VINCI



« Esta (el agua) nunca está quieta hasta que llega al mar, donde, ya no perturbada por los vientos, se detiene y descansa con su superficie equidistante al centro del mundo ».



Leonardo comenzó a dedicarse a los estudios de hidráulica durante su estancia en Milán. Estudió la zona del Naviglio de San Marco, creando un proyecto para conectar el Naviglio Martesana con los canales internos a través de dos esclusas. Este proyecto habría hecho posible cruzar Milán en barco y conectar el río Adda con el Ticino. Leonardo contribuyó a la evolución técnica de las esclusas de navegación insertando en su interior una compuerta inferior maniobrable para gestionar el flujo del agua. Durante el periodo milanés, desarrolló en el ámbito agrícola la técnica de irrigación de los prados de agua. Esta técnica permite un mayor número de cultivos.

Durante su breve estancia en Venecia, Leonardo colaboró con la República de Venecia para hacer navegable el río Brenta y evitar inundaciones.

Algunos de los proyectos hidráulicos de Leonardo consistían en desviar ríos y eran especialmente ambiciosos y futuristas, como demuestran sus escritos.

Leonardo estudió la verdadera naturaleza del agua, su origen, dinámica, efectos ópticos en la superficie y otras peculiaridades. Diseñó máquinas para el aprovechamiento de la energía hidráulica, la elevación del agua y el drenaje de terrenos pantanosos. Estudiando el movimiento del agua, Leonardo llegó a la conclusión de que, con el tiempo, la Tierra quedaría sumergida por el mar, volviéndose inhabitable. Las continuas investigaciones sobre el tema llevaron a Leonardo a los primeros estudios sobre fósiles. Estos análisis le permitieron teorizar la imposibilidad del Diluvio Universal.



PROTAGONISTAS DE LA CIENCIA HIDRÁULICA

JERÓNIMO DE AYANZ





A Jerónimo de Ayanz se le llama el Leonardo Da Vinci de España. Da Vinci nació a mediados del siglo XV y Ayanz un siglo después. No hay pruebas de que Ayanz conociera los manuscritos de Leonardo. Sin embargo, Ayanz permaneció mucho tiempo en Milán durante su carrera militar y resolvió con originalidad algunas cuestiones que Leonardo había dejado abiertas.

A diferencia de la época de Leonardo, Jerónimo podía patentar sus inventos después de haberlos probado. Realizó numerosos dibujos que profundizaban sus estudios con gran nivel y detalle de elaboración.

Inventó muchas herramientas: una bomba para desaguar los barcos; un precedente del submarino; la brújula que establecía la declinación magnética; un horno para la destilación del agua de mar; bombas de riego; la estructura de arco para las presas de embalse; un mecanismo de transformación del movimiento para medir el “par motor”.



PROTAGONISTAS DE LA CIENCIA HIDRÁULICA

HENRY GASPARD DARCY





Henry Philibert Gaspard Darcy fue un ingeniero francés que realizó importantes aportaciones a la hidráulica. Entre sus obras destaca el impresionante sistema de distribución de agua a presión para el abastecimiento de agua dulce de la ciudad de Dijon. El sistema permitía transportar agua desde el manantial de Rosoir a 12,7 kilómetros de distancia a través de un acueducto cubierto hasta los ba-sins cercanos a la ciudad.

Darcy fue director principal de Aguas y Pavimentos en París, donde desarrolló sus investigaciones hidráulicas. En particular, estudió el flujo y las pérdidas por fricción en las tuberías. Entre 1855 y 1856, tras varios experimentos, estableció lo que hoy se conoce como la ley de Darcy. La ley, desarrollada originalmente para describir el flujo de agua a través de arena, se ha reproducido en muchas situaciones y ahora se utiliza para calcular la resistencia de cualquier flujo en medios porosos.



WILHELM EDUARD WEBER



"La velocidad de las ondas no depende en absoluto sólo de la anchura, como afirmaban Newton, Gravensande, D'Alembert y recientemente Gerstner, sino también de su tamaño, es decir, de su altura y anchura juntas... Según nuestros experimentos, la velocidad de las ondas disminuye a medida que disminuye la profundidad del fluido. Si la profundidad disminuye en progresión aritmética, la velocidad disminuye más lentamente."



El weber es, en su honor, la unidad de medida en el Sistema Internacional, con el símbolo Wb, del flujo magnético.

El científico alemán fue capaz de calcular el factor de proporcionalidad entre las unidades electromagnética y electrostática, demostrándolo próximo al valor de la velocidad de la luz, en el que se inspiró J. C. Maxwell para formular la teoría de las ondas electromagnéticas.

De esta descripción de la actividad de Weber no parece posible deducir conexiones con los temas de la hidráulica, y su libro es de hecho poco conocido en la literatura hidráulica, aunque contiene una relación detallada de lo que se había escrito hasta entonces sobre el movimiento de las ondas y un amplio panorama de nuevas observaciones.

Weber, en muchos experimentos sobre el comportamiento de las ondas, utilizó un tanque con paredes de cristal, muy largo y estrecho, que permitía investigar los fenómenos de reflexión, interferencia, movimiento orbital y forma del perfil, utilizando, además de agua, ¡mercurio y brandy!

Afalta de precedentes, muchas de las técnicas experimentales de Weber eran tan ingeniosas como absolutamente novedosas; por ejemplo, solía espolvorear harina sobre la superficie libre del fluido aplicando una fina pizarra al borde de la cuba, o bien espolvoreaba la propia pizarra con polvo blanco pobre que luego era eliminado por el movimiento ondulatorio; de este modo podía examinar las huellas del comportamiento ondulatorio en los distintos experimentos, “fotografiando” la continuidad del movimiento.



Bibliografía y webs

- <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
- <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/water-framework/objectives/implementation_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/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>



**I - Módulo 3:
Acción antropogénica
y agua:
pasado, presente y futuro**

En el libro VII de la Política de Aristóteles, el autor describe la ciudad ideal según su pensamiento y analiza las mejores condiciones para elegir el lugar donde ubicarla. Una de las 4 condiciones que identifica está vinculada a la presencia de agua:

“También serían muy oportunas fuentes y corrientes de agua en gran número, cuya carencia puede remediarse construyendo innumerables y capaces balsas para la recogida del agua de lluvia, de modo que nunca falte agua aunque el territorio metropolitano esté aislado del resto de la región por una guerra. Porque hay que pensar en la salud de los habitantes, para lo cual la primera condición es que la localidad esté en un lugar sano y bien orientado, la segunda que haya aguas sanas, incluso este asunto debe tratarse con cuidado.”

(Aristóteles, Política, Book VII)

NÚMEROS

4 mil millones
de las personas
viven en zonas
caracterizadas por
una grave escasez
de agua durante
al menos un mes al
año

1,6 mil millones
la gente se enfrenta
a una escasez de
agua “barata” (hay
agua pero falta
infraestructura)

Más de **2 mil millones**
la gente vive
en lugares con
escasez de agua

3 mil millones
las personas no
tienen acceso
adecuado a
instalaciones para

I - 3.1 ¿Por qué agua?

El agua es fuente de vida, el agua es un bien que pertenece sin discriminación a todos los seres vivos de la Tierra. Su limitación presupone su salvaguarda y el reconocimiento de su valor como recurso natural esencial para la supervivencia de nuestro planeta. El acceso universal al agua es un derecho social y una condición esencial para el disfrute de los derechos humanos. (A, 2010)

El agua es democracia y participación. La gestión del agua debe tener como objetivo intervenciones inclusivas y participativas. El agua es una oportunidad para repensar los lugares, territorios e infraestructuras urbanas. Su dimensión artística y de diseño puede desencadenar procesos de regeneración urbana basados en los temas de la sostenibilidad, la protección y la inclusión social. (UE, 2000)

El agua es el futuro. La escasez de recursos hídricos a nivel mundial es la principal amenaza de nuestro siglo, en el que el cambio climático y el constante aumento de la población representan la circunstancia agravante. El futuro de todo el planeta depende de una gestión responsable de este recurso. El primer paso es la concienciación, el segundo es la acción. Ha llegado el momento de actuar.

80% de las aguas residuales industriales y municipales en todo el mundo es liberado al medio ambiente sin tratamiento previo

230 millones de personas tardan más de 30 minutos por viaje en recoger agua de fuentes alejadas sus hogares

30% de los principales acuíferos están en estado de decadencia

829 millones de personas mueren cada año a causa de diarrea después de utilizar instalaciones de agua y saneamiento insalubres.

I - 3.2 La cultura del agua

En el antiguo Egipto, las crecidas intermitentes provocadas por el río Nilo representaban un acontecimiento divino (Hapi - dios de las crecidas anuales del Nilo). El agua que cruzaba el cauce bañaba los territorios vecinos, garantizando la vida de los habitantes y haciendo que la tierra fuera fértil para el cultivo. La población, en reconocimiento de ese don, le ofrecía himnos y plegarias. No sólo era una fuente de vida y transporte, sino también un recurso sagrado. El río Ganges, en la India, sigue siendo sagrado para los hindúes hoy en día. Bañarse en el Ganges otorga el perdón de los pecados y conduce a la salvación. Por ello, representa un lugar importante para sus habitantes, donde sobresalen edificios sagrados y tienen lugar muchas actividades relacionadas con el agua. El agua es objeto de narración y mitología en muchos textos sagrados, como la historia del diluvio universal descrita en el texto bíblico, en la que el Arca de Noé adquiere un valor salvador, gracias al cual Noé consigue salvarse de la inundación. Y también Poseidón, dios de las aguas, es una figura mitológica narrada en los poemas homéricos, caracterizado por el tridente como símbolo de su poder sobre las aguas. El agua es un elemento indispensable para el nacimiento de una ciudad, y el placer y el beneficio, como en la antigua Grecia. Pero también lo fue en el caso de los romanos, que construyeron acueductos para llevar el agua a las ciudades (por ejemplo, se construyeron unos 800 km de tuberías para alimentar la ciudad de Roma) e introdujeron elementos de bienestar, calidad ambiental y salud como fuentes, balnearios e iglesias públicas. Las termas representaban el lugar máximo de la socialidad de la cultura romana, donde la gente se reunía, discutía y hacía negocios en un ambiente de bienestar. Muchas de las ciudades fluviales y costeras encuentran su ubicación gracias a la presencia de este recurso. El mar o las vías navegables permitían el transporte de mercancías, la defensa de la ciudad y la supervivencia. Desde los grandes puertos griegos

y romanos hasta los puentes habitados de Venecia, pasando por los pequeños artefactos, los lugares acuáticos evocan a menudo su vocación pública. El agua representa, por tanto, un ámbito de profunda reflexión cultural, en tanto que es un elemento natural que siempre ha acompañado la vida del hombre y ha delineado su estilo de vida. El factor agua fue predominante en los procesos de asentamiento del pasado y, aunque de forma diferente, lo sigue siendo en la actualidad. En las civilizaciones marítimas y fluviales, la pesca, el comercio y la defensa han definido una estructura urbana desarrollada a lo largo de la costa y los ríos, remodelando así la frontera agua-tierra, lo que ha generado un nuevo paisaje de relación entre artificio y paisaje natural en el que el agua es la protagonista. Para protegerse o abastecerse, el ser humano ha tenido que desarrollar a lo largo del tiempo diversas precauciones: desde la conducción del agua de lluvia a los cultivos, los sistemas de drenaje, las canalizaciones, las reclamaciones, las desviaciones de los cauces naturales hasta las presas, y así hasta el tejado de su casa. Sistemas y artefactos, primero de madera y piedra, luego de hormigón, metal y plástico, han caracterizado los lugares para vivir. Entre amenaza y recurso, el agua siempre ha sido un elemento de temor y bendición al mismo tiempo, pero el hombre siempre ha sabido reconocer y captar su carácter indispensable traduciéndolo en diferentes connotaciones simbólicas, convirtiéndose en fuente de inspiración para el arte, la literatura y la arquitectura.

AGUA EN EL ANTIGUO TESTAMENTO

En el principio, el libro del Génesis nos cuenta cómo el agua era omnipresente antes de la creación del universo. Originalmente hostil a Dios, tuvo que ser domada. Dios creó el firmamento, dividiendo así las aguas, y así apareció la tierra seca. A la tierra seca la llamó Tierra; a las aguas, mar. En el “paso” del Mar Rojo, Dios salva a su pueblo de los egipcios ejerciendo su poder sobre las aguas. El agua como lluvia adquiere un doble significado en la Biblia: a veces signo de castigo divino, como en el diluvio universal, a veces signo de bendición. Lluvia de bendición que en el momento oportuno riega la tierra. Por el contrario, la falta de lluvia es castigo divino, como nos recuerda Salomón en la oración. El agua como el rocío también es bendición. El agua como el granizo arremete contra los enemigos de Dios. El granizo fue la séptima plaga con la que Dios castigó a Egipto, devastando los viñedos.

Según el texto sagrado, el agua es un recurso purificador, cura de la enfermedad y de la impureza, es una herramienta fundamental para la limpieza y la higiene. Nos recuerda el episodio del rey Naamán, que, enfermo de lepra, bajo el consejo de Eliseo, se bañó siete veces en el Jordán. Gracias a estos baños, el rey armenio sanó y su cuerpo quedó purificado.

Por último, la Biblia nos recuerda cómo el agua es un recurso esencial para la vida humana y animal, por lo que representa un derecho para todos y que nos compromete moralmente a abastecer a los más necesitados, pero no sólo, incluso a los enemigos.

I - 3.3 Conflictos con el agua

El 9 de octubre de 1963, entre las regiones de Véneto y Friuli Venecia Julia en Italia, más concretamente en el valle del Vajont, millones de metros cúbicos de la montaña cayeron en una cuenca de agua a 100 km por hora. Superando la presa, una ola de 250 metros de altura desbordó el territorio destruyendo pueblos enteros. El “desastre de Vajont” duró 4 minutos. Una de las montañas sobre las que se apoyaba la presa, el monte Toc, presentaba un antiguo desprendimiento de kilómetros de anchura: los taludes de la cuenca construidos por la SADE (compañía eléctrica privada) no eran adecuados porque presentaban riesgo hidrogeológico. Es en la zona de Vajont donde el agua adquiere un significado relacionado con un momento histórico preciso. El agua, que arrasó trágicamente pueblos enteros, creó un vínculo entre el acontecimiento y la memoria del lugar.

Muchas veces el poder del agua se ha abatido sobre la humanidad, desde el mito de Noé hasta las grandes inundaciones y riadas, el agua ha reconquistado los territorios, engullendo ciudades y paisajes habitados. El agua, como en el caso de Vajont, representa un elemento fundamental en la relación entre el hombre y la naturaleza. El hombre debe buscarla continuamente. Hoy en día, el cambio climático, debido principalmente al comportamiento humano, plantea enormes desafíos, como frenar la subida de los océanos y la desertificación, procesos que ya están en marcha y ponen en peligro nuestra seguridad. La mayor vulnerabilidad de territorios diversificados es preocupante: las variaciones de las precipitaciones repercutirán en la agricultura, aumentando el hambre en países ya en riesgo de malnutrición; en los países meridionales, habrá escasez de agua y en los nórdicos, exceso. El aumento de la temperatura del agua que fluye sobre las superficies calientes es destructivo para la flora y la fauna acuáticas. La elevada impermeabilidad del suelo provoca inundaciones cada vez más frecuentes en nuestras ciudades, con repercusiones económicas

El cada vez más fuerte efecto isla de calor en las ciudades provoca un aumento significativo de las temperaturas con consecuencias directas e indirectas, tanto para la salud de las personas como para el equilibrio del medio natural al alterar el ciclo natural de crecimiento de la vegetación en las zonas urbanas.

Las repercusiones que el cambio climático tiene en los territorios están transformando la cuestión del agua en urgente. Los retos de nuestro tiempo son comprender el valor del agua para el territorio y nuestra vida y restablecer un nuevo equilibrio entre naturaleza y artificial, entre agua y acción antropogénica.

I - 3.4 Volver al agua

El enfoque funcionalista del siglo pasado ha repercutido en el medio urbano, fragmentando las ciudades y despojando de identidad a los lugares, y en la gestión de los recursos hídricos, introduciendo conceptos meramente prácticos, incapaces de hacer resilientes territorios y ciudades, prácticas insostenibles en cualquier latitud. Desde la renovada conciencia ambiental, los enfoques contemporáneos ofrecen procesos de regeneración urbana que pueden activarse a través de los recursos naturales concebidos como oportunidades para relanzar, socializar y proteger el medio ambiente. Los ejemplos de restauración de canales y rediseño de muelles de los últimos diez años demuestran la voluntad de promover formas sostenibles de desarrollo en las que el tema del agua ocupa un lugar central. El recurso hídrico se convierte en un tema de proyecto perteneciente a un sistema más amplio capaz de mejorar el uso del espacio colectivo. Así pues, el agua representa hoy una oportunidad para repensar los lugares donde vivir y sensibilizar a la colectividad sobre cuestiones medioambientales y ecológicas.

I- 3.5 Hacia ciudades ecológicas: agua para la calidad urbana

La elevada densidad de población y las actividades productivas de las ciudades ejercen una presión sobre el medio ambiente que preocupa a la comunidad europea e internacional. Pero es precisamente en las zonas más urbanizadas donde se produce la interacción del medio ambiente, donde interactúan artificialidad y naturaleza. La ciudad representa entonces el lugar adecuado y desde el que hay que empezar a orientar el desarrollo sostenible. Representa un área paradigmática de experimentación sostenible, replicable a escala global, capaz de generar mecanismos de mejora de la calidad del medio ambiente y de la vida de las personas. Por ello, las políticas europeas e internacionales se centran especialmente en el medio urbano para repensar y desarrollar ciudades resilientes que respondan adecuadamente a las urgentes necesidades ecológicas, económicas, sociales, de protección y de salud. Un cambio de tendencia, por tanto, en el que la protagonista es la sostenibilidad, como herramienta indispensable para el crecimiento y desarrollo de la ciudad. En este contexto de concienciación sobre la necesidad de restablecer un equilibrio sostenible en las ciudades, las políticas internacionales abordan la gestión de la cuestión del agua para una planificación cada vez más "sensible al agua". Ya se han puesto en marcha numerosas estrategias "orientadas al agua" que se centran en dos objetivos: el uso sostenible de los recursos hídricos y la conservación del patrimonio hidráulico. El agua es un recurso fundamental que no sólo hay que conservar para la supervivencia del planeta, sino que también es necesaria para combatir los efectos causados por el cambio climático y esencial para la salud de las personas. Varias estrategias adoptadas integran el tema del agua dentro de las ciudades, entre ellas, encontramos varios temas que incluyen el frente marítimo y fluvial, los humedales y la fitorremediación, la recuperación de canales y cuencas, los ciclos del agua.



*Figura 1 - Piscina das Marés, Alvaro Siza, 1959-1973. Terrazas y piscinas que permiten disfrutar de las aguas del Atlántico.
Fuente: Laura Menéndez Monzonís, UJI university*



*Figura 2 - Passeo Carlos do Carmo, Lisboa (Portogallo)
Fuente: Gaia Nerea Terlicher, Pavia University*



*Figura 3 - Cankarjevo nabrežje, Ljubiana (Slovenia)
Fuente: Margherita Capotorto, Pavia University*

Frente al mar y frente a la ría

Las estrategias de conservación del patrimonio hidráulico son un tema central en la regeneración de las ciudades del agua. Las zonas urbanas caracterizadas por la presencia del mar o del río son territorios especialmente vulnerables, a menudo sometidos a inundaciones que causan penurias económicas y sociales. Sin embargo, el agua es un recurso que puede convertirse en una oportunidad de relanzamiento al contrarrestar la vulnerabilidad de estos territorios y regenerar los espacios urbanos. Además, el frente marítimo y fluvial son zonas llenas de estratificaciones y relaciones culturales, lugares entre el agua y la tierra, constituyen espacios fluidos, para visiones del futuro de las ciudades y para experimentar nuevas formas urbanas sostenibles e inclusivas. El agua como elemento estructurador del trazado urbano no constituye una línea en la ciudad. Es una red permeable capaz de dialogar e interactuar activamente con el tejido existente remendando las diferentes áreas urbanas. Así, el agua activa los espacios que baña. Se convierten en lugares lúdicos y de ocio, para realizar actividades deportivas, lugares saludables, que pueden servir para estimular la vida ciudadana al aire libre. A veces incluso el agua se vuelve utilizable, convirtiéndose en una piscina natural al aire libre.

La permeabilidad del suelo y el ciclo del agua

El reto contemporáneo consiste en conciliar el desarrollo de las ciudades con la protección del medio ambiente. Por ello, es necesario introducir una reflexión sobre las interacciones entre el agua y la actividad humana. Esta reflexión debe incluir los temas de la defensa del suelo y de los ecosistemas naturales. La progresiva sobreexplotación del suelo y las continuas extracciones de agua están comprometiendo la capacidad de recuperación del agua y, en consecuencia, la capacidad del agua para garantizar la supervivencia de la población. Los humedales dentro de las ciudades pueden garantizar, por un lado, un recurso en la gestión de la creciente demanda de agua y, por otro, la depuración de las aguas residuales. Al devolver la permeabilidad al suelo dentro de las zonas urbanas, los humedales mejoran la calidad del agua y constituyen el hábitat de numerosas especies animales y vegetales, garantizando la biodiversidad. De hecho, al eliminar los contaminantes presentes en las aguas residuales, actúan como filtros naturales. Un sistema similar es el que proporcionan las plantas fitodepuradoras que, al reproducir los procesos de autodepuración de los humedales, ayudan al tratamiento de las aguas residuales. La introducción de estos sistemas también proporciona lugares que pueden ser utilizados por la población, como parques y oasis verdes en el corazón de las ciudades para el ocio, al tiempo que mitiga el fenómeno de las islas de calor.

Recuperación de canales y cuencas

La reapertura y recuperación de antiguos canales y cuencas hidrográficas es un tema cada vez más extendido en el contexto urbano europeo. Por un lado, una oportunidad para redescubrir los valores del agua y recuperar la imagen histórica de la ciudad, y por otro, una ocasión para regenerar zonas urbanas degradadas, transformándolas en atractivos polos de ocio y turismo. Representan intervenciones de renovación necesarias para crear nuevas zonas peatonales

a lo largo de los cursos de agua que bañan el tejido existente. El agua se convierte en un elemento estético y lúdico, digno de admiración y que permite el uso del espacio que la bordea o rodea, pero a veces también navegable o incluso de baño, como en el caso de algunos canales.

Rutas ciclistas y acuáticas

Entre los factores determinantes de la calidad urbana de los espacios públicos se encuentra el sistema de movilidad, con un papel fundamental en la calidad de vida de los habitantes. Frente a la forma más tradicional de movilidad, con un impacto significativo en el medio ambiente, la movilidad blanda representa el sistema de transporte necesario para el desarrollo de ciudades sostenibles, contribuyendo a hacerlas aún más atractivas. Desde hace años, muchos países europeos invierten en la creación de redes ciclistas a lo largo de las vías navegables. Este tipo de movilidad ha generado estrategias de recuperación de ríos, arroyos, lagos y canales, poniendo en valor el territorio y los artefactos que lo cruzan. La puesta en valor del patrimonio hídrico a través de las “vías navegables” no sólo proporciona a la población un sistema de conexión urbana sostenible, sino que también anima a la gente a adoptar hábitos que pueden promover y mejorar la salud. No obstante, la conexión de los carriles bici con las vías navegables puede fomentar el desarrollo de un turismo lento y sostenible



Figure 4 - PARQUE DEL TURIA

El parque del Turia nació sobre el cauce del antiguo río Turia que discurría por la ciudad de Valencia, y que tras ser desecado, fue desviado como prevención a las continuas crecidas que se produjeron durante el siglo pasado, causando graves molestias a la ciudad y a sus habitantes a lo largo de los años. Así, hoy el parque se ha convertido en un símbolo de la ciudad al modificar su imagen y revitalizar los barrios que se asoman a él.

Bibliografia y web:

- 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

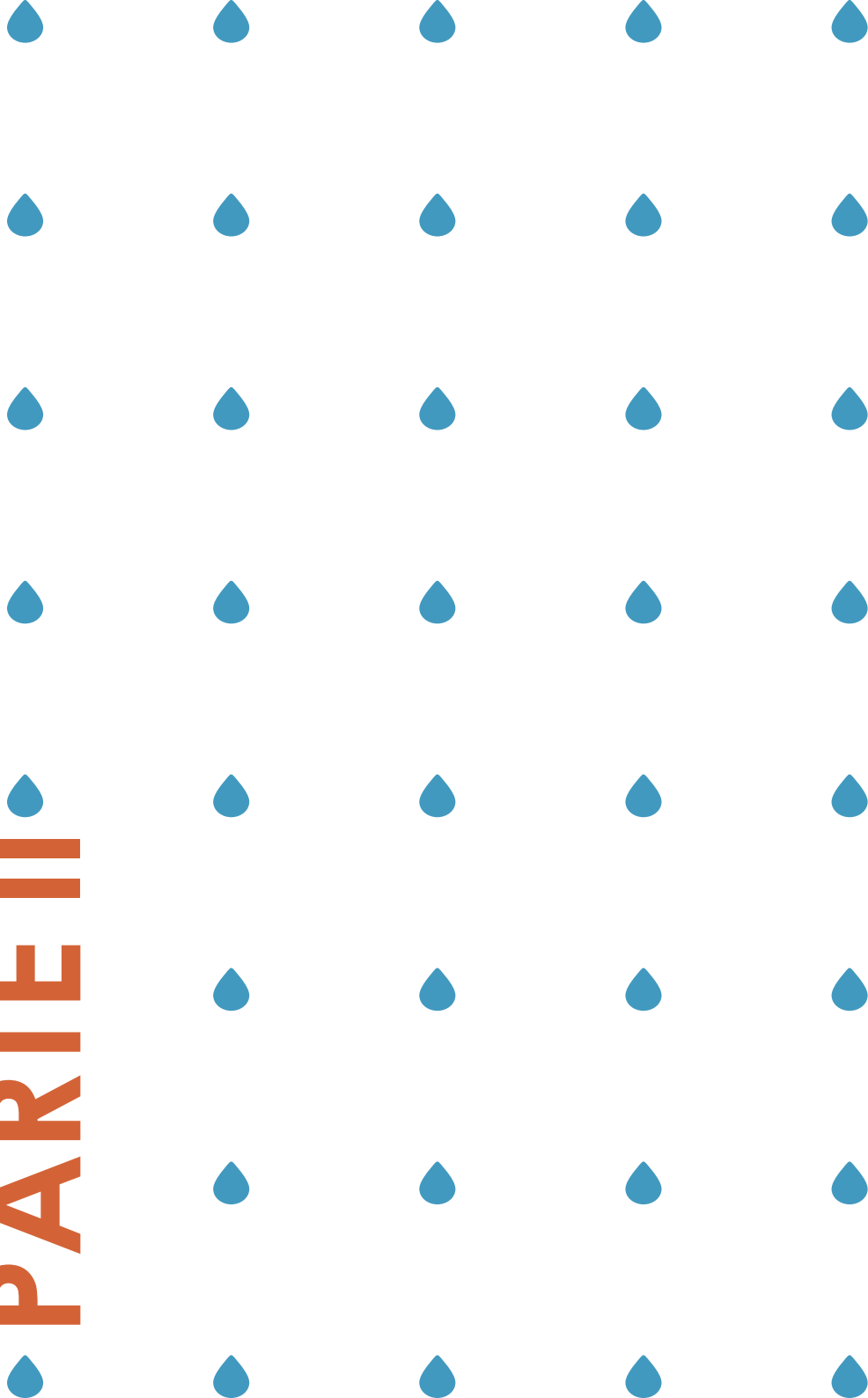
- UN, 2010, "General Assembly declares access to clean water and sanitation is a human right", Testo disponibile al sito: <https://news.un.org/en/story/2010/07/346122-general-assembly-declares-access-clean-water-and-sanitation-human-right>, 20-03-21

- EU, 2000, *Water Framework Directive*, Testo disponibile al sito: https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html, 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





INNOVADOR
HERRAMIENTAS
EDUCATIVAS EN
ESCUELAS

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 first row between the second and third columns. The text is centered in the upper right area of the page.

**II - Módulo 4:
educativo innovador
herramientas en las escuelas**

II- 4.1 Approach to current teaching innovation:

Los recursos tecnológicos actuales impregnan la sociedad en todos sus niveles, no sólo como medios de comunicación sino también como herramientas de intercambio de conocimiento y aprendizaje (Zaragoza-Martí, en imprenta).

El mundo global en el que hoy nos encontramos, donde todo el mundo está interconectado con un solo click, desde cualquier punto del Planeta y en cualquier momento, requiere que el conocimiento y el aprendizaje sea más accesible, personal y directo, pues con el uso diario de las Tecnologías de la Información y Comunicación (Tic) tenemos acceso inmediato a multitud de contenidos y herramientas que nos permiten un aprendizaje diferente (Zaragoza-Martí, 2019). De esta forma, se hace necesario generar nuevas dinámicas dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje que reflejen esta realidad y cuenten con el enfoque tecnológico en su razón de ser (Martí, Heydrich, Rojas y Hernández, 2010).

Contextualization by Agenda 2030:

el modelo educativo impuesto por el Espacio Europeo de Educación Superior, centrado en el aprendizaje autónomo del alumnado bajo la supervisión del profesorado universitario, lleva aparejado la necesidad de repensar las tradicionales actividades de enseñanza y aprendizaje y su sustitución por el empleo de herramientas docentes realmente útiles en la elaboración, adquisición y trasmisión de los conocimientos necesarios dentro del nuevo modelo educativo en el que estamos inmersos (Garrido Carrillo, 2012).

Es decir, ya no se trata sólo de impartir conocimiento, sino, como nos dice Pérez-Albadalejo (2017) de, a partir de un núcleo reducido de conocimientos, tener la capacidad de expansión y adquisición de competencias. Por consiguiente, el profesor pierde su rol de instructor para ser un conductor en la generación del conocimiento.

En estos momentos, la Universidad se encuentra en un proceso

de reflexión sobre el papel que debe desempeñar para dar respuesta, entre otros, a los retos globales que plantea la Agenda 2030 de Naciones Unidas, en la que destaca el papel catalizador de la tecnología y las Tic como uno de los motores de consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el ámbito Universitario (Sancho Gil, Ornellas y Arrazola Carballo, 2018).

En esta línea, el informe UNESCO 'Educación 2030' (2015) prescribe la importancia de estas tecnologías en aspectos tan innovadores como:

- a) La difusión del conocimiento.
- b) El acceso a la información.
- c) El aprendizaje efectivo y de calidad.
- d) Y la prestación eficaz de servicios.

Desde este prisma, las reflexiones sobre la innovación docente educativa-tecnológica se centran en considerar que ésta supone una transformación significativa e implica un cambio en la concesión de la enseñanza, que repercute en la práctica educativa y que tiene como finalidad la mejora de la calidad del aprendizaje (Carrizo Aguado y Alonso García, 2019).

The importance of ICT at the academic level:

la omnipresencia tecnológica en las vidas cotidianas de los jóvenes ha trastocado sus pautas y prácticas de conducta social y cultural (Area Moreira, 2018), así como su forma de relacionarse con su entorno.

En consecuencia, la existencia y uso de servicios y dispositivos digitales en el aula, como recursos docentes, empujan a un cambio drástico en el modo de ejercer la docencia, pues no sólo ha cambiado el alumnado, sino también el profesorado y los medios a través de los cuales se genera y comparte el conocimiento.

Evidentemente, hoy en día, esa innovación docente está intrínsecamente ligada al dominio de las Tic (Pérez de la Fuente, 2013,) ya que su uso en el aula permite generar entornos educativos y de aprendizajes más abiertos, flexibles y diversos, de forma que el resultado alcanzado sea más significativo. De esta forma, se acerca la realidad social a la realidad educativa, con el objetivo de 'aprender a aprender' o ese 'saber hacer' que menciona De Miranda Vázquez (2015), en lugar sólo de memorizar contenidos y superar exámenes sin perfeccionar competencias y habilidades necesarias para la vida profesional (Zaragoza-Martí, 2018).

Beltrán y Bueno (1995) mantienen que aprendemos pensando y las estrategias que mejor logran ese objetivo son aquellas que mayor inciden en el pensamiento. De este modo, las nuevas tecnologías han de convertirse en un facilitador para empoderar a los alumnos y a las alumnas a que descubran su entorno a través de la cooperación, dotándolos de responsabilidad dentro de la estructura de su aprendizaje (Zaragoza-Martí y Pardo Beneyto, pendiente de publicación). Así lo afirma también Portillo (2017) al mencionar que el desafío de adoptar las Tic puede ser orientado hacia una sinergia, que bien podría ser aprovechada como oportunidad privilegiada para potenciar, entre los estudiantes, una cultura del protagonismo y de la responsabilidad compartida.

En consecuencia, el profesorado ya no debe situarse en el centro, donde sólo importe el discurso docente realizado de forma unidireccional, sino que el aula debe convertirse en un 'laboratorio': un espacio donde el conocimiento se cree y se comparta, a través de enseñanzas bidireccionales entre el docente y el alumnado, así como métodos cooperativos entre los propios estudiantes. De esta forma se produce una simbiosis, mejorando la enseñanza y el aprendizaje, no ya sólo de las personas que bajo el método clásico sobresalían, sino de todos los y las estudiantes, los cuales, con un trabajo

cooperativo, multimodal, plural, diverso, flexible y universal a la par que particular, pueden avanzar y modular su enseñanza (Zaragoza-Martí, 2019).

Pero no se trata sólo de proporcionar al alumnado una formación global y polivalente, con el propósito de alcanzar el rigor académico e interdisciplinar exigible, sino también de usar y poner a disposición de la comunidad educativa las herramientas necesarias para profundizar en nuevas formas de trabajar, derivadas de un uso intensivo de las tecnologías de la información y el conocimiento disponibles hoy en día (Martín, 2016).

Sin duda, ello es lo que demanda la nueva generación del e-alumnado, una universidad que los acompañe en su proceso de aprendizaje, con una enseñanza moderna, tecnológicamente avanzada y sin fronteras temporales o físicas, pues el estudiantado tiene aptitudes para aprender, pero necesita motivación, confianza, complicidad y acompañamiento en un lenguaje que le sea familiar. El centro de conocimiento universitario no puede permanecer anclado sólo en las metodologías clásicas o en pseudo-metodologías digitales, sino que es necesario comprender al alumnado, sus necesidades, su diversidad y sus diferentes grados de aprendizaje, para ofrecer un conocimiento académico de calidad, modular y permanente, en concordancia con los objetivos de la Unesco sobre la Universidad como centro de aprendizaje a lo largo de su vida (Zaragoza-Martí, en imprenta).

Evidentemente, hoy en día, esa innovación docente está intrínsecamente ligada al dominio de las Tic (Pérez de la Fuente, 2013,) ya que su uso en el aula permite generar entornos educativos y de aprendizajes más abiertos, flexibles y diversos, de forma que el resultado alcanzado sea más significativo. De esta forma, se acerca la realidad social a la

realidad educativa, con el objetivo de 'aprender a aprender' o ese 'saber hacer' que menciona De Miranda Vázquez (2015), en lugar sólo de memorizar contenidos y superar exámenes sin perfeccionar competencias y habilidades necesarias para la vida profesional (Zaragoza-Martí, 2018).

Beltrán y Bueno (1995) mantienen que aprendemos pensando y las estrategias que mejor logran ese objetivo son aquellas que mayor inciden en el pensamiento. De este modo, las nuevas tecnologías han de convertirse en un facilitador para empoderar a los alumnos y a las alumnas a que descubran su entorno a través de la cooperación, dotándolos de responsabilidad dentro de la estructura de su aprendizaje (Zaragoza-Martí y Pardo Beneyto, pendiente de publicación). Así lo afirma también Portillo (2017) al mencionar que el desafío de adoptar las Tic puede ser orientado hacia una sinergia, que bien podría ser aprovechada como oportunidad privilegiada para potenciar, entre los estudiantes, una cultura del protagonismo y de la responsabilidad compartida.

En consecuencia, el profesorado ya no debe situarse en el centro, donde sólo importe el discurso docente realizado de forma unidireccional, sino que el aula debe convertirse en un 'laboratorio': un espacio donde el conocimiento se cree y se comparte, a través de enseñanzas bidireccionales entre el docente y el alumnado, así como métodos cooperativos entre los propios estudiantes. De esta forma se produce una simbiosis, mejorando la enseñanza y el aprendizaje, no ya sólo de las personas que bajo el método clásico sobresalían, sino de todos los y las estudiantes, los cuales, con un trabajo cooperativo, multimodal, plural, diverso, flexible y universal a la par que particular, pueden avanzar y modular su enseñanza (Zaragoza-Martí, 2019).

Pero no se trata sólo de proporcionar al alumnado una formación global y polivalente, con el propósito de alcanzar

el rigor académico e interdisciplinar exigible, sino también de usar y poner a disposición de la comunidad educativa las herramientas necesarias para profundizar en nuevas formas de trabajar, derivadas de un uso intensivo de las tecnologías de la información y el conocimiento disponibles hoy en día (Martín, 2016).

Sin duda, ello es lo que demanda la nueva generación del e-alumnado, una universidad que los acompañe en su proceso de aprendizaje, con una enseñanza moderna, tecnológicamente avanzada y sin fronteras temporales o físicas, pues el estudiantado tiene aptitudes para aprender, pero necesita motivación, confianza, complicidad y acompañamiento en un lenguaje que le sea familiar. El centro de conocimiento universitario no puede permanecer anclado sólo en las metodologías clásicas o en pseudo-metodologías digitales, sino que es necesario comprender al alumnado, sus necesidades, su diversidad y sus diferentes grados de aprendizaje, para ofrecer un conocimiento académico de calidad, modular y permanente, en concordancia con los objetivos de la Unesco sobre la Universidad como centro de aprendizaje a lo largo de su vida (Zaragoza-Martí, en imprenta).

II - 4.2 Geotechnologies, an attractive way of ICT:

Las tecnologías de la información y la comunicación (ICT), se pueden definir como una prolongación del término tecnologías de la información (IT), pero haciendo hincapié en la importancia de las comunicaciones digitales a través de Internet, por encima de la naturaleza digital de la información en sí misma (Murray, 2011). La integración de las telecomunicaciones (líneas telefónicas y señales inalámbricas), ordenadores, programas, middleware, sistemas de almacenamiento y recursos de visualización que permiten a los usuarios acceder, almacenar, transmitir y manipular información. El dimensionamiento de los contenidos de información y la necesidad de su proceso electrónico-digital demandan una capacidad de gestión muy distinta a lo conocido hasta hace unos años y calificarlo como un simple fenómeno tecnológico sería recortar su verdadero significado. La información geográfica desempeña un papel muy importante en la sociedad actual, al intervenir de manera estratégica en muchas cuestiones que hoy despiertan una preocupación colectiva, como los procesos ambientales, los riesgos naturales, el desarrollo económico o la desigualdad. Sin embargo, junto a los grandes problemas ambientales o sociales, hay otras cuestiones relativas al ocio o la recreación, en las que el uso de la información geográfica está teniendo también un enorme impacto en una sociedad tecnificada y con tiempo libre para disfrutarlo. La Era Internet fue anunciada como algunos como el fin de la Geografía, al suponer que la telemática haría posible la superación de las barreras físicas, pero lo cierto es que la nueva sociedad "Glocal" (Castells, 2001), global y local a la vez, está siendo objeto de transformaciones geográficas importantes. Ahora, destaca más que nunca la importancia de la localización geográfica en el estudio del comportamiento humano (Geomarketing o movilidad, son cuestiones estratégicas desde un punto de vista económico o social) a causa de la facilidad que dan las ICT para utilizar la información geográfica en condiciones estratégicas de tiempo y forma (inmediatez).

Social phenomenon of Neogeography:

La Cartografía del siglo XXI ha sabido adaptarse al valor que supone la información y la comunicación, creando bases de datos específicas que han hecho posible la transformación de los antiguos mapas en papel en mapas digitales. Se han creado dispositivos aéreos y espaciales capaces de captar gran cantidad de datos sobre nuestro planeta (satélites, drones, etc..), una enorme cantidad de información digital para ser procesada por estas nuevas bases de datos geográficas. Pero la clave del éxito de la información geográfica, como parte del fenómeno ICT, ha sido la difusión de su uso y su consumo masivo y cotidiano, en constante incremento y actualización desde los dispositivos móviles de los propios usuarios integrados en comunidades virtuales o redes sociales.

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

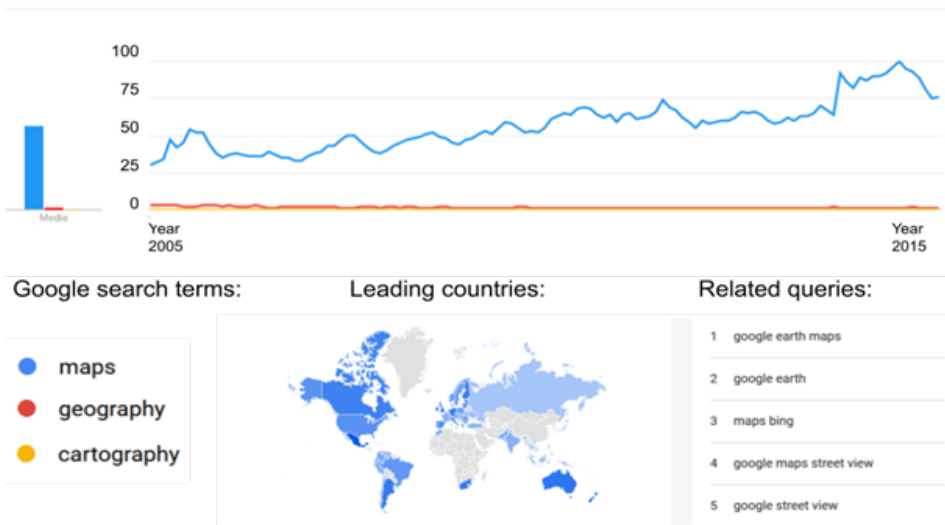


Figura 1: Tendencia en aumento de la búsqueda del término Maps en Google que demuestra el interés por los servicios de mapas en la Web o Web Mapping, como Google Maps, Google Earth o Bing Maps (Fuente: Google Trends. Acceso: 09/03/2021)

La circulación de datos por Internet y la Web tejen las costuras que unen una “enorme aldea conectada en lo global y muy activa en lo local” (Castells, 2000). La información geográfica está cumpliendo con este requisito social, gracias a la difusión efectiva de la información geográfica. En la Figura 1, se muestra la evolución reciente del interés mundial por términos como: maps, geography and cartography, destacando claramente la popularidad del término maps frente a los más “académicos”, en relación con servidores de mapas en la Web, como Google Maps, Google Earth o Bing Maps. Un proceso viral en los países tecnificados y que se ha extendido por el resto del mundo con rapidez, a excepción de las zonas al otro lado de la brecha digital.

Web 2.0 and Web mapping 2.0:

Estamos ante un nuevo comportamiento social: la WEB 2.0, un fenómeno que ha abierto la puerta de las bases de datos desde Internet al gran público. La ciudadanía se ha introducido en el mundo de la información digital y ha encontrado muy confortable el ciberespacio. El elemento humano ha convertido la tecnología digital en un medio que proporciona nuevas y más eficaces fórmulas de relación, con estrategias distintas para alcanzar el éxito, el negocio, el prestigio e incluso la fama. La revolución de la Web es de tal celeridad que obligada a considerar diferentes estadios que se suceden en corto plazo: la Web 1.0 o Web estática de finales del siglo pasado, la Web 2.0 dinámica y social desde inicios del presente siglo y finalmente, la Web 3.0 multimedia, semántica e inteligente (Ramón-Morte, A. 2017). A la Web 1.0 se llamó estática, por su similitud al cartel de un poste publicitario con texto (HTML) capaz de viajar por la red con sonido e imágenes, pero poco más. A pesar de ello, por primera vez se podía consultar por internet la visualización de mapas, con situaciones meteorológicas vía satélite o fenómenos geográficos o ambientales de alcance global. La técnica más usada eran los “mapas de imagen” (image

maps), donde el usuario navegaba clicando en una zona del mapa que estaba enlazada a una dirección web. Cuando surge la capacidad de conectar los documentos web a las bases de datos, se pudieron sincronizar los datos de las empresas a sus páginas web, convirtiéndolas en una ventana de comunicación dinámica, con la ventaja de que se actualizaban los cambios de manera automática. Las bases de datos habían logrado que la Web ya no fuera estática. El Servicio de Información de Internet (IIS) convirtió a los ordenadores personales en servidores web y de bases de datos, gracias al lenguaje ASP clásico o ASP.NET que popularizó Microsoft, junto con otros lenguajes más potentes y evolucionados, como el PHP, Perl o JAVA.

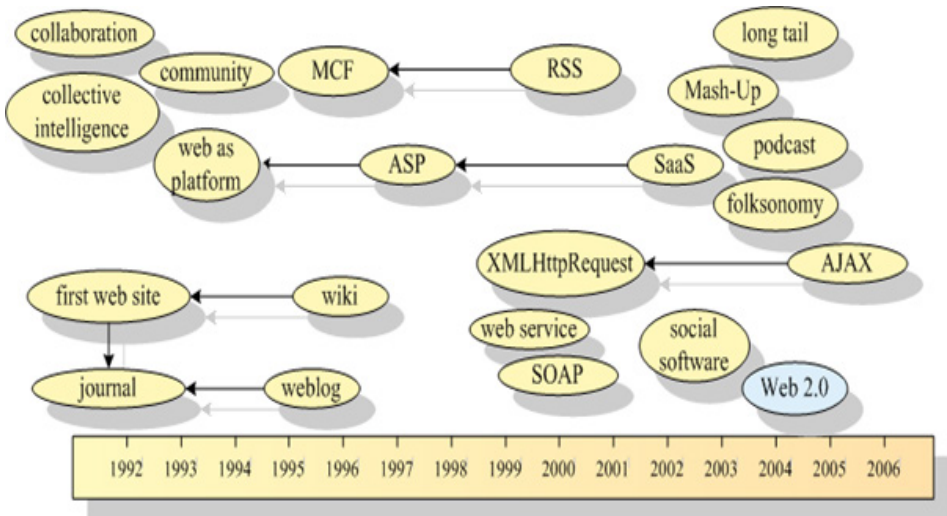


Figura. 2: Aparición de la Web 2.0 y de los distintos elementos tecnológicos y sociales que a lo largo del tiempo se conjugaron para hacerla posible. Esquema tomado del Blog de Jürgn Schiller: "Web 2.0 Buzz Time Bar". Acceso: 09/03/2021.

Gracias a ello, ya se podían ver los datos geográficos en la web actualizados en tiempo real, seguir la información de los satélites o ver cambiar los mapas a “golpe de ratón” tal y como se cargaban desde las geodatabases.

La evolución del lenguaje HTML y la aparición del lenguaje XML, permitieron la interoperabilidad con diferentes bases de datos. Las peticiones a servicios externos o de AJAX (JavaScript y XML), para ejecutar aplicaciones desde el navegador, generaron un comportamiento más dinámico, alimentándose de los datos de las propias corporaciones y de los que los propios usuarios generaban a través de sus aplicaciones móviles. La Web 2.0 ofrecía una gestión dinámica de los contenidos, centrada en el usuario, para trabajar con la información de forma colaborativa. Comenzaba el Cloud Computing y en la Figura 2 podemos observar el panorama complejo de elementos que intervienen en la gestación de este nuevo estadio de Internet en tan pocos años de evolución.

La Web 2.0 es el escenario del desarrollo de un fenómeno más específico, el Web Mapping 2.0, resultado de la evolución tecnológica de la Geografía y la Cartografía para adaptar la información geográfica a la nueva realidad del mundo digital. El Web Mapping ha superado todas las expectativas gracias a la normalización de los datos geográficos y los estándares de comunicación para el acceso web desde Sistemas de Información Geográfica (GIS) o geodatabases

La incorporación proactiva de millones de usuarios ha sido provocada por la confluencia de una serie de cuestiones en el ámbito de la tecnología y de los datos geográficos, que se pueden resumir en tres aspectos principales: enorme producción de contenidos, gran capacidad de procesamiento y divulgación masiva (Ramón-Morte, A. 2017). Sobre el primero de estos aspectos, la producción de datos geográficos, podemos afirmar que la información geográfica

ha ido incrementándose de manera exponencial desde la segunda mitad del siglo pasado, gracias a la intervención de nuevos dispositivos tecnológicos capaces de capturar este tipo de datos con mayor eficacia. Para ello, hay una constelación enorme de satélites especializados en obtener datos digitales y localizaciones, vuelos para producir imágenes digitales de la superficie terrestre, drones y dispositivos móviles geo-posicionados mediante satélites que nos permiten acceder a un auténtico universo de información sobre nuestro planeta, al servicio de las actividades humanas y para sus relaciones sociales.

Para gestionar esta enorme cantidad de contenidos geográficos ha sido necesaria la intervención de herramientas adecuadas, ahí es donde entra en juego el núcleo duro del proceso: los Sistemas de Información Geográfica (GIS). Estos programas informáticos aparecieron en la segunda mitad del siglo pasado y fueron la evolución de un híbrido entre programas de dibujo asistido por ordenador (CAD) y bases de datos relacionales. Estas aplicaciones hicieron posible la digitalización de la cartografía analógica (en papel) y de la información geográfica en general, para convertirla en imágenes ráster compuestas por píxeles o conjuntos de geometrías, formadas por coordenadas cartesianas almacenadas en bases de datos de puntos (ubicaciones), líneas (longitudes) y áreas poligonales (superficies). Estas primeras aplicaciones de GIS gestionaron la información geográfica en bases de datos y fueron capaces de utilizar el Web 2.0 para conectar las propiedades espaciales a otros tipos de información temática (ver Figura 3).

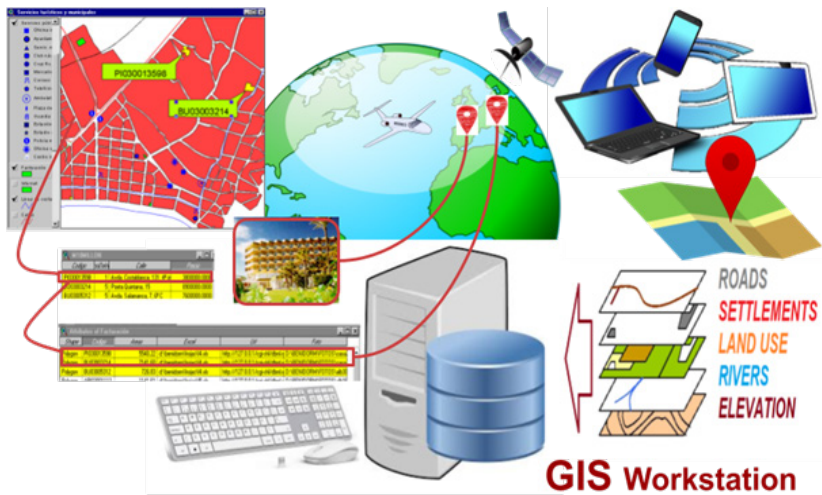


Figura 3: Geographical Information System (GIS): geographical data core. Elaborated by the authors with free sources: Wikimedia Commons and Pixabay License .

Para entender cómo los GIS han conseguido procesar la información espacial, debemos considerar dos componentes, uno espacial / geométrica y otro temático, es decir, atributos de información de otro tipo: numérico, texto, multimedia, fecha/hora, etc. La forma de digitalizar la información espacial o geométrica sigue a su vez otros dos tipos de modelos (Figura 4):

1. Modelo ráster: donde la información es continua y estructurada en una malla de filas y columnas, donde la unidad mínima es el pixel, que tendrá una resolución espacial (tamaño del píxel en la realidad)
2. Modelo vectorial: en que la información es discreta y se encuentra compilada en cualquiera de estas tres primitivas geométricas: puntos, líneas o polígonos

La forma en que físicamente almacenamos y gestionamos los datos, suele ser en una de estas categorías:

- Basadas en fichero: en un sólo fichero (ej. GeoJSON), en varios (ESRI Shapefile) o contenido en un directorio,

frecuentemente de la unidad de almacenamiento local

- estructurados en base de datos espaciales, como un sólo fichero de base de datos (Ej. GPKG, o MDB) o un clúster de un gestor de base de datos relacional, alojado en de forma local o en red.

Las basadas en fichero se utilizan en docencia o en pequeños proyectos de SIG de tipo aplicado en consultoras o administraciones locales, mientras que las segundas tienden a ser usadas en ámbitos profesionales de mayor importancia o en los servicios técnicos de las administraciones públicas o grandes consultoras que realizan proyecto en los que la información debe ser robusta, estable y consistente.

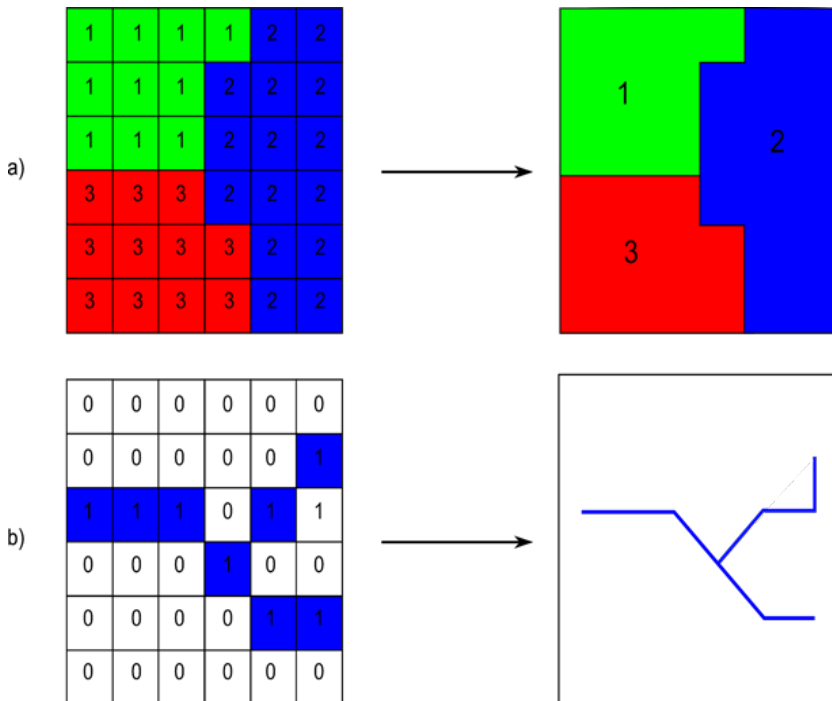


Figura 4: Modelos ráster (izquierda) y vectorial (derecha).
Elaboración propia

En las bases de datos espaciales, además de las dos componentes gráficas y de atributos temáticos, podemos añadir opcionalmente comportamientos en función de eventos (triggers) o propiedades que dotan al dato espacial de una naturaleza que pretende imitar la realidad (Drake et al, 2002). Los eventos ocurren cada vez que se crea un dato (INSERT), se modifica (UPDATE) o se borra (DELETE), desencadenando un proceso que puede realizar varias tareas básicas, como la comprobación de que todos los campos alfanuméricos han sido registrados conforme a los dominios creados (ej: intervalo de fechas, valores mínimo y máximo), hasta la más complejas (ej: comparar que la digitalización de un elemento es compatible con algún tipo de norma legal, ambiental, etc ...).

Como es lógico, los GIS han ido evolucionando, desde simples aplicaciones de escritorio a bases de datos mejor diseñadas para gestionar información geográfica. Las bases de datos geográficas actuales como Oracle Spatial, PostgreSQL/PostGIS o SQLite/Spatialite. Programas basados en modernos lenguajes de programación y que son capaces de operar directamente con los datos geográficos y con otros tipos de bases de datos no geográficas, servidores web, programas de GIS de escritorio, servidores web de mapas (GeoServer, MapServer, GeoNetwork...), librerías de programación y aplicaciones web.

En este sentido, la información geográfica ha sabido responder al reto de la producción de contenidos y de su gestión con bases de datos especializadas, pero el detonante de su éxito en el siglo XXI ha sido la efectividad del Web Mapping, por su papel en la difusión y el uso masivo de este tipo de datos, produciendo una auténtica democratización de la información geográfica, antes limitada a un grupo selecto de usuarios especializados. Es importante destacar algunos elementos que coadyuvan, como es la fundación

en 1994 del Open Geospatial Consortium (OGC), organismo capaz de coordinar los esfuerzos a nivel internacional de normalización de datos geográficos, formatos y especificación de estándares abiertos para los usuarios de geodatos y aplicaciones web.

La suma de estándares abiertos (datos geográficos accesibles) y su estructuración en geodatabases sobre servidores especializados, son las bases sobre las que se han desarrollado las Spatial Data Infrastructures (SDI) de las principales empresas de geoinformación del mundo y de las instituciones oficiales de cartografía de todos los países modernos, facilitando la creación del open data geográfico de instituciones privadas y públicas. Así, por ejemplo, en Italia, existe el Geoportale Nazionale ; en España el proceso promoverá la creación de la Spanish SDI (IDEE) o el Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG) de Portugal (la primera SDI creada en el Mundo) , junto a una gran cantidad de infraestructuras de datos o geoportales web de instituciones regionales, públicas y privadas, incluso de entidades locales y empresas.

En Europa la Directiva Europea INSPIRE (Directiva 2007/2/CE) ha coordinado los esfuerzos de todos los países de la Comunidad Europea para ofrecer a los ciudadanos el acceso libre a la información geográfica de cualquier parte del territorio europeo, como un derecho fundamental, sobre todo en lo que respecta a la seguridad, la salud y el medio ambiente, tal y como aparece expresado en el Geoportal INSPIRE que centraliza toda la geoinformación de la Unión Europea.

Los servicios de Web Mapping desarrollados por Google (Google Maps), por Microsoft (Bing Maps) o Apple Inc. (Apple Maps) han sabido aprovechar este tipo de información y convertirse en la referencia geográfica (mapa base) que

soporta gran parte de las iniciativas del ámbito del Where 2.0. Merece la pena destacar el caso de la Fundación OpenStreetMaps (OSM), uno de los más conocidos proyectos colaborativos de cartografía mundial libre y abierta, que desde el año 2004 ha reunido a casi 2 millones de usuarios. En la actualidad, OSM tiene infinidad de proyectos de prestigio mundial, basados en la propia red social que actúa como filtro para su correcta y continua actualización. Sus datos se ofrecen sin coste alguno y con una licencia abierta que le permite ser una buena alternativa a otras grandes corporaciones internacionales, al permitir su reutilización por muchas empresas e instituciones del panorama social de la información geográfica, como Foursquare, Moovit, Wikiloc o la propia Wikipedia.

La incorporación de la geotecnología en la vida cotidiana ayuda así a la democratización de los datos geográficos, ahora normalizados y abiertos, dotando a la sociedad de la capacidad de georeferenciar lugares. Sobre ello hay experiencias variadas relacionadas con la geolocalización, como el geotagging, juegos de búsqueda o geocaching o las Mapping Parties, en las que un grupo de personas quedan para actualizar y ampliar los datos de mapas de alguna zona de interés. Merece la pena destacar las iniciativas de cooperación internacional como el Humanitarian OSM Team de la Fundación Openstreetmap, que promueve la creación colaborativa, rápida y libre de la cartografía necesaria para atender las necesidades de países en desarrollo o zonas en las que se haya producido una catástrofe.

En estos y otros casos, la tecnología ha desempeñado un gran protagonismo, facilitando la integración sencilla de servicios y aplicaciones abiertas en entornos web. Todo ello es posible gracias al uso cotidiano de sistemas de posicionamiento global, mediante satélites y redes de telefonía, con aparatos portátiles, interactivos y con capacidad de posicionamiento geográfico (receptores GPS, teléfonos inteligentes, laptops o

tablets) y el internet de las cosas (IoT), con la creación de objetos inteligentes que dialogarán entre sí a través de la Red, para lo que la información geográfica y la geolocalización serán fundamentales.

2.1.1 Neogeography

El éxito de la información geográfica como elemento de interés para las redes sociales o comunidades virtuales ha alcanzado tal magnitud que ha dado lugar a la aparición de un nuevo término: la Neogeografía o uso masivo de los mapas digitales por parte de usuarios no expertos en Ciencias de la Tierra o en Geografía, ya que su fin inicial es el uso informal, incluso de ocio y diversión, frente a planteamientos más analíticos o académicos de la Geografía (Turner, 2006). Desde el ámbito científico, algunos expertos en geoinformación han expresado sus reservas sobre este fenómeno de la Neogeography, para diferenciarlo de la Geografía como disciplina académica (Goodchild, 2007) y expresando la preferencia por el término Volunteered Geographic Information.

Por lo tanto, la Neogeography es un movimiento social integrado por aficionados que se organizan en comunidades virtuales que les permiten compartir información y economizar esfuerzos con tres objetivos muy claros: la socialización de los medios de producción cartográfica, la disponibilidad de datos de información geográfica y la necesidad de geolocalizar.

“Los mapas participativos constituyen, a menudo, una manera social o culturalmente distinta de entender el paisaje y contienen información que se excluye de los mapas habituales” (Delgado 2015). Barrera (2009) define conceptos como Sistemas de Información Geográfica Participativos (SIGP) y cartografía social, diferenciándose de la cartografía institucional para recurrir a un concepto que nos recuerda

el “espacio vivido y sentido” de la Geografía Social de mediados del siglo pasado.

Así, la autora distingue entre espacio contenedor, entendido como “aquel en el que no juegan ningún papel protagonista las relaciones de los seres humanos que lo habitan” y espacio socialmente construido en el que existe una constante interrelación entre los habitantes de dicho espacio y el espacio habitado. El primero de los espacios estaría representado por la cartografía institucional, mientras que el segundo lo estaría por la cartografía social. Ahí reside el valor de utilizar la cartografía voluntaria y participativa para valorar el patrimonio cultural, en este caso, hidráulico.

Con el fenómeno del open data geográfico, la producción de nueva información por parte de los neogeógrafos empieza a ser masiva y los resultados son compartidos en Red. Sería imposible citar aquí una muestra representativa de toda la plétora de ejemplos, pero merece la pena destacar el papel inicial de aplicaciones y servicios de Google Maps o Google Earth, el de geo wikis de cartografía de referencia como OpenStreetMaps (OSM), así como otras wikis de mapas de tipo temático como Geonames, WikiLoc, etc..., en las que comunidades de usuarios utilizan mashups para combinar distintos recursos de información web sobre los que compartir y publicar información geográfica con diversos fines, como rutas, turismo activo, gastronomía o mapas de todo tipo.

Hoy en día, lo importante es compartir información entre comunidades de usuarios de forma instantánea, lista para su uso. Esto es lo que significa el término wikiwiki (rápido en hawaiano) y de todas las wikis espaciales destaca OpenStreetMap (OSM) como la wikipedia de los mapas o el callejero digital abierto. A pesar de su enfoque temático como callejero digital, su comunidad de usuarios ha crecido notablemente, encontrando multitud de usos y aplicaciones a esta ingente cantidad de información, tal y como se ve en la Figura 5.

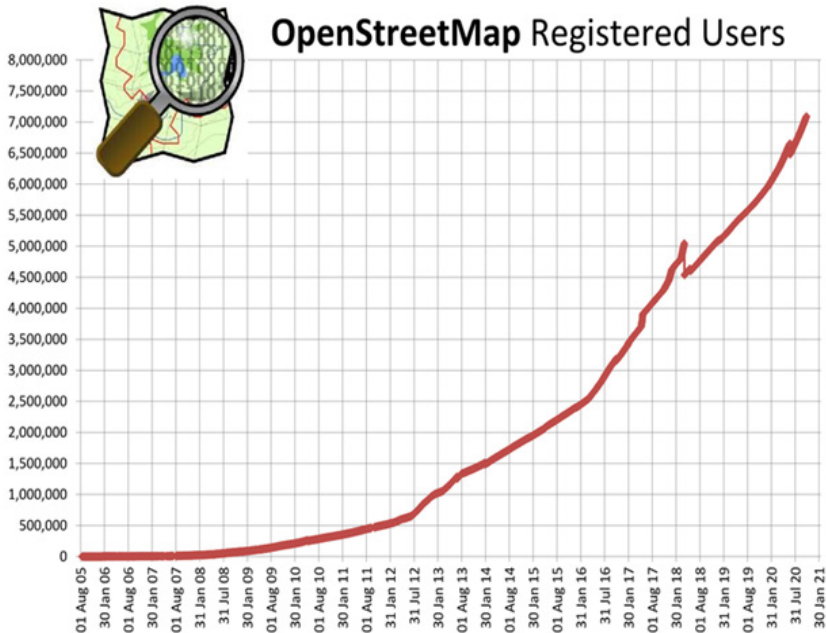


Figura 5: Evolución de usuarios registrados en OSM.
Fuente: OSM Wiki .

La calidad y veracidad de la información están garantizadas por las continuas revisiones de los usuarios entre sí. Estas tareas de actualización organizada de los datos se ven favorecidas por el uso constante de los mismos, el desarrollo de aplicaciones con ellos y la realización de eventos sociales o humanitarios, como las Mapping parties locales o las reuniones globales en Internet. El uso garantiza la calidad de la información y la capacidad de atender la necesidad de mapas, incluso para las tareas de rescate y gestión de emergencias en eventos catastróficos derivados de desastres naturales (Humanitarian OSM Team - HOT), dentro del fenómeno que ya hemos comentado de información geográfica voluntaria (VGI) (Prieto et al, 2014). Gracias a

este esfuerzo comunitario se ha conseguido que el grado de detalle de atributos y la exactitud posicional sean ideales para generar portales Webgis o su uso en programas GIS de escritorio (Niño, 2019), como alternativa libre al fenómeno Google Maps.

El carácter abierto del proyecto está definido en su propio eslogan: "OpenStreetMap isn't just open data - it 's also open source, and you can help!". Esto no sólo ha provocado el incremento exponencial del número de colaboradores de la Figura ____, sino que se ha convertido en un laboratorio de experimentación de multitud de proyectos libres asociados a sus datos . Entre los beneficiarios de este movimiento están los programas de SIG de código abierto que permiten disponer de forma libre de datos cartográficos, y servicios adicionales (Ej. Buscador Nominatim). No obstante, la Neogeografía es algo más que cartografía accesible (Buzai, 2014a), es una nueva visión de la realidad por parte de un contingente social con vocación de geógrafos amateurs que se han incorporado al uso de datos espaciales saltándose los paradigmas académicos de la Geografía o la Cartografía. Pero este fenómeno social, lejos de representar un enfrentamiento entre lo académico y lo amateur frente a lo oficial, ha servido para enriquecer notablemente el mundo de la información geográfica, al incorporar nuevos enfoques y funcionalidades, que además ha motivado la aparición de nuevas empresas geoespaciales, como por ejemplo Carto o Mapbox.

Geotechnologies for learning and knowledge and hydraulic heritage

El interés social y la facilidad para hacer uso de la información geográfica son los puntos clave para convertir las Geotechnologies en una herramienta para el learning y el knowledge management. La Cartografía ya tiene una fórmula de éxito, su dimensión gráfica, que la hace atractiva

por su poder visual (combinación de formas y colores), el cual facilita la comprensión de muchos fenómenos que ocurren en la superficie terrestre. Pero desde el punto de vista pedagógico, las Geotechnologies han sumado a la visualización el poder de sincronizar con inmediatez en el tiempo y en el espacio, uniendo a grupos de personas con intereses temáticos comunes, como podría ser el patrimonio hidráulico o cualquier otra cuestión en la que sea importante compartir geolocalizaciones de manera sencilla y útil.

Los especialistas en el tratamiento de la información encuentran en la referenciación geográfica la oportunidad de participar, junto a otros especialistas, en un medio de comunicación más atractivo muy atractivo para la sociedad, gracias al poder de la imagen, un medio ideal para poner en valor cuestiones estratégicas sobre el territorio, como son el patrimonio histórico, paisajístico, natural, valor ambiental, riesgos naturales, comunicaciones, movilidad o desarrollo económico, lo que es un recurso muy importante desde el punto de vista pedagógico, al tratarse de fenómenos muy complejos de explicar en un aula sin este tipo de recursos.

Las geotecnologías, como cualquier tecnología digital, proporcionan al alumnado destrezas informáticas de especial trascendencia en su futuro profesional, como el uso y la gestión de bases de datos, ofimática, aplicaciones web y manejo de dispositivos móviles con GPS.

Pero van más allá de lo tecnológico, como puede ser la realización de trabajo de campo para la adquisición de datos in situ, muchas veces sobre temas de valor ambiental o cultural, de una forma activa y atractiva. Nos ayudan a percibir el mundo real, fomentando las relaciones sociales, por eso son un gran aliado en las tareas que implican trabajo de campo y aprendizaje en grupo (Ramón-Morte, A. 2017). No es de extrañar que las competencias geoespaciales

se hayan convertido en materia transversal en numerosas disciplinas, no sólo en aquellas relacionadas con las ciencias de la Tierra. La geolocalización permite una mejor valoración y sensibilización ante el patrimonio histórico, ambiental o cultural, ayudándonos a mostrarlo con imágenes, rutas, mapas y hacerlo asequible.

Además, no hay edad para poder aprender con ge-entertainment, como lo demuestra la incorporación de colectivos de edades altas a las TIG en las experiencias puestas en marcha por la Universidad Permanente de la Universidad de Alicante y demás asociaciones internacionales para la formación universitaria de personas mayores (Delgado. 2013).

La imagen del Iceberg aporta una explicación visual a muchas teorías basadas en la composición de una parte visible muy simple que depende de un basamento extenso, complejo y oculto que la mantiene a flote (como la teoría de la omisión de Hemingway, el éxito empresarial, la psicología clínica o algunos aspectos del marketing, entre otras). Si la aplicamos al caso del éxito de las competencias geoespaciales en la enseñanza, en la Figura 6, podemos ver que el Geotechnologies Iceberg muestra cómo, debajo de una tecnología fácil de usar, existe un complejo entramado invisible bajo la línea de flotación que es el responsable de hacer sencillo en apariencia lo que en realidad es muy complejo.

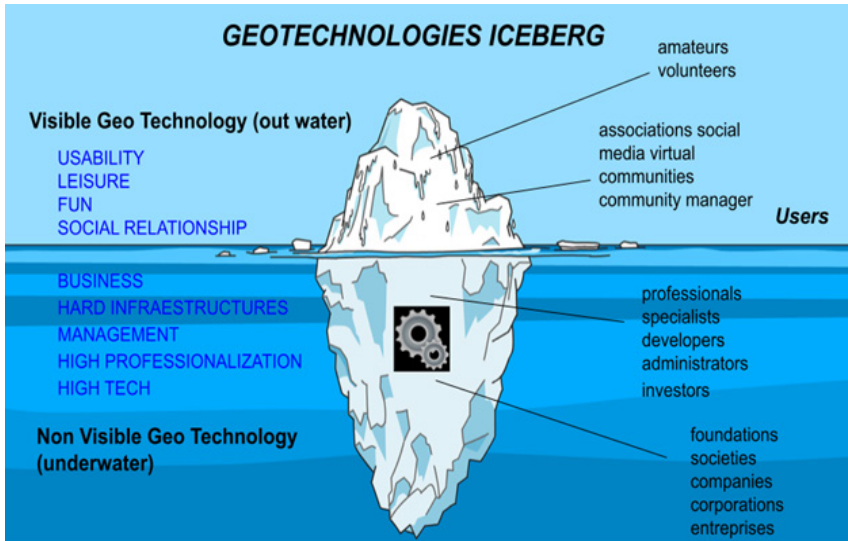


Figura 6: La imagen del Iceberg aplicada a las Geotechnologies ayuda a entender la clave del éxito de la Neogeografía en el aprendizaje: la facilidad para usar lo que en origen era muy complejo. Elaborated by Fuente de la imagen de background con iceberg: Pixabay Lisence .

Empresas y profesiones de alta especialización mantienen grandes bases de datos mundiales, instituciones cartográficas que actualizan la información de cada país, complejos programas informáticos, cientos de satélites GPS y de telecomunicaciones, utillaje tecnológico innovador y presupuestos astronómicos. Todo esto se desconoce desde el sector de usuarios aficionados y llega a ser transparente incluso para una parte importante del sector de usuarios del grupo profesional.

Es un sistema que permite rentabilizar de inmediato el tiempo de la learning curve. Conseguir hacer algo con geotecnologías es muy fácil y lleva muy poco tiempo, resultando algo tan cotidiano como divertido. Muchos aspectos de la sociedad de la información comparten esta lógica en los casos de éxito y en la enseñanza, la abundancia de recursos tecnológicos está generando una forma diferente de aprender que va

más allá de las aulas a nivel espacial y más allá del tiempo a nivel de duración de los cursos académicos, la tecnología y el acceso a la información están provocando que cada uno de nosotros construyamos nuestro propio espacio electrónico de aprendizaje, es decir, lo que se denomina Personal Learning Environment (PLE) (ADELL, J. 2014).

Cada vez hay mayor cantidad de información y en un proceso constante de actualización, lo que provoca que el proceso de aprendizaje se constante, a lo largo de toda la vida y obliga a la definición de una serie de recursos digitales que faciliten este proceso, en el que la figura del docente se convierte en un mediador entre los que aprenden y los recursos digitales para aprender (en la bibliografía hay un enlace para ver esquemas y gráficos en los que identificar los elementos con los que se construye un PLE).



Figura 7: My Personal Learning Environment (PLE) by Dinka Cherkezova (Fuente: Flickr Creative Commons)

Los nativos digitales y los millennials, cada vez más asumen su papel de residentes digitales, usan Internet de forma constante para obtener información, aprender y compartir conocimiento en la Nube, personalizando su propio escenario de aprendizaje y de trabajo profesional, forjando unas relaciones y procesos tan dinámicos en los flujos de información que nos permiten hablar de un elemento líquido, por ser algo de comportamiento muy fluido (difícil de contener).

El término líquido, también ha sido tomado del mundo del marketing, aplicado ahora al aprendizaje en Red, pues ofrece tal variedad de comportamientos, recursos y escenarios cambiantes, que dificulta su gestión desde el punto de vista tradicional del profesor analógico. La información geográfica no ha estado ajena a este proceso y el recurso a mapas digitales y a la geolocalización de contenidos (imágenes, comentarios, puntos de interés...) se ha convertido en algo cotidiano y forma parte del espacio personal de aprendizaje de muchos jóvenes, tal y como se aprecia en los iconos de algunas herramientas digitales de la Figura 8 destacados en rojo: Google Maps o Google Earth. El PLE no comporta acceso a información solamente, incluye la acción de generar información y compartirla, lo que provoca un proceso enriquecedor y activo que encaja a la perfección con la realidad social de la juventud del siglo XXI.

Al comienzo del milenio la geotecnologías ya eran para los geógrafos los nuevos ojos que el microscopio o el telescopio proporcionaron a los biólogos o astrónomos, siempre que fuéramos capaces de formular las preguntas adecuadas (GÓMEZ MENDOZA, J. 2000), provocando un cambio en la propia Geografía con un alcance epistemológico, asimilable por tanto a un nuevo paradigma que integra técnicas y tecnologías más allá de ser un mero instrumento, generando un nuevo entendimiento de la científicidad geográfica y de

su praxis (MORENO JIMÉNEZ, A. 2013).

En la enseñanza secundaria, las geotecnologías se han convertido en tecnologías para el aprendizaje geográfico y en las aulas sirven como un medio muy eficaz para comprender y valorar fenómenos geográficos de una manera más activa y participativa (López Fernández, J.A. 2016). Las competencias digitales y los recursos tecnológicos necesarios para usar las geotecnologías coinciden básicamente con los que ya se emplean con las TIC y están disponibles en las aulas, lo que facilita un proceso de aprendizaje en el que el alumnado tiene un mayor protagonismo, con estrategias metodológicas activas, en las que el profesor orienta y ayuda a la resolución de problemas y abandona el papel de transmisor central de conocimiento (Buzo Sánchez, I. 2017).

Además, la computación en la Nube está facilitando el uso de las TIC y las Geotecnologías en el proceso de aprendizaje, al disminuir la necesidad de recursos técnicos complejos en el aula, aumentando el protagonismo creciente de dispositivos móviles como los smartphones, con el uso de interfaces informáticas y aplicaciones cada vez más intuitivas que abren el camino a usuarios casi sin formación específica, siendo un buen ejemplo de ello la plataforma ArcGIS Online de ESRI que permite la creación de Web Mapping en la Nube sobre diferentes temas relativos a paisaje agrario, contaminación o itinerarios geográficos (Lázaro Torres, M.L. et al. 2016), que están en sintonía con otras iniciativas similares como QGIS Cloud para datos de GIS o EOS Earth Observing System Data Analytics para el manejo de imágenes de satélite de todo el planeta.

En este contexto, el Web 3.0 y la inteligencia artificial nos están abriendo también el camino para solucionar el problema de saber cómo se usa la información, es decir, aprender de los que aprenden en entornos tan personalizados, dinámicos y diversos como los PLEs. Un buen ejemplo lo

tenemos en el fenómeno del Big Data, con la aplicación de una metodología para descubrir conocimiento a través de geo data mining (KDD), en las que se combina el uso de inteligencia artificial, Machine Learning, análisis estadístico y bases de datos con procesamiento analítico en línea (OLAP) para obtener conocimiento del uso que los seres humanos hacemos de los datos. Este auge del Big Data ha propiciado el desarrollo de herramientas de visualización y análisis de los datos que facilitan la aplicación de los métodos del KDD en volúmenes de datos no tan grandes (Small), que se podrían adaptar de manera más fácil y funcional a experiencias docentes sobre datos geográficos de Geo Small Data (por ejemplo Platfora), con herramientas y entornos para la generación y publicación de nuevas visualizaciones de datos en los que merecería la pena investigar desde el punto de vista didáctico (Zaragozí, B. et al. 2015). Es muy posible que las técnicas de Spatial o Geo Big Data o Small Data nos ayudarán a formular los planteamientos necesarios para que los profesores o los investigadores aprendamos de cómo usan la información geográfica los que ahora aprenden usando las geotecnologías.

Para poder estudiar casos de éxito de la aplicación de las geotecnologías como recurso para el aprendizaje tenemos obras de referencia obligada como el libro *Geography Education in the Digital World: Linking Theory and Practice* (Walshe, N., & Healy, G. 2020), el libro *International perspectives on teaching and learning with GIS in secondary schools* (Milson, A. et al. 2012) o el trabajo de Kerski, J.J. et al. (2013) en los que se analiza el estado de los SIG en las escuelas de treinta y tres países y se proponen recomendaciones para avanzar en la implementación y eficacia de los SIG en la educación (incluyen experiencias de España y Portugal). Podemos concluir que los principales recursos de las geotecnologías para la educación secundaria se basan en el uso de programas GIS. Por ser capaces de integrar y

analizar los datos de los Sistemas de Posicionamiento Global para dispositivos móviles (tablets, laptop o celulares), la visualización de imágenes procedentes de la teledetección espacial y fotografías aéreas, la utilización de geovisores web, geoportales o SDI para acceder a servicios web de mapas y todos los recursos actuales de cartografía digital.

Global positioning systems GPS, geocoding and geocaching

El GPS debe de ser uno de los recursos tecnológicos más utilizado, pero también uno de los más desconocido por parte del gran público, ya que sólo unos pocos sabrían decir cómo funciona. En este sentido, el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) o Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un buen ejemplo de la teoría del Iceberg ya comentada anteriormente.

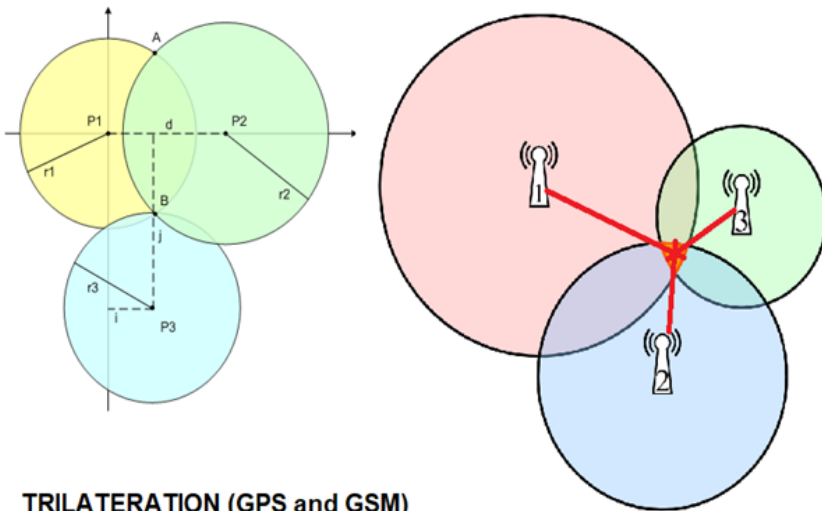
Su éxito se basa en una tecnología muy compleja, pero fácil de utilizar. El posicionamiento es posible gracias a una constelación de satélites artificiales que incorporan a bordo relojes atómicos para poder estar sincronizados entre ellos y con las estaciones de seguimiento base desde Tierra. Todos los satélites emiten señales de frecuencia modulada (FM) a la vez, de manera síncrona, que pueden ser recibidas por sencillos aparatos receptores de radio desde la superficie terrestre.

La sincronización en la emisión de estas señales permite ver con qué desfase de tiempo llegan a un mismo aparato receptor situado en un lugar concreto, el propio aparato receptor está equipado con una antena de recepción de radio y un procesador para poder hacer estos cálculos.

Este receptor, que hoy en día puede ser un coche o un teléfono móvil, es capaz de procesar estos desfases de tiempo de la llegada de la señal de cada satélite y calcular la posición propia, mediante trilateración de estas pseudo

distancias que se determinan por el tiempo que tarda la señal de cada satélite en llegar al receptor, dependiendo de la velocidad de propagación de la onda de radio específica (ver Figuras: 8 y 9).

Estas constelaciones tienen un origen militar, como la Navstar estadounidense, la Glonass rusa, la BeiDou china o la Navic hindú, pero su uso ha derivado en aplicaciones de tipo civil relacionadas con la navegación y la movilidad.



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: TRILATERATION. Scheme of the calculation of the positioning of an element from the trilateration with three distances to the known position of three GPS satellites, three antennas with FM radio signal or mobile telephony.

Hasta el punto de que la Unión Europea ha considerado la necesidad de poner en funcionamiento la primera y única constelación GPS no militar, Galileo. Las constelaciones china e hindú son geoestacionarias y operan sólo en el ámbito territorial de Asia y Oceanía, mientras que el resto son orbitales y cubre cualquier parte de la Tierra, incluida Europa. Como vemos, el sistema es complejo en su concepción, pero muy fácil de utilizar, totalmente transparente al usuario.

La señal de estos satélites opera para receptores a cielo abierto, en el exterior de edificios y zonas libres de barreras que dificulten la propagación, aunque para evitar estos problemas se complementan con otros sistemas de comunicación basados en antenas de radio o de telefonía móvil cuya posición es conocida, que también pueden comunicar con el aparato receptor y contribuyen a mejorar el posicionamiento por trilateración en zonas urbanas.

En el interior de edificios la señal de los satélites no es operativa, por ello se está recurriendo a complementar el uso del GPS con señales desde dispositivos inalámbricos con antenas cuya posición es conocida, como emisores de señal wifi o mediante la instalación de antenas específicas para estos fines, que sirven para determinar la posición exacta en interiores, en lo que se llama IPS (indoor positioning system).

En la práctica, el resultado es que nuestros dispositivos móviles más cotidianos incorporan antenas de recepción de las señales FM de estos satélites, señales de antenas de telefonía móvil o señales wifi que les permiten su auto localización y almacenamiento de nuestros movimientos. Nuestros coches, teléfonos, tablets, laptops y cada vez más elementos de nuestro día a día, están equipados para su localización y registro de su posición o movimiento en tiempo real (RTLS) para que pueda ser almacenado o gestionado desde bases de datos remotas o en la Nube.

Desde el punto de vista de la educación secundaria, el GPS

se puede abordar desde el ámbito de las Matemáticas, Tecnología o Física, para explicar su funcionamiento, pero respecto a su aplicación se pueden incluir actividades didácticas de la Geografía, Cartografía, Ciencias Naturales, Educación Física e incluso de las Ciencias Sociales y Lengua. Por lo tanto, es un recurso tecnológico multidisciplinar que se presta a un proceso de aprendizaje activo y grupal.

Una de las actividades más difundida es el ejercicio físico en deportes a cielo abierto o actividades en las que es imprescindible la orientación, aunque merece la pena destacar el Geocaching que consiste en el uso de un dispositivo GPS (receptor específico o teléfono móvil) con el que buscar la posición de un “tesoro escondido” (Cardona, 2013) y que familiariza al alumnado con el uso de recursos cartográficos (coordenadas geográficas de referencia, puntos cardinales, lectura de mapas digitales, determinación de un punto geográfico, etc...).

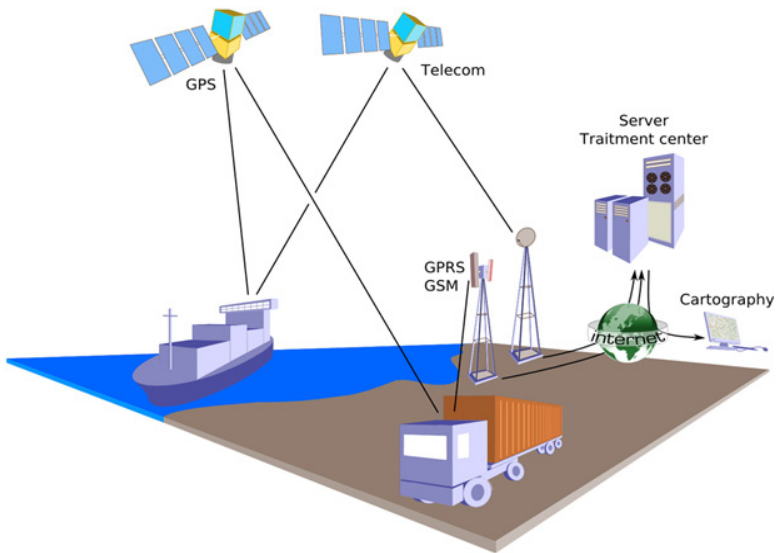


Figura 9: Entorno tecnológico de la GEOLOCALIZACIÓN (ilustración original de Éric Chassaing, CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons).

En la enseñanza de la Geografía y de las Ciencias de la Tierra, así como para la valoración del patrimonio histórico (o hidráulico en nuestro caso), el GPS es una herramienta fundamental para el trabajo de campo, al permitir posicionar con exactitud los objetos de estudio y la realización posterior de su cartografía. Aunque requiere una fase trabajo de campo exterior, hay tres momentos de gran repercusión en el proceso de aprendizaje: actividades preparatorias, actividades de campo y actividades de postproceso.

En las actividades preparatorias del trabajo de campo, nos tenemos que documentar sobre la zona en la que vamos a realizar la actividad, diseñar el cuaderno de campo, preparar e imprimir mapas e incluso preparar las rutas o la ubicación de las cuestiones de nuestro interés; para lo que aplicaciones como Google Earth, ArcGIS online resultan muy útiles, ya que nos permite crear ficheros en formatos normalizados (kml) con localizaciones, rutas, ver las imágenes de satélite de la zona de trabajo e incluso cargar esta información en nuestro dispositivo móvil.

En las actividades de campo se produce el uso más intensivo del GPS, nos ayudará cargar información cartográfica previa en nuestro receptor, en el que habrán instaladas las aplicaciones necesarias para asociar datos, fotos, vídeo o sonido a nuestras geolocalizaciones (Ej. QField), aunque tampoco deberíamos obviar el uso del cuaderno de campo para tomar anotaciones adicionales de interés.

Es muy útil que el alumnado tenga una familiarización previa con el uso de estas tecnologías a través del medio más adecuado, el juego. Hay muchas aplicaciones para el uso trivial del etiquetado geográfico o Geotagging que permiten al usuario asociar la localización geográfica a otro tipo de información, normalmente fotografías, vídeos, textos, noticias o incluso comentarios en determinadas redes sociales.

Otra opción es el Geocaching o búsqueda del tesoro, en el que organiza un evento en el que un grupo de participantes compiten por encontrar una caja que guarda algo interesante y de la que sólo conocen las coordenadas geográficas en las que está. Hay auténtica pasión por el Geocaching con asociaciones y aplicaciones especializadas, pero se puede montar con el alumnado de un curso sin nada más que teléfonos móviles y es una notable ayuda para ir adquiriendo destreza en el uso del GPS y la geolocalización.

Finalmente, las actividades de postproceso se desarrollarán en un aula de informática o puesto informático en el que podamos descargar la información obtenida en el campo y hacer uso de software (GIS de escritorio) para editarla, corregirla o completarla antes de su almacenamiento en una base de datos remota o en un dispositivo de almacenamiento propio. Los programas de GIS más empleados para ello son QGIS con QGIS Cloud y sobre todo ArcGIS online, Google Earth o My Maps de Google, que facilitan la labor de editar los datos obtenidos en campo, visualizarlos sobre cartografía e imágenes satelitales de la zona y guardarlos en la Nube para compartirlos o publicarlos.

Las utilidades didácticas del GPS han puesto en evidencia interesantes iniciativas relativas a estudios urbanos, paisajes agrarios, problemas de contaminación o rutas en espacios naturales (Lázaro et al. 2016) o las experiencias más recientes aplicadas a patrimonio cultural en la docencia y aprendizaje de Historia Medieval de Madrid (Gómez Ruiz, M.L. et al 2021). Desde el punto de vista del patrimonio cultural hidráulico hay experiencias de aplicación de geotecnologías y apps móviles para la promoción cultural de infraestructuras de regadío histórico en destinos de turismo de masas (Ricart, S. et al. 2019).

Remote Sensing

Otro recurso didáctico muy importante para contemplar los fenómenos que tiene lugar en nuestro planeta es la Teledetección Espacial (Remote Sensing), proceso de percepción a distancia de lo que ocurre sobre la superficie terrestre. Sus comienzos podemos establecerlos con la fotografía aérea desde el siglo XIX, pero su mayor desarrollo arranca a mediados del siglo pasado, con la obtención de imágenes desde satélite con sensores activos o pasivos que nos permiten obtener datos que van más allá de lo que puede contemplar el ojo humano, tal y como se muestra en la Figura 10.

Hoy en día, la sociedad está muy acostumbrada a visualizar imágenes de satélite en los medios de comunicación y en Internet, en aplicaciones de predicción meteorológicas o para la simple contemplación de los diferentes fenómenos de la naturaleza, lo que supone una notable ayuda en el proceso de aprendizaje, pues no hay nada más pedagógico que las imágenes.

Las imágenes de satélite nos permiten una contemplación global de los fenómenos geográficos más allá de lo que ve el ojo humano y como la captura de esta información se produce de manera continua desde las principales plataformas espaciales (LANDSAT, SPOT, SENTINEL, MODIS, NOAA, ...), se dispone de una gran colección histórica que nos permite estudiar la evolución de los fenómenos estudiados.

La difusión de imágenes de satélite de calidad y gratuitas en Internet desde los geoportales de las principales agencias espaciales del mundo (NASA, ESA,...) ha hecho todavía más extensivo su uso, junto a su empleo habitual en el web mapping de importantes empresas como Google (Google Maps & Google Earth), Here Maps, Bing Maps, etc... que han explotado esta información de una forma muy rentable para el consumo de masas, ya que es mucho más fácil contemplar una imagen que saber leer un mapa tradicional.

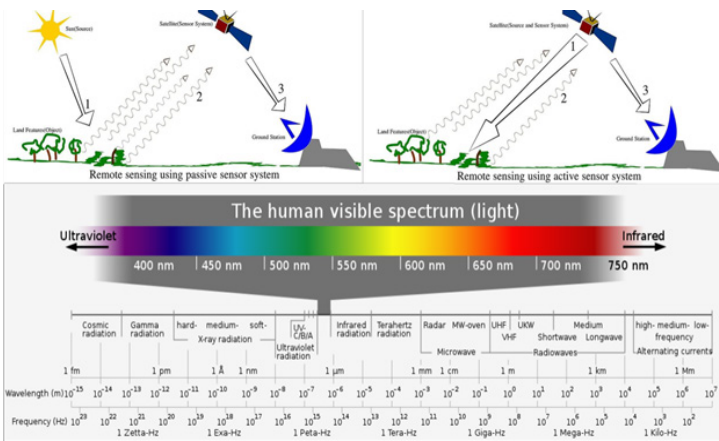


Figura 10: Esquema de funcionamiento de la teledetección con sensores activos y pasivos (Source: Wikimedia Commons) y comparación del espectro visible humano y del espectro de información que se obtiene mediante Remote Sensing Fuente: Wikimedia Commons.

El empleo didáctico de la Teledetección en la enseñanza secundaria nos permite la observación de aspectos físicos como el relieve, hidrografía o vegetación, riesgos naturales, junto a las actividades humanas relativas a espacios urbanos, cultivos y diferentes tipos de paisajes. Para ello, se pueden emplear guías didácticas que nos ayuden a localizar y estudiar estos fenómenos a partir de la Teledetección con el máximo aprovechamiento para el alumnado (Martínez Vega et al, 2010; Vivancos et al. 2005), aunque muy buen material divulgativo de este tipo como el programa Earth from Space de la plataforma BBC con un catálogo de vídeos sobre el tema con títulos tan atractivos como: Seeing the disappearance of ice from space o Flying into the eye of a hurricane.

Una de las aplicaciones didácticas de la teledetección es la explotación de la variable evolutiva a través de visores especializados en mostrar la información de una misma zona en diferentes épocas, mediante una barra cronológica progresiva o deslizante que permite al alumnado comparar de forma interactiva el cambio experimentado en ese lugar en un

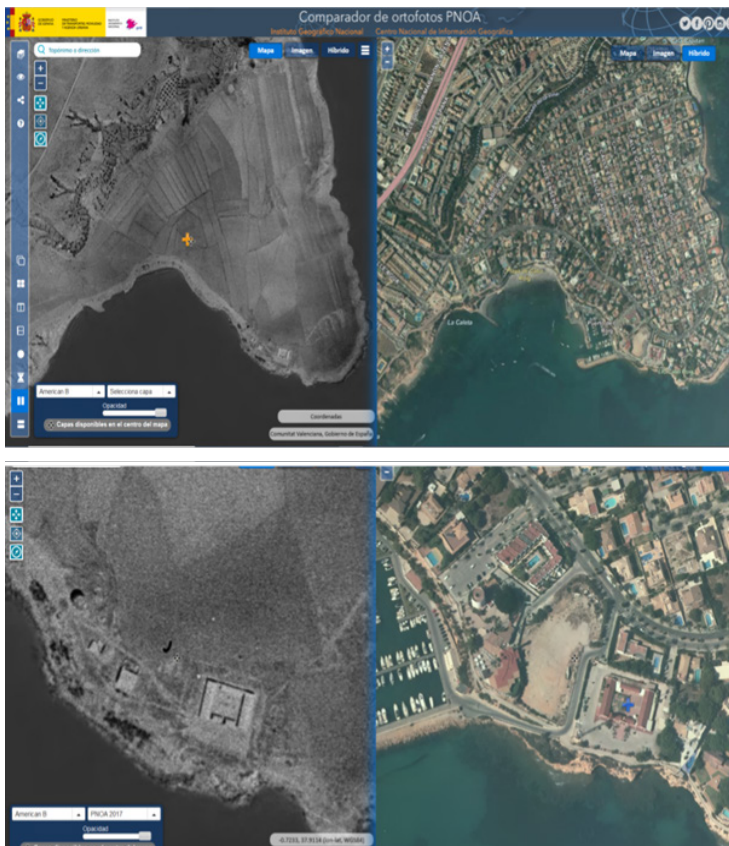


Figura 11: Comparador de imágenes aéreas del PNOA, en el que podemos ver el Cabo Roig (Sur de la Comunidad Valenciana, España) entre 1956 (vuelo americano) y 2017 (vuelo del PNOA).
Elaboración Propia.

periodo de tiempo determinado. Un buen ejemplo de esto es el Comparador de ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea de España (PNOA) que da acceso libre diferentes vuelos que van desde principios del siglo pasado hasta la actualidad, ver Figura 11. Las geotecnologías han enriquecido su contenido y su difusión gracias al poder de la imagen, conseguido con la Teledetección. No sólo es más fácil ver una imagen que un mapa, además, como recurso informativo tiene mucha más fuerza y aumenta su atractivo para la docencia.

SDI and Web Mapping Services

La primera adopción formal del concepto de SDI se produjo en Estados Unidos en 1994 (Robinson, 2008). Según McLeod et al (2013), esta primera SDI nacional, se incorporó a uno de los documentos de política más importantes para la coordinación de la información geográfica en los Estados Unidos, la Circular A-16 de la Oficina de Administración y Presupuesto (OMB).

Si bien en ese momento no se llamaba SDI, se puede argumentar que los Países Bajos tuvieron un comienzo incluso antes, con la implementación de su Infraestructura Nacional de Información Geográfica (NGII) a partir de 1992 (ahora el Georregistro Nacional). Otros de los primeros en adoptar el modelo SDI a nivel nacional fueron Australia (Infraestructura de datos espaciales de Australia, iniciada en 1998), Canadá (Infraestructura de datos geospaciales de Canadá, iniciada en 1999) (Hall, 2002) y Alemania (Geodaten-Infrastruktur Deutschland -GDI -DE, iniciado en 2001).

Aunque hubo también iniciativas por parte de más países europeos (por ejemplo, Suecia, Dinamarca y el Reino Unido), podemos afirmar que los primeros esfuerzos integrales comenzaron en la mayoría de los países con la adopción de la Directiva INSPIRE en mayo de 2007, que creó un requisito obligatorio para la implementación de las IDE nacionales por parte de todos los Estados miembros de la Unión Europea (UE) (Comisión Europea, 2007).

Igual que la conversación entre seres humanos requiere un idioma común, para usar datos entre dos sistemas informáticos, uno proveedor del servicio y otro solicitante del mismo, se utiliza un protocolo de Internet y un estándar que aseguran la eficacia de este proceso de comunicación entre máquinas y programas informáticos. Este proceso se define como: interoperabilidad de datos geográficos, que es la principal ocupación de la Fundación Open Geospatial Consortium (OGC), una organización dedicada a especificar formatos y servicios que garanticen:

- Facilidad de implementación: Esto beneficia enormemente a los desarrolladores, de software o de webgis, al conocer las especificaciones de un formato o servicio para utilizarlo en su beneficio.

- Neutralidad en cuanto a su uso en cualquier dispositivo, sistema operativo o software, lenguaje de programación o navegador.

Como ya se ha comentado anteriormente, la formalización de estándares del OGC ha sido la base sobre la que se podido legislar la directiva europea INSPIRE para crear un abanico de geoservicios normalizados que pretendan:

- Evitar redundancia o ambigüedad de datos geográficos y cartografía en Europa

- Vocación de servicio público, para suministrar servicios que pongan en valor las Infraestructuras de Datos Espaciales (SDI) para la sociedad.

- Armonizar las políticas de la Unión Europea usando un enfoque común que rentabilice el coste de mantener estos servicios.

Esta directiva ha supuesto la proliferación de servicios de SDI en el contexto de la Unión Europea a varios niveles administrativos (local, regional, nacional) y los usuarios de los GIS han sido los principales beneficiarios, al poder acceder a los datos geográficos con un enlace de Internet y un programa SIG de escritorio que haya implementado este servicio estandarizado.

En la docencia no se suele usar directamente este tipo de recursos estructurados en las SDI, pero indirectamente sí que se emplea un gran número de geoportales web o geovisores web que hacen uso de ellos, gracias a la interoperabilidad de los servicios normalizados por el OGC, entre los que destaca el Web Map Service WMS/WMTS como uno de los más usados, aunque no deja de ser una pena la infrutilización de otros servicios muchos más completos y especializados, como los Web Feature Service WFS, Web Coverage Service WCS o Web Process Service WPS, entre otros, que nos permiten acceder a los datos de una manera más operativa.

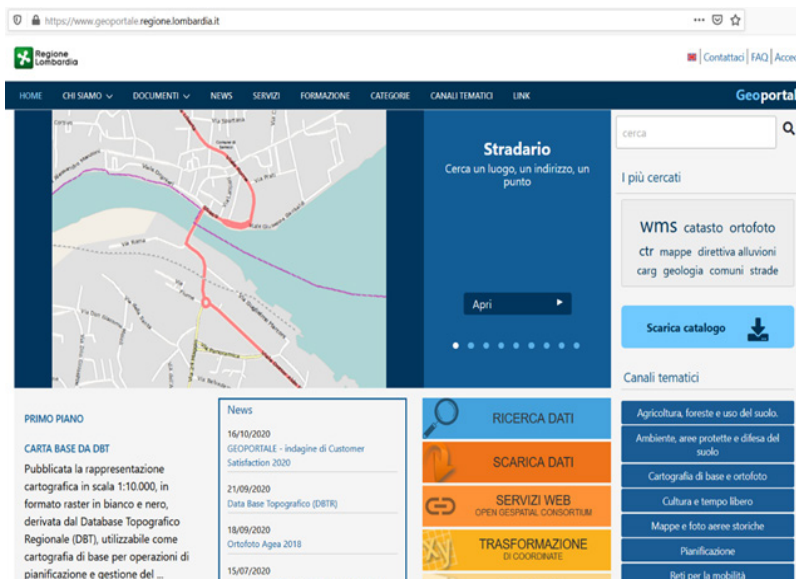


Figura 12: Detalles del Geoportal Web de la Región de la Lombardia (Italia) con acceso a diferentes tipos temáticos. Elaboración Propia.

Un geoportal es un portal web utilizado para buscar y acceder a información y servicios geográficos asociados a través de Internet, es decir, es la cara visible de una SDI, que nos permite trabajar con los datos de una o varias bases de datos GIS desde un entorno web de visualización de mapas (ver Figura 12). En este sentido, el alumnado de bachillerato puede encontrar en los geoportales un buen aliado para la búsqueda y contemplación de fenómenos en los que la dimensión espacial sea importante. Ya se ha hablado antes del papel de las SDI en la divulgación de datos geográficos y entre los ejemplos citados, todos incluyen geoportales, que facilitan el uso de una variada gama temática de información cartográfica abierta, estructurada de una manera coherente y con acceso a sus metadatos (la información sobre cómo son y cómo usar los datos). En este sentido, el geo open data es un fabuloso recurso que eleva de manera exponencial la funcionalidad de los antiguos Atlas Escolares o enciclopédicos.

Geographical Information Systems (GIS)

La historia de los SIG se remonta a la temprana década de los 60 del pasado siglo con la creación del Canadian Geographic Information System (CGIS) con el fin de gestionar la ocupación del suelo en dicho país. Desarrollado por el equipo de Roger Tomlinson que sentó los principios básicos de los SIG. Con el hardware de IBM se pudo utilizar la cartografía digital como base para la aplicación de métodos de computación electrónica y técnicas para el almacenamiento, elaboración y evaluación de datos cartográficos (Tomlinson, 2013). El CGIS comenzó una nueva disciplina científica que superó la vertiente técnica y artística de la cartografía hasta el momento, dando lugar a la Geomática.

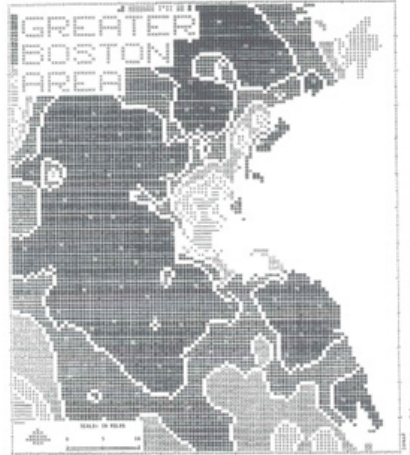
No obstante, la necesidad de un hardware muy sofisticado relegó a los SIG a un uso especializado por parte de profesionales del ámbito de la investigación, la administración del estado o de las grandes consultoras. Los pocos programas de SIG existentes se utilizaban en estaciones gráficas, el hardware más potente de la época. Después del CGIS apareció el GIS SYMAP del Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis (Figura 13), germen de las principales empresas del sector, como Environmental Systems Research Institute (ESRI). Gracias a estas empresas e instituciones de investigación, empezaron a surgir programas informáticos de SIG de gran difusión entre los especialistas (ESRI Arc/Info, ERDAS Imagine o Grass) que permitieron grandes avances en este campo de la información geográfica. vectorial, las imágenes de satélite y los datos de tipo ráster. para datos ráster, y específicamente satelitales.

La continua generalización del uso de computadores personales a partir de los años ochenta y la evolución del software de GIS y los nuevos sistemas operativos, permitieron la proliferación de usuarios de SIG en equipo de sobremesa y su aplicación a diferentes ámbitos científicos. La capacidad

multidisciplinar de los SIG permitió crear nuevos enfoques en todos los ámbitos, pero estaban muy limitados por la escasez de información geográfica accesible, normalizada y estructurada.



Conformant SYMAP



Contour SYMAP



Proximal SYMAP



Trend Surface SYMAP

Figura 13: Comparison of cartography, maps and trend graphics outputs made in 1980 from the SYMAP GIS, from Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis (1980). Fuente: Open Source Research, CC0, via Wikimedia Commons.

Los datos cartográficos digitales eran escasos, costosos y de uso complejo para los usuarios de GIS, por lo que la Geomática seguía relegada a ámbitos científicos, en universidades o en organismos públicos (ej. Catastro en España, con la aparición del SIG catastral SIGCA). Además, muchos de los profesionales de GIS estaban acostumbrados a usar datos físicos locales o compartidos, como muchos en redes propias de la corporación en la que trabajaban (intranets). Obviamente el abaratamiento de los soportes de almacenamiento aumentó la capacidad de memoria destinada a multitud de datos geográficos, generando el problema de tener que organizarlos y compartirlos.

En la actualidad la tendencia es hacia la creación de grandes repositorios (centros de descarga o SDI) externos, ubicados en portales de Internet especializados (geoportales), que contienen datos masivos que se usan a través del protocolo de Internet, según las modalidades siguientes:

1. Descarga directa de ficheros con información espacial. Es el caso de los modelos digitales de elevaciones del USGS y los SRTM de la NASA.
2. Conexión directa desde el GIS al repositorio espacial. Es la forma más habitual, y para que pueda haber comunicación se debe de adoptar un protocolo de comunicación estándar (Ej.: WMS del OGC)
3. Servicios capaces de generar estructuras de datos espaciales interoperables en modo fichero de texto plano. Es el caso de los servicios SOAP (protocolo de intercambio basado en XML) o la más sencilla REST (arquitectura de desarrollo web utilizada en los clientes http), que generan datos en formato GPX o GeoJSON. Estos servicios suelen prepararse desde grandes bases de datos geográficas.
4. GIS-Cloud: "Los sistemas de información geográficos en nube (GIS Cloud) constituyen el desarrollo natural que sobre la información geográfica supone la computación en nube (cloud computing) (Valencia Martínez de Antoñana, 2013).

Esta modalidad será la que más va a crecer en un futuro, sobre todo en ambientes poco especializados o educativos. Existen ya proyectos muy maduros y con gran reconocimiento como ArcGIS Online, Carto o GIS Cloud. El GIS en la nube, como cualquier servicio de computación en la nube, se adscriben a su vez en otras tres categorías:

1. Infraestructura como Servicio (IaaS): Se trata de hardware virtualizado (Ej. EC2 de Amazon)
2. Plataforma como Servicio (PaaS): Permite al usuario con una plataforma de software operar (geoprocesos) a través de Internet (Ej. ArcGis Server)
3. Software como Servicio (SaaS). Es el más utilizado y generalmente se utiliza un navegador web para acceder a servicios y datos (Ej. Carto, ArcGis Online).

En la actualidad, hay una gran competencia tecnológica entre los programas de GIS, aunque es indiscutible el liderazgo de la empresa ESRI, que tiene muy bien posicionado su software en los diferentes sectores del mercado de usuarios (producción cartográfica, publicación web, etc). Productos como ArcGIS son sinónimos de calidad, dotados de un cuidado interfaz gráfico (UI) y sobre todo, de una experiencia de usuario satisfactoria. Incluso dispone de Arcgis online como solución cartográfica basada en la nube. Pensando en el futuro, aunque las geodatabases, el Web GIS y los GIS de escritorio sean la mejor opción para los proyectos más ambiciosos, exigentes y estables, tienen un serio competidor en los GIS-Cloud, sobre todo desde que en 2013 apareció la librería javascript Turj.js con funciones avanzadas de análisis espacial para la web, junto con otras librerías de visualización de mapas como OpenLayers, LeafletJS, Mapbox GL JS y D3.js, que son capaces de satisfacer la demanda de muchos usuarios que necesitan facilidad de uso para datos poco voluminosos y resultados rápidos sobre un fondo temático de mapa, procedente de servicios en la nube, como es el caso de los datos de OpenStreetMap o Google Maps.

Desde un punto de vista práctico, la formación en SIG en el contexto de la integración de la educación europea en secundaria se realiza de manera transversal, como un recurso

tecnológico para la docencia en asignaturas relacionadas con las ciencias de la Tierra, dado su carácter interdisciplinar. El panorama en la enseñanza secundaria es muy prometedor (Kerski et al, 2013), aunque merece la pena revisar algunas cuestiones al respecto.

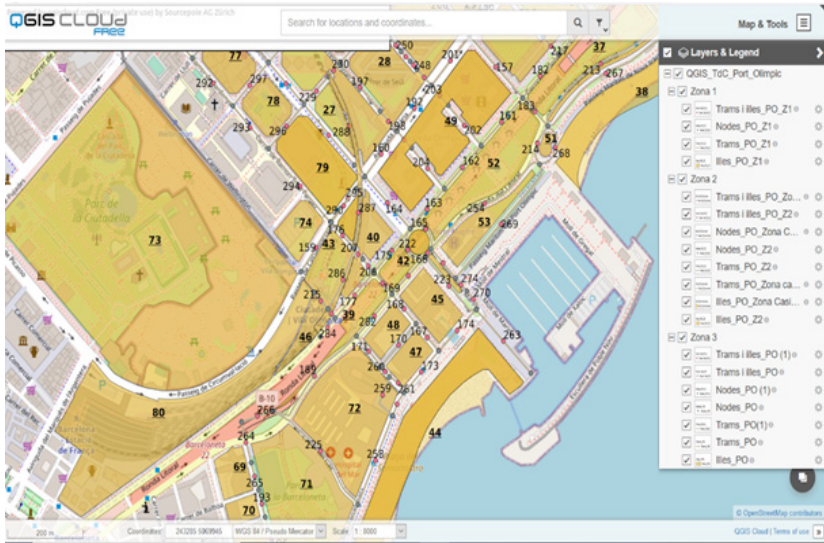


Figura 14: Ejemplo de trabajo en QGIS Cloud sobre la ciudad de Barcelona por parte de un usuario anónimo. Elaboración propia.

A los problemas inherentes de la enseñanza secundaria para poder aplicar tecnología GIS en la docencia, como la necesidad de actualización de los equipos informáticos, también se une la falta de formación del profesorado y a la elevada ratio alumnado vs profesor en el aula (Martín et al, 2016), se advierten algunos problemas específicos (Oller and Villanueva, 2007):

- La falta de docentes geógrafos es notoria, en favor de profesores de historia o ciencias ambientales que importan contenidos geográficos
- La utilización de las TIC en la enseñanza de la geografía tiene una presencia muy reducida y pocos profesores muestran interés por esta formación en los cursos máster

de habilitación para la docencia, lo que se traduce en un escaso uso de los SIG luego en la práctica docente (Bouza, 2015)

- Los recursos educativos son analógicos (mapas) o audiovisuales, donde la interacción del alumno es escasa.
- El uso de los SIG parte de una preocupación personal e incluso excepcional del profesorado, más que un recurso académico normalizado.

Pese a todas estas circunstancias adversas, la tendencia de las aportaciones a los Congresos de Didáctica de la Geografía muestra un incremento de la aparición de iniciativas sobre didácticas específicas aisladas, con inquietudes por las geotecnologías, como:

- introducción de actividades en torno a módulos que utilizan recursos webgis (Iberpix, visores de instituciones cartográficas autonómicas), o GIS-CLOUD (Arcgis online, Google Earth). El disponer de herramientas que residen en un servidor ajeno o en la nube facilita la tarea al docente, liberándose de la instalación y mantenimiento de programas en un aula de informática.
- Tendencia a usar datos locales para incentivar al alumnado provocando una inmersión en el aprendizaje (Zaragozí et al, 2016).
- Uso de dispositivos tecnológicos tales como pizarras digitales, móviles para la captura de datos o geolocalización de fotos, aunque también se usan tabletas para actividades conjuntas, e incluso receptores GPS de campo
- Arcgis online de ESRI se ha convertido en uno de los principales recursos para la elaboración de materiales docentes debido a:
 - o su facilidad de uso y sus bajos requerimientos: un navegador e internet.
 - o el que sea gratuito para el centro y los alumnos,
 - o la capacidad para incorporar datos en forma de tablas con información posicional (ficheros CSV) que

luego se traducen en capas SIG y gráficos, o bien recursos multimedia, que finalmente se encapsulan en un mapa temático interactivo o un “story map”.

- o el soporte de ESRI para aportar capas de fondo en la nube utilerías espaciales (cortes topográficos)

- o finalmente resulta muy interesante la posibilidad de compartir dichas unidades didácticas en la propia nube para que sean reutilizadas por otros centros.

Bibliografía y recursos recomendados:

- 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 Technologie 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'ambigüité 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 (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 (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.

Vídeo y tutoriales:

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

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

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

Teaching with GIS in Schools:

<https://www.youtube.com/watch?v=Oqr8gyITo6E>

A decorative grid of red teardrop-shaped icons arranged in 10 rows and 6 columns, framing the central text.

**II - Módulo 5:
Técnicas y ejemplos de
catalogación del patrimonio**

II - 5.1 Identificación de sistemas

El patrimonio hidráulico abarca una complejidad de elementos de diferente naturaleza y origen; por esta razón, es necesario acotar el campo de investigación para obtener un resultado que tenga un impacto significativo y proporcione una visión global en la cual los diferentes artefactos mapeados adquieran un significado específico.

La presencia de diferentes territorios en cuanto a geografía, orografía y contexto cultural, para los cuales resulta imposible generalizar, caracteriza el paisaje europeo. Territorios ricos en agua superficial, zonas áridas, localidades montañosas y áreas llanas no permiten estudiar uniformemente el patrimonio hidráulico local.

Por estas razones, se debe identificar un sistema para el territorio en preparación para la actividad de mapeo, partiendo del conocimiento de la historia, actividades humanas y características del lugar, con el fin de obtener al final de la actividad de mapeo un resultado que tenga el mayor impacto posible para la comunidad local.

La tarea de identificar el sistema sobre el cual operar recae en los profesores o en las personas que guiarán las actividades de mapeo.

La elección del sistema también es importante porque permite especificar mejor el papel de un artefacto dentro de una práctica humana más compleja. Es necesario tener en cuenta que un artefacto del patrimonio hidráulico pertenece a varios sistemas interconectados. Si pensamos, por ejemplo, en un canal artificial como los canales alrededor de Milán, nos damos cuenta de que fueron construidos con diferentes propósitos, cada uno vinculado a diferentes sistemas como obras de defensa, navegación, riego y producción de energía. Cada uno de estos sistemas, si se identifican correctamente, intercepta artefactos de diferentes patrimonios hidráulicos.

Desde un punto de vista metodológico, resulta muy complejo mapear el patrimonio hidráulico sin hacer referencia a un sistema identificado, para no desperdiciar energía y darle un

significado profundo y cultural a la actividad promovida. De manera no exhaustiva, proponemos cuatro categorías para identificar sistemas hidráulicos en diferentes contextos locales: el geográfico, las redes de agua, la era histórica, el itinerario.

Para su identificación, también puede ser útil involucrar a las instituciones territoriales para apoyar las operaciones de mapeo y difusión. La participación de una ciudad, por ejemplo, puede garantizar un alto nivel de conocimiento en un área limitada, o la de una entidad que gestiona un curso de agua puede ayudar a identificar los elementos destacados. Además, en algunos casos, los activos o suelos son privados, como campos agrícolas y molinos. La participación de instituciones territoriales, fundaciones o cooperativas puede permitir el acceso a áreas y activos, obteniendo documentos como dibujos o fotografías de archivo.

Las categorías propuestas, especificadas en las siguientes páginas, pueden ampliarse e intersectarse. Por ejemplo, se puede hablar de la red de canales de riego en un período específico o de los artefactos a lo largo de un itinerario turístico vinculado a una determinada actividad humana.

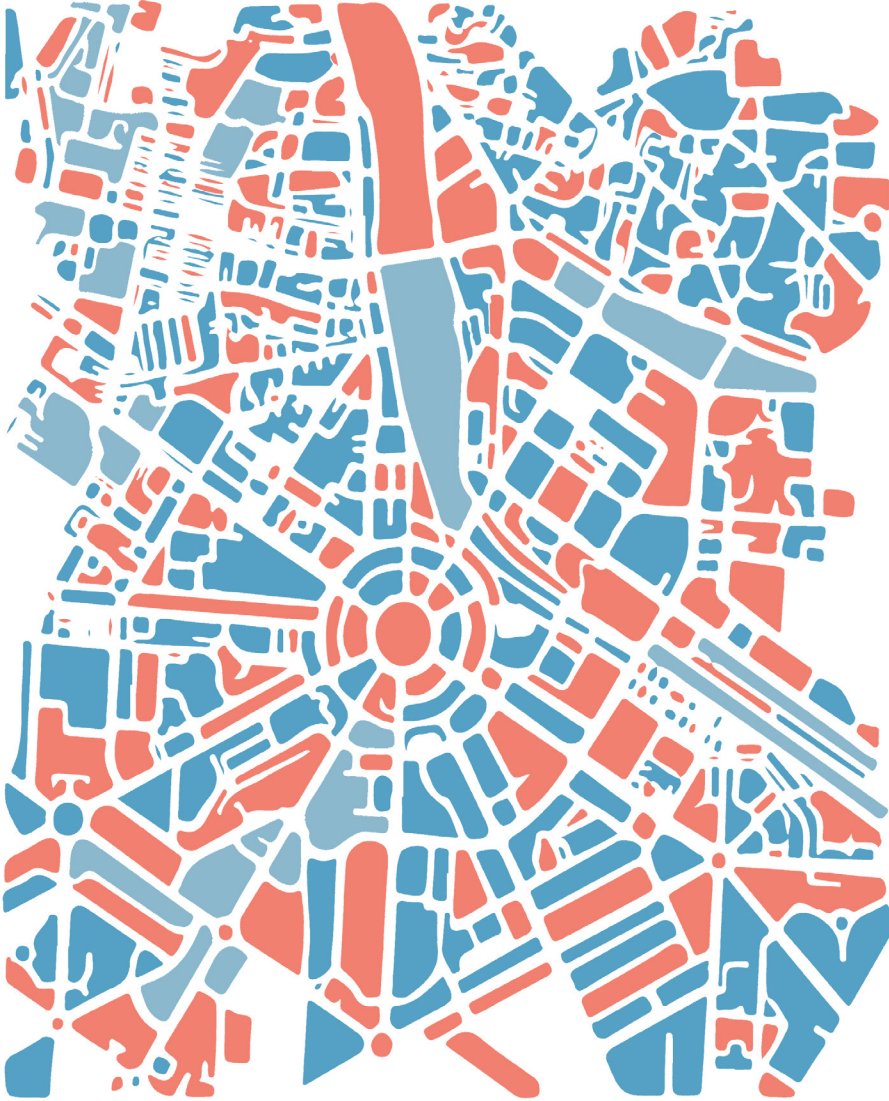
CONTEXTO GEOGRÁFICO

Las categorías simples son útiles para definir el contexto geográfico, como un municipio, una región o un parque.

Dentro de cada categoría coexisten diferentes sistemas. Por esta razón, es importante tener en cuenta los contextos en los que los artefactos de agua o el patrimonio hidráulico son limitados, y es difícil recurrir a sistemas específicos.

Operativamente, es necesario indicar una porción del territorio en la que se va a operar y seleccionar, dentro de esta, los elementos incluso muy diferentes entre sí.

“Un ejemplo podría ser el mapeo de artefactos hidráulicos incluidos dentro del territorio de una ciudad, considerando los límites administrativos como los límites del campo de estudio e involucrando al Municipio para obtener documentos y promoverlo.”

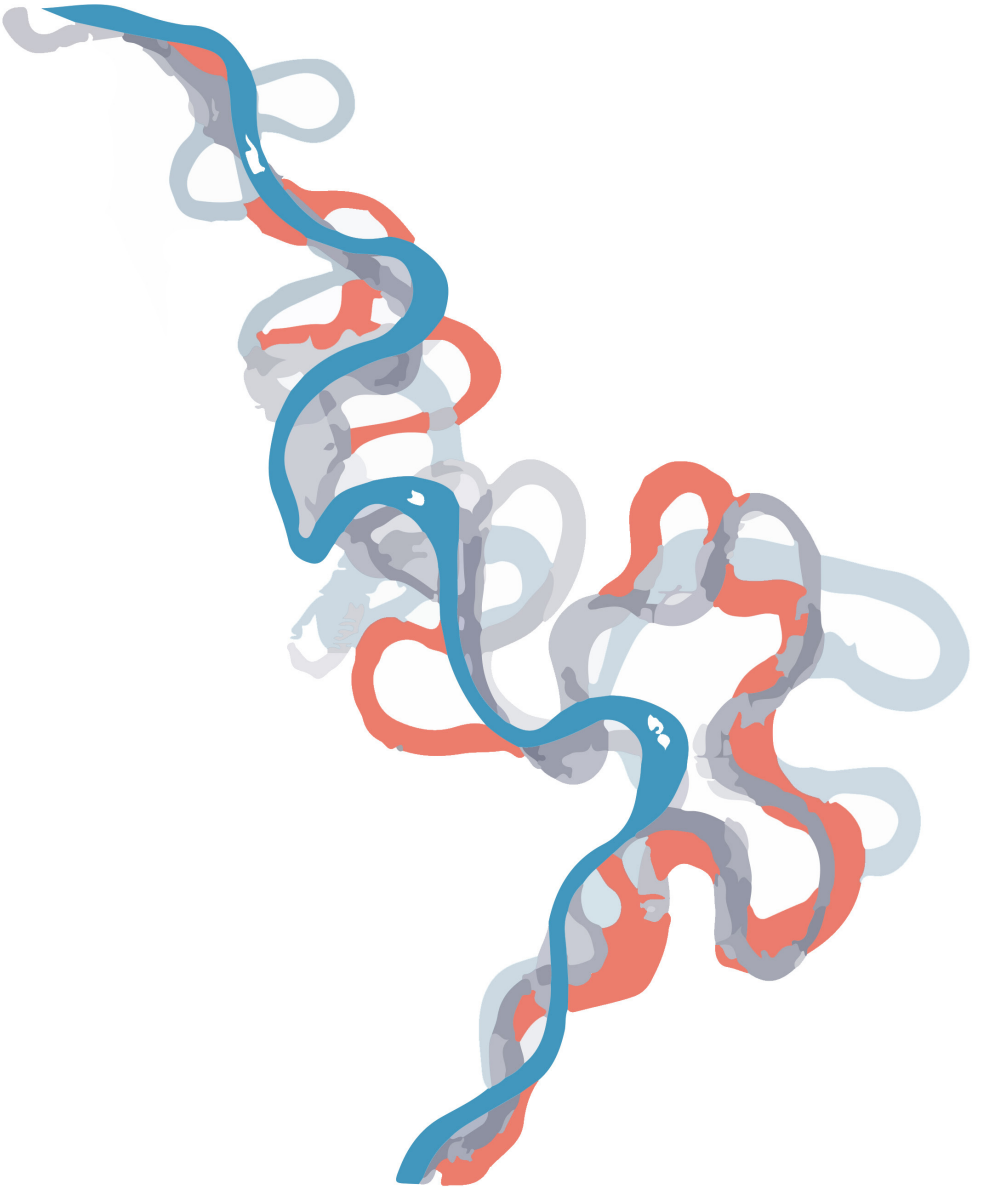


REDES DE AGUA

En muchos contextos, existen extensas redes de agua alrededor de las cuales se han generado artefactos del patrimonio hidráulico.

Este es el caso, por ejemplo, del sistema de canales de riego, a menudo bien identificado por su extensión y características. En estos casos, a menudo es posible comprender la magnitud al remontarse a la propiedad y gestión del agua. Dentro de un sistema, hay elementos recurrentes, como tomas de agua, molinos o puentes, que tienen características identificables.

“Un ejemplo puede ser un canal artificial navegable con todos los artefactos que permiten su uso, como amarres, esclusas de navegación y puntos de desviación de agua.”



ÉPOCA HISTÓRICA

Períodos históricos particularmente significativos han influido en algunas ciudades en su forma y en su sociedad. Basta con pensar en los pueblos medievales, las ciudades de origen romano o los centros surgidos con la revolución industrial. En este caso, es posible concentrar la investigación en aquellos artefactos hidráulicos que datan de este período.

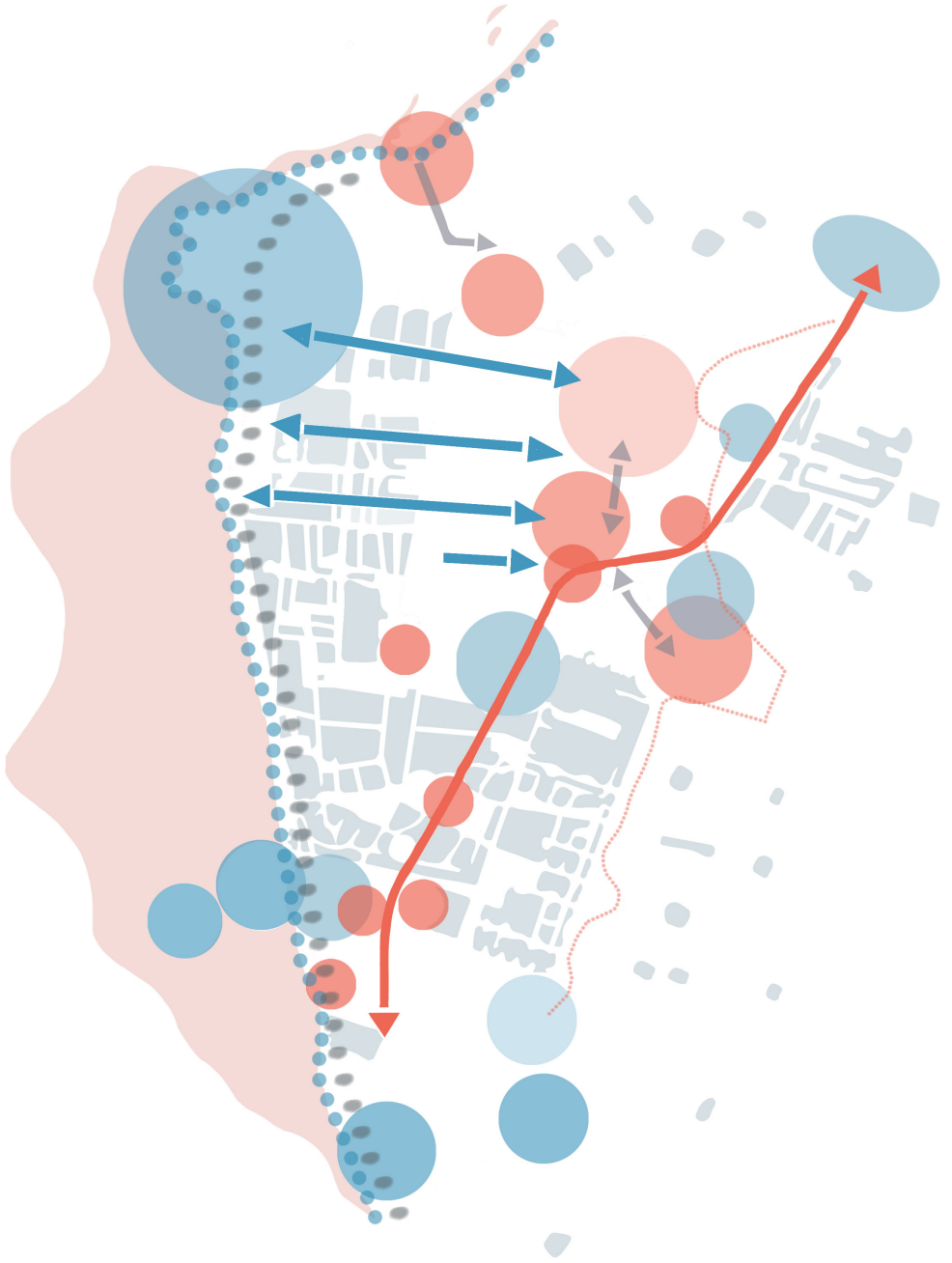
“Un ejemplo podría ser mapear todos los artefactos que datan de un período limitado o de un estilo arquitectónico específico, contribuyendo a la identidad de un lugar caracterizado históricamente..”



ITINERARIO

Existen algunos itinerarios, especialmente culturales o turísticos, interconectados con el patrimonio material e inmaterial de un lugar. Rutas de peregrinación, senderos que siguen ríos o costas, o rutas históricas, como caminos de origen romano, son ejemplos de esto. A menudo, son itinerarios ya consolidados en el uso turístico, que se entrelazan con un recorrido de artefactos hidráulicos, incluso de diferentes épocas, que contribuyen a la historia del territorio y su historia.

“En muchos países europeos, a lo largo de las antiguas vías férreas, caminos y canales, se han creado recientemente senderos para ciclistas con fines turísticos. Estos senderos pueden ser una posible ruta en la cual enfocar la búsqueda de productos hidráulicos. “



II - 5.2 Catalogación de elementos

Una herramienta de catalogación debe ser capaz de proporcionar toda la información necesaria para comprender las características del artefacto que se va a catalogar, al mismo tiempo que debe ser suficientemente genérica para incluir diferentes casos. Por ejemplo, si registro un puente, debo poder indicar los materiales con los que está construido, las técnicas utilizadas, las características formales, la antigüedad y el uso; pero la misma ficha debe poder describir un canal artificial, una toma de agua o un molino. Para definir el esquema a adoptar, se compararon los modelos de catalogación utilizados por las entidades responsables de la protección de Italia y España (ministerios, regiones, comunidades, etc.), basados en estándares internacionales. Los modelos se reformularon para satisfacer las necesidades específicas de los artefactos atribuibles al patrimonio hidráulico, eliminando y agregando los elementos necesarios. Una serie de elementos obligatorios, comunes a todo el patrimonio identificado, y elementos específicos para cada tipo de artefacto, conformaron la herramienta de catalogación final.

La catalogación está estructurada en 4 áreas:

- 1) IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO HIDRÁULICO: que contenga el nombre e información relacionada con la ubicación geográfica específica del elemento;
- 2) CONTEXTO: que contenga información relacionada con el sistema de pertenencia y contexto;
- 3) DESCRIPCIÓN: características relacionadas con el uso de la propiedad, propiedad, gestión, estado de conservación y cualidades más específicas;
- 4) DOCUMENTOS: que contenga la historia del elemento, fotos, videos, enlaces a sitios web, bibliografía.

A continuación se muestra un ejemplo de un formulario estándar que se puede completar durante el estudio o taller:

SHEET
IDENTIFICACIÓN DE PATRIMONIO HIDRÁULICO
ID (GIS)
Longitud (coord X)
Latitud (coord Y)
Altura (coord Z)
Nombre
Otros nombres
País
Provincia
Ciudad
CONTEXTO
Sistemas
Itinerario
Paisaje
Acceso
DESCRIPCIÓN
Uso original
Uso actual
Altura
Longitud
Anchura
Edad
Etnología
Estado de conservación
Naturaleza del bien
Materiales
Tipo de elemento
Features
DOCUMENTO
Historia
Foto
Video
Sitografía
Bibliografía
Lista de autores
Fecha

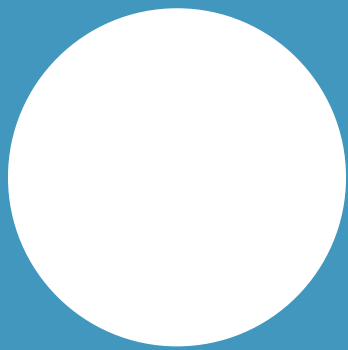
La representación por puntos

Si representamos el mundo real en una base cartográfica, específicamente los cuerpos de agua dulce y su relevancia, tanto natural como artificial, debemos tener en cuenta que cada elemento se simplificará para identificarlo fácilmente en relación a los demás. Las entidades fundamentales de la geometría, el punto, la línea y el plano, son las formas más efectivas de síntesis de los elementos de la realidad. Por lo tanto, ocurre que, por asociación natural, las parcelas de tierra se convierten en planos, los arroyos se convierten en líneas y los artefactos artificiales (desde una central hidroeléctrica hasta una fuente) se convierten en puntos. Este tipo de representación es la más inmediata para comprender el paisaje a distancia. La restitución cartográfica, a través de estos tres signos, permite al lector obtener una comprensión rápida inicial del paisaje acuático que se va a analizar.

El uso de solo tres formas geométricas facilita la lectura del territorio, pero todas las superficies representadas deben tener sus coordenadas espaciales. Por lo tanto, es necesario asociar una coordenada a cada elemento. También debemos ubicar los planos y líneas a través de un punto único de los infinitos que los constituyen. A un punto espacial elegido le corresponderá una coordenada espacial precisa, que permitirá que cualquier persona que desee conocer su posición pueda ubicarlo. Entonces, ¿cómo elegir ese punto en particular, por ejemplo, dentro de un campo cultivado, un canal de riego o incluso un sistema arquitectónico relacionado con el patrimonio hidráulico?

Esta guía proporciona un método geométrico, aplicable a diferentes contextos, que le permitirá seleccionar el punto correcto para asociar la coordenada espacial deseada.

El operador que llevará a cabo este tipo de análisis siempre debe considerar la morfología de los elementos frente a él. Este método es reconocido genéricamente y también utilizado por Google Maps. El método es simple y comprensible incluso para aquellos que, fuera del proyecto, leen los datos de análisis producidos.



PUNTO - Figura similar a un punto

El operador deberá elegir todos los elementos similares a un punto en un mapa, incluso si algunos de ellos tienen dimensiones extendidas en la vida real (por ejemplo, una central eléctrica).

Aquí hay algunos ejemplos de elementos con la posición relativa en la que tomar la foto para la georreferenciación:

Desembarcadero: en una posición central;

“Boca en friso”: posicionándose sobre el terraplén, encima del elemento;

Caseta: frente a la entrada principal;

Central hidroeléctrica: frente a la entrada principal;

Compuerta: lateral al elemento;

Conca: en el paso peatonal (siempre presente), en el centro del elemento;

Fuente: frente al elemento;

Molino: en la entrada;

Noria: frente al elemento;

Puente peatonal/ciclista: en el centro del elemento;

Puente de acceso/vía férrea: lateral al final del elemento;

Amarradero: frente al elemento;

Rodillo guía de cuerda: frente al elemento;

Estación de control: en el centro del lado largo de la estación.



LÍNEA - Figuras similares a una línea.

Si el operador debe definir la posición de un curso de agua (geométricamente similar a una línea), por ejemplo, un canal de riego de tamaño limitado o un río de gran caudal, debe posicionarse cerca del terraplén, preferiblemente en el centro de la longitud del elemento incluido en la porción bajo análisis, y colocar la foto de georreferenciación en ese punto. Si el sistema de pertenencia es limitado, las formas similares a una línea también pueden representarse mediante un punto de acceso o uno especialmente significativo.



POLÍGONO – Formas similares a un polígono

Para formas extendidas, geoméricamente similares a un polígono, la foto debe colocarse en una posición central. Por ejemplo, si el operador desea ubicar un terreno rectangular, deberá colocarse casi en el centro de las diagonales imaginarias del rectángulo y seleccionar ese punto para la georreferenciación.

Introducción a las fichas de los elementos hidráulicos

Este capítulo presenta fichas sobre los elementos recurrentes del patrimonio hidráulico. Las tarjetas especifican las características a resaltar durante el proceso de catalogación, como la operación y el uso. No son exhaustivas y su número puede aumentar en el futuro para permitir la inclusión de otros activos.

A veces, el sistema identificado para la catalogación se refiere a activos específicos vinculados al contexto local. En estos casos, será útil identificar los elementos principales y sus características y analizarlos en otra ficha específica.

Índice de elementos hidráulicos catalogados:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1) Esclusa | 14) Almazara |
| 2) Bebedero | 15) Fábrica |
| 3) Canal de riego | 16) Central |
| 4) Noria | hidroeléctrica |
| 5) Salto de agua | 17) Puente |
| 6) Ribera | 18) Acueducto |
| 7) Molino | 19) Arrozal |
| 8) Presa | 20) Embarcadero |
| 9) Balsa de riego | 21) Partidores |
| 10) Pozo | 22) Ripa |
| 11) Lavadero | 23) Camino de sirga |
| 12) Balsa artificial | 24) Cabina de control |
| 13) Terraplén fluvial | 25) Balsa de riego |

Descripción general

Una esclusa en un canales una compuerta que generalmente se encuentra en un sistema con otra compuerta, para el control del agua en una cuenca. El sistema de esclusas (dos compuertas laterales y una cuenca central) se utiliza para albergar un barco que debe pasar de un nivel de agua a otro más alto o más bajo. La esclusa puede ser única o, para superar un nivel de agua elevado, puede haber varias esclusas, una tras otra, para un ascenso o descenso gradual. Las esclusas son obras de ingeniería construidas en canales artificiales caracterizados por una gran diferencia de altura para permitir que los barcos las superen.

Tipos:

- Única
- Doble o de salto múltiple

Partes:

- 2 puertas, llamadas "Vinciane" (una aguas arriba y otra aguas abajo) con agujeros en la parte inferior.
- Cuenca

Funcionamiento

Mientras la primera puerta permanece cerrada como barrera o apoyo entre dos niveles de agua diferentes, la embarcación entra por la otra puerta. Una vez que la embarcación ha entrado en el estanque, la segunda puerta también se cierra, y se abren pequeñas aberturas en la parte inferior de las puertas: a través de estas aberturas, el agua entra (si la embarcación debe subir de nivel) o sale (si la embarcación está bajando) del estanque.

Cuando el nivel de agua interno de la cámara del depósito es igual al externo, la puerta entre los dos niveles de agua se abre, y la embarcación sale del depósito.

Historia y bibliografía

Para navegar en canales poco profundos o ir aguas arriba, los barcos eran remolcados por caballos, conducidos por jinetes o por los propios barqueros que caminaban por el camino de sirga, ubicado en las orillas del canal.

Para facilitar la navegación, se construyeron cuencas, también llamadas Chiuse o Porte, que eran auténticos elevadores de agua que unían corrientes de diferentes alturas y permitían que los barcos subieran o bajarán por la corriente.



Figura 1 – Esclusa en Borgarello, Pavia
Fuente : Silvia La Placa, Pavia University



ABREVADERO

Descripción general:

El término bebedero de agua se refiere a cualquier recipiente utilizado para saciar la sed de los animales domésticos, generalmente un contenedor o tanque que consiste en un simple canal de tablas de madera o troncos de árboles, o una estructura de piedra, concreto o mampostería.

Tipos de abrevaderos:

Como término muy genérico, podemos identificar diferentes tipos de bebederos de agua, que se distinguen por su tamaño y material de construcción. En entornos rurales típicos, se encuentran bebederos de agua que consisten en grandes tanques de piedra, concreto o madera, utilizados para saciar la sed de varios animales al mismo tiempo.



Figura 2 – Abrevadero en piedra
Fuente : Pablo Altaba Tena, Uji University

CANAL DE RIEGO

Descripción general:

Centro de flujo de agua creado artificialmente para servir a la irrigación. Los canales se pueden obtener excavando en la superficie, con lados y fondo dejados en su estado natural o cubiertos con una capa de paredes.

Tipos de canal de riego:

- Subterráneo
- En túneles
- En áreas elevadas

Funcionamiento del canal de riego:

El funcionamiento puede ser controlado manualmente utilizando pequeñas compuertas, tomas de agua y regulación/descarga. De lo contrario, puede ser monitoreado con sistemas de control remoto y transmisión, que forman parte del centro operativo correspondiente.



Figura 3 – Canal du Midi, Francia
Fuente: Luca Trabattoni, Pavia University

Descripción general:

Máquina para elevar agua y materiales inertes (como arena, semillas, etc.). La noria transforma la energía potencial o cinética de pequeños arroyos en energía mecánica en forma de movimiento rotatorio.

Tipos de noria:

- con rueda lateral
- con rueda superior
- con rueda inferior
- con rueda cinética

Partes de la noria:

- rueda con paletas
- poleas
- serie de cubos fijados a distancias iguales en una cadena o correa sin fin, movidos y guiados por poleas.

Funcionamiento de la noria:

La noria consta de una gran rueda, de varios metros de diámetro, con la parte inferior sumergida en un río o canal. En la rueda hay paletas que captan la corriente y permiten la rotación, y cubos que se llenan con agua. Cuando los cubos llegan a la parte superior de la rueda, vacían su contenido en un depósito de recogida. Los cubos se llenan en la parte inferior, recogiendo agua (o recogiendo material) y, al pasar por la polea superior, vierten su contenido en una tolva que lo recoge. En particular, el levantamiento del líquido se obtiene utilizando una serie de discos de acero con sellos de goma en los bordes, que, arrastrados por una cadena, se mueven dentro de un tubo sumergido en el líquido.

Historia y bibliografía

El origen de la noria parece remontarse a la antigua Mesopotamia en un período que data alrededor del año 2000

a.C., y se ha difundido y mejorado en el mundo islámico por ingenieros mecánicos. Las fuentes del Palacio de Versalles fueron alimentadas en un momento por una planta de noria en el río Sena, llamada la “Máquina de Marly”, en referencia al lugar en el Sena donde se instaló la máquina. La rueda de agua fue el precursor de los llamados primeros motores que transforman directamente la energía disponible en la naturaleza en energía mecánica. Sus primeras aplicaciones son muy antiguas, probablemente relacionadas con la molienda de cereales. Las primeras ruedas probablemente eran del tipo “desde abajo hacia arriba”. El desarrollo tuvo lugar en el siglo XVIII, antes de la invención de la máquina de vapor y la construcción de turbinas hidráulicas, que son su evolución natural. En este sentido, la rueda de agua permitió el inicio de la revolución industrial, que luego fue impulsada por motores.



*Figura 4 – Noria en Castellón de la Plana, España
Fuente: Pablo Altaba Tena, Uji University*

SALTO DE AGUA

Descripción general:

La diferencia de altura entre la cantidad a la que está disponible la masa de agua y el nivel al que se devuelve después de pasar por la turbina, y el caudal, o la cantidad de agua que fluye a través de la turbina por unidad de tiempo.



*Figura 5 – Salto de agua en Borgo Calvenzano, Pavia
Fuente : Silvia La Placa, Pavia University*

Descripción general:

La carretera en una ciudad que sigue la orilla de un río y, por lo tanto, tiene un lado libre de edificios. La característica principal de un río largo es la asimetría de la sección. La construcción de dichas carreteras está limitada únicamente a lo largo de la orilla opuesta (hacia tierra firme), mientras que la orilla del río permanece abierta. Por lo tanto, por lo general, mientras que hacia tierra firme hay calzadas y aceras similares a las de cualquier otra calle urbana, hacia el río la acera, a menudo arbolada o adornada con jardines, suele formar paseos y lugares de encuentro. El río largo puede tener un nombre local, uniendo el “prefijo-largo” como el nombre propio del río que lo bordea.



Figura 6 – Ribeira Duero, Portugal
Fuente : Federico Mezzadra, Pavia University

Descripción general:

La evolución de los molinos los sitúa, al igual que las granjas, entre hogares y lugares de trabajo. Por lo general, son edificios de dos pisos: la planta baja contiene la sala de molienda y un establo. Aunque la función principal del molino era moler, los propietarios también eran agricultores y necesitaban un lugar para mantener animales de trabajo. El piso superior era la vivienda del molinero. Las partes exteriores de un molino varían según las necesidades, ubicación y facilidad para llevar agua. Son edificios sólidos construidos con sillares y con paredes muy gruesas. La explicación es bastante simple: la construcción tenía que resistir la fuerza y presión ejercida por el agua sobre las paredes.

Partes del molino:

- La barrera, también conocida como esclusa, no es más que un obstáculo en el lecho del río para desviar la corriente y transferir agua a una zanja.
- La zanja era un conducto que transfería agua desde la presa hasta el estanque.
- La balsa es un depósito donde se almacenaba agua para que el proceso de molienda fuera uniforme.
- El cubo de almacenamiento vertical, generalmente de gran altura, donde el agua aumenta la presión en la rueda. (En algunos casos, los molinos no tienen tanque y la zanja deposita el agua directamente en el cubo.)

Funcionamiento del molino

El recorrido del trigo y la harina, representado por puntos (fig. 11), comienza en la tolva (1) desde donde pasa al canal (2) que lleva el grano al ojo de la rueda de molienda, donde cae al centro de la rueda deslizante (3) y de la rueda del hogar (4). Una vez molido, el grano sale por la harinera (5) y cae en el molino (6). El recorrido del agua está representado por

flechas negras. El agua en la balsa o cubo sale bajo presión a través del canal (9) y golpea la rueda (8), el eje (7) y la rueda (3) son las únicas piezas que giran simultáneamente en el molino (Barberà I Miralles, 2002).



*Figura 7/8 – Maquinaria para la preparación de la muela
Fuente: Pablo Altaba Tena, Uji University*



*Figura 9 – Molino Joaquín, Villahermosa
Fuente: Pablo Altaba Tena,
Uji University*



*Figura 10 – Molí de Xodos
Fuente: Pablo Altaba Tena,
Uji University*

Historia y bibliografía

Como escribe Gonzalo Morís (1995) en la revista Ingeniería del Agua, Vol. 2, N.º 4 (p. 28-29): “Alrededor y sobre la base de los molinos se crearon multitud de leyendas y coplillas graciosas, los molinos eran lugares de encuentro para personas jóvenes y mayores. Hablaban de eventos cotidianos, chismes e historias, a veces reales y otras veces producto de la imaginación de los habitantes, cuestionados en los molinos hasta llegar a las parroquias cercanas. Además, como generalmente están lejos del resto de la población, la imaginación y malicia de la gente les han dado una reputación que es poco menos que pecaminosa y existen muchas canciones populares que aluden a esto” (Morís Menéndez-Valdés, 1995). Existen dos variantes del molino moderno: el privado y el comunal.

La variante particular, como sugiere el nombre, era de uso privado. Tenía un propietario que era quien trabajaba el molino, a quien le llevaban el grano y él lo molía, cobrando por ello. Su casa estaba adyacente al molino y tenía una forma similar a las casas de labranza. El oficio del molinero implicaba un trabajo artesanal de moler las piedras de molino. Rafael Miralles, al visitar su molino, explicó la diferencia entre las piedras de molino francesas y catalanas:

- Molino francés: la piedra contenía sílex y era más dura, tenía surcos rectos y el producto resultante era más fino. Se utilizaba para hacer harina y para hacer pan.

- Molino catalán: era el más común y tenía surcos curvados. También servía para los mismos usos que el francés, aunque el producto resultante era más grueso. Se utilizaba para moler grano destinado al consumo animal.

Los molinos comunales, a los que se refiere la cita, tenían un propietario o eran propiedad comunal, y se pagaban en producto que debía ser molido según la cantidad que se

trabajara. La misma persona que llevaba el grano lo molía, aprovechaba bien las plantas y las dejaba como estaban. Por lo tanto, los molinos eran lugares de encuentro, las temporadas de cosecha eran las mismas para toda la zona, y también las temporadas de molienda.

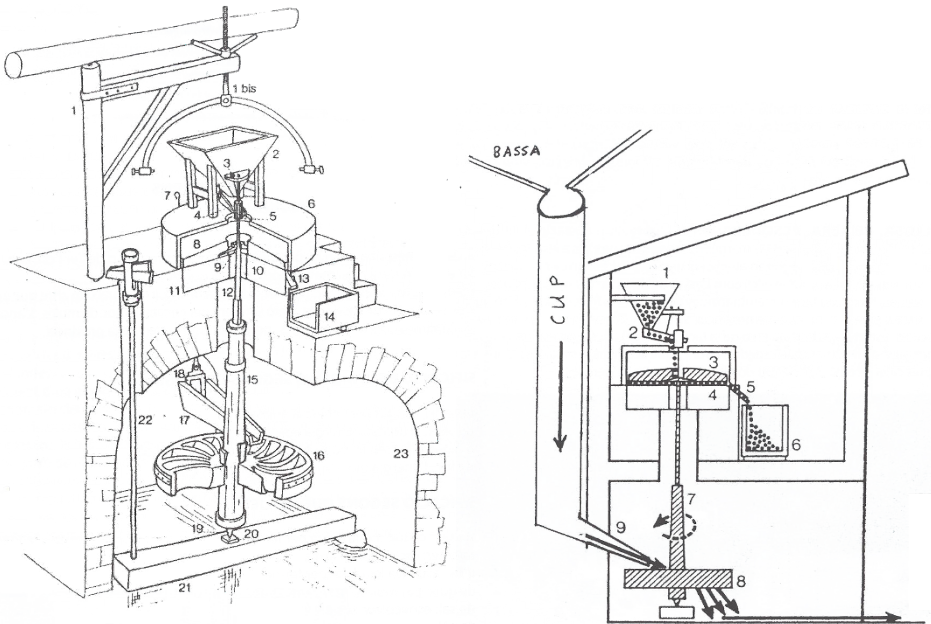


Figura 11/12: Diagramas de piezas y funcionamiento de un molino. Extracto del libro *Catàleg dels molins fariners d'aigua de la província de Castelló*. Barberà, B.

Descripción general:

Una presa es una estructura construida para obstruir o desviar el curso de un río y recolectar sus aguas en una cuenca artificial. Por lo general, las presas se construyen para concentrar el salto de agua natural de un río, con el fin de aprovecharlo para generar electricidad, alimentar canales y sistemas de riego y suministro de agua, elevar el nivel del agua del río para hacerlo navegable, controlar su nivel durante períodos de inundación y sequía, o crear lagos artificiales con fines recreativos. A menudo, las presas desempeñan muchas de estas funciones al mismo tiempo.

Tipos de presas:

A) Presas de pared:

a) Por gravedad:

Ordinarias.

Con contrafuertes y compartimentos internos.

b) Por arco:

Con forma de arco.

Por gravedad de arco.

En forma de cúpula.

c) A veces, o solo, apoyadas en contrafuertes.

B) Presas de materiales sueltos:

a) De tierra homogénea.

b) De tierra y/o piedra, zonificadas, con un núcleo de tierra para la cimentación.

c) De tierra o roca permeable, con una capa o diafragma de sellado de materiales artificiales.

C) Varios tipos de barrera.

D) Durmientes de río.

Las presas, según su uso, se clasifican (ref. 1987, USBR, Diseño de pequeñas presas) en:

A) Presas para EMBALSES (presas de almacenamiento):

Para IRRIGACIÓN.

Para DISTRIBUCIÓN de agua potable y no potable.

Para PROTECCIÓN AMBIENTAL de la fauna y flora endémicas.

Para USO RECREATIVO y DEPORTIVO.

Para GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD.

B) Presas de DESVÍO (presas de derivación).

C) Presas de RETENCIÓN.

Las presas se clasifican, según los MATERIALES con los que se construyen, en:

A) Presas de TIERRA (presas de terraplén).

B) Presas de PIEDRA (presas de sillería).

C) Presas de CONCRETO (presas de concreto y presas de RCC, por sus siglas en inglés).

Funcionamiento de la presa:

Las presas hidroeléctricas crean vastos embalses de potencial hidrostático, mueven grandes cantidades de agua a través de turbinas y hacen funcionar generadores que producen electricidad.

Historia y bibliografía

Las presas de tierra y escombros son las más fáciles de construir y, por lo tanto, las más antiguas. Algunas presas romanas aún se mantienen en pie hasta hoy.

La primera presa de concreto en Europa se construyó en Suiza en 1872.

En los últimos 20 años, las presas de gravedad, por otro lado, han experimentado un gran desarrollo gracias a la invención del CONCRETO RODADO COMPACTADO (RCC), una tecnología que permite reducir los costos y los tiempos de construcción de estas presas. Esta tecnología también fue

diseñada por los italianos, para la presa de Alpe Gera en los años sesenta, y retomada 20 años después en Estados Unidos y ahora se ha difundido ampliamente.



*Figura 13 – Presa de Molato, Val Tidone
Fuente: Luca Trabattori, Uji University*

BALSA DE RIEGO

Descripción general:

Tanques de tamaño variable para la recolección de agua necesaria para la irrigación. Los rastros de irrigación son depósitos artificiales hechos con diferentes técnicas y siempre ubicados cerca de los campos, equipados con instrumentos para la distribución del agua.



*Figura 14 – Balsa de riego
Copyright free*

Descripción general:

Un pozo de agua es una estructura artificial para la extracción de agua subterránea. La estructura geológica de la cual se extrae el agua se denomina acuífero. En el pasado, los hombres excavaban pozos de agua a mano, con diámetros lo suficientemente grandes como para que el excavador pudiera descender en su interior. Hoy en día, los pozos de agua se construyen con medios mecánicos, que penetran a grandes profundidades manteniendo un diámetro limitado. Los pozos de agua tienen una o más aberturas para permitir que el agua que satura el suelo circundante penetre en ellos. Un pozo de agua proporciona la posibilidad de obtener información unívoca (estratigráfica y sobre la calidad del agua) sobre las características del subsuelo en el que se encuentra. Esta información es esencial para determinar las direcciones del flujo y, por lo tanto, para reconstruir los mecanismos de alimentación de las aguas subterráneas. Un pozo de agua, si no se construye y gestiona correctamente, también puede ser una fuente de peligro para la contaminación del acuífero. El pozo de agua conecta la superficie del suelo con el acuífero profundo, evitando la acción de filtrado del suelo. Un pozo de agua también puede ser un punto peligroso de comunicación entre acuíferos separados.

Tipos de pozos:

Ordinarios, en los que el agua nunca sube por encima del nivel natural del suelo circundante.

Artesianos o de tipo Modena, donde el agua siempre sube dentro del pozo de agua y, a veces, su fuerza ascendente es tal que también brota del suelo.

Los métodos de construcción distinguen dos categorías: pozos de agua excavados, con revestimientos de mampostería u otro material, y pozos de agua perforados, con o sin revestimiento de metal.

Historia y bibliografía:

Los pozos más antiguos conocidos se remontan al Neolítico. Se encontró un pozo de agua que data del 8100-7500 a.C. en Atlit Yam, en Palestina.



*Figura 15 – Pozo de piedra, Espana
Fuente: Pablo Altaba Tena, Uji University*

11

LAVADERO

Descripción general:

La lavandería es una instalación de lavado a mano para ropa y otros artículos de tela. En las formas de uso doméstico, consta de un tanque, generalmente de concreto, con una superficie inclinada para el enjabonado de los artículos de lavado. Por lo general, es un lugar público, a veces cubierto por un refugio, que ahora está en desuso.



*Figura 16 – Lavadero, España
Fuente: Pablo Altaba Tena, Uji University*

12

BALSA ARTIFICIAL

Descripción general:

La cuenca artificial es una estructura que contiene una considerable masa de agua.

Tipos de balsa artificial:

- muelle de carga
- balsa de drenaje
- balsa de expansión (depósito de emergencia).

Funcionamiento de la balsa artificial:

El propósito de un embalse es recoger grandes cantidades de agua para tenerla disponible para su uso tanto en la industria como en la agricultura. También hay casos en los que el embalse se mantiene vacío para recoger grandes cantidades de agua durante eventos excepcionales, como inundaciones; este tipo de embalse se denomina embalse de expansión o embalse de emergencia.



Figura 17 – Balsa artificial del parco XXV Aprile, Rimini
Fuente: Tiziano Cattaneo, Pavia University

13

TERRAPLEN FLUVIAL

Descripción general:

El terraplén es una barrera diseñada para proteger el territorio de fenómenos de inundación. El terraplén puede ser una elevación natural o artificial.

Tipos de terraplén:

- Terraplén goleano
- Terraplén maestro

Funcionamiento del terraplén:

Los terraplenes tienen una pendiente entre $2/3$ y $1/3$ dependiendo de las características del material utilizado. La altura del terraplén se define en función de criterios hidráulicos (hidráulica, instalaciones). La altura de la cima del terraplén suele ser igual a la altura del agua, aumentada por un margen de seguridad adecuado. El terraplén situado en la orilla del río puede estar revestido con bloques de cantera o concreto para protegerlo de la acción erosiva de la corriente. En sistemas complejos (como el río Po), hay varios niveles de terraplenes para evitar que una sola ruta de terraplén cause inundaciones en grandes partes del territorio.



Figura 18 – Terrapieno fluvial de Pavia
Fuente: Lorenzo Quaglioni, Pavia University

14

ALMAZARA/MOLINO DE ACEITE

Descripción general:

Instrumento o aparato para triturar materiales sólidos.

También el lugar, es decir, la sala, el edificio, la planta donde tiene lugar la trituration.

Tipos de molino de aceite:

- molino
- almazara cilíndrica, para el tratamiento de aceitunas
- molino de mandíbulas
- almazara de cono, para materiales duros (piedras)
- almazara de martillos, para materiales blandos (carbón, yeso)



Figura 19 – Molino de aceite de Ostuni
Copyright free

15

FÁBRICA

Descripción general:

Una fábrica es un conjunto de edificios destinados a la producción industrial. El desarrollo tecnológico ha llevado al surgimiento de estructuras cada vez más automatizadas, cuya máxima expresión es la fábrica automática. Generalmente, se transforman materiales en bruto o semiprocados en productos terminados. Con frecuencia, las fábricas están ubicadas cerca de recursos hídricos (ríos, lagos, arroyos), los cuales participan activamente en las actividades dentro de la fábrica.



*Figura 20 – Fábrica en el río en Duisburg, Alemania
Copyright free*

16 CENTRAL HIDROELÉCTRICA

Descripción general:

Las centrales hidroeléctricas convierten la energía hidráulica de un curso de agua en electricidad.

La potencia de un sistema hidráulico depende de la altura y el caudal.

En el caso de varias centrales en serie, el agua se recoge en la salida de la planta de producción y se envía de vuelta a la siguiente planta con una nueva altura.

El agua se utiliza varias veces dentro de las plantas para aprovechar al máximo todo el contenido de energía.

Tipos de centrales hidroeléctricas:

- Central hidroeléctrica en la cuenca
- Central hidroeléctrica de flujo continuo
- Central hidroeléctrica de bombeo
- Central hidroeléctrica con embalse artificial

Funcionamiento de las centrales hidroeléctricas:

Generalmente, la toma de agua se realiza a través de una presa en el curso de agua y obras hidráulicas para la extracción de agua.

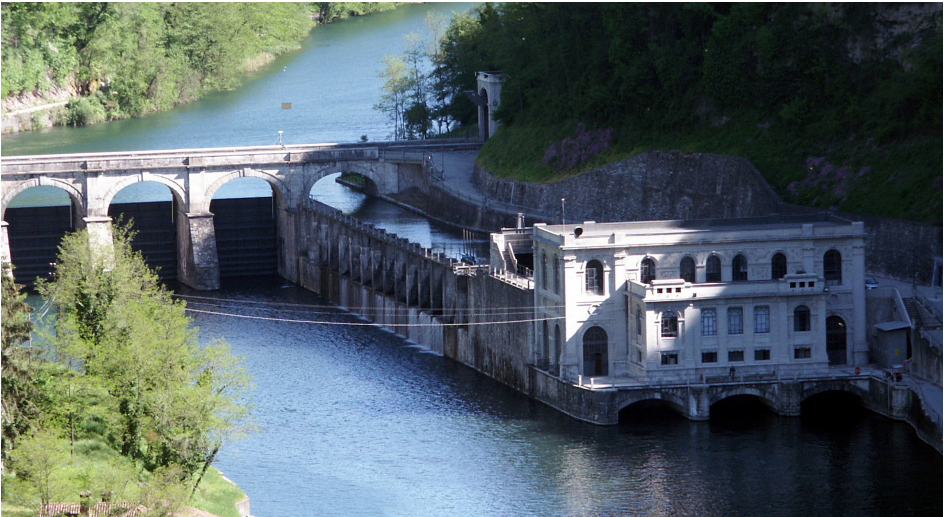
El transporte del agua dentro del sistema se realiza a través de canales hidráulicos en el túnel o al aire libre. Finalmente, el agua se conduce a los tanques de carga y, a través de tuberías forzadas, hacia las turbinas de la central hidroeléctrica.

La electricidad se obtiene del agua que proviene de la tubería forzada en la base del salto. El flujo impacta en las paletas de la turbina que, conectadas al alternador, permiten la generación de energía.

Historia y bibliografía:

Durante miles de años, el agua ha sido la principal fuente de energía para gestionar sistemas de molienda de granos, rie-

go de campos y procesamiento de madera. A fines del siglo XIX, las personas comenzaron a utilizar la energía hidráulica para generar electricidad. La primera gran central hidroeléctrica italiana se activó en 1895 en Paderno. La central fue construida en el río Adda por Edison, una compañía.



*Figura 21 – Central Hidroelectrica Semenza, Calusco d'Adda
Copyright free*

17

PUENTE

Descripción general:

El puente es una obra de ingeniería construida con mampostería, hormigón armado, hierro, madera u otros materiales, que permite superar obstáculos naturales o artificiales.

Tipos de puentes:

- Puente de armadura
- Puente colgante
- Puente de arco
- Puente móvil

Partes del puente:

- Superestructura (calzada, tablero y vigas)
- Subestructura (armaduras o estribos) y cimientos de soporte.

Tipología de puentes:

- Puente de armadura:

Un primer tipo elemental es el de la viga simplemente apoyada, que puede estar hecha con cualquier material, pero con diferentes luces según las características del material utilizado (por ejemplo, puente de piedra sobre el río Leach, Inglaterra; puente de hierro sobre el río Tennessee, EE. UU.; viaducto Montesi en hormigón armado, cerca de Génova). Existen puentes con vigas continuas sobre varios soportes para obtener una mayor rigidez y aligeramiento de las secciones y aumentar la luz de los tramos individuales (por ejemplo, puente de hormigón armado Gardiol, Suiza, con luces de 14 m; puente de hierro sobre la Fuente del Embalse, Carolina del Norte, con 70 m de luz; puente de hormigón armado Waterloo, Londres, con 73 m de luz).

- Puentes en voladizo:

Este tipo consiste en dos vigas salientes unidas por otro puente

de viga suspendida. Este sistema, al proporcionar una rigidez máxima, permite una reducción adicional de las secciones (por ejemplo, el Puente de Hormigón Armado Dry Creek, Kansas, 1941, con una luz de 20 m).

El hormigón pretensado también permitió el uso de elementos prefabricados para superar luces del orden de los 100 m. La viga, acompañada de otros elementos estructurales (como tirantes), permite alcanzar luces aún mayores (por ejemplo, el puente de Maracaibo, Venezuela, 1962, con una luz de 235 m).

- Puente de arco:

Esta tipología estructural puede tener diferentes esquemas estáticos y soluciones arquitectónicas.

Existe el arco de cuña, como el Puente Freyssinet en Saint Pierre de Vauvray, 1928, con una luz de 131 m; el arco de dos articulaciones, como el viaducto de Garabit, Eiffel, 1884, con una luz de 166 m; el arco de tres articulaciones, como el puente metálico en La Roche-Bernard sobre el río Vilaine, 1912, con una luz de 200 m, o el puente de hormigón armado Maillart, sobre el río Aar, con una luz de 132 m).

La llegada del hierro y el hormigón armado ha dado al arco nuevas proporciones, realzando sus capacidades expresivas. Se creó un esquema estático intermedio entre el arco y la viga en los puentes denominados "tipo Risorgimento" (a partir del primero construido en Roma, en 1911, por Hennebique) en hormigón armado con una sección de diafragma hueco.

- Puente colgante:

La tipología estructural de los puentes colgantes les permite alcanzar las mayores luces, gracias a los cables de suspensión. Los cables de acero han permitido la creación de obras cada vez más audaces, desde el Puente de Brooklyn (Nueva York, 1883), hasta el Puente G. Washington (Nueva York, 1931), hasta el Golden Gate.

- Puente móvil:

En algunas situaciones, se requieren soluciones técnicas particulares, por ejemplo, cuando la altura libre por debajo del nivel de la carretera de un puente (sobre un canal navegable) no permite una navegación fácil en el curso de agua subyacente, se utilizan puentes móviles (por ejemplo, puentes levadizos, puentes giratorios, puentes deslizantes, puentes elevadizos).

- Puentes temporales: se conectan barcos, barcazas y estructuras autosoportantes (puentes grúa) o elementos desmontables que se utilizan en casos de emergencia.

Historia y bibliografía:

La necesidad de construir obras que permitan superar de manera estable y continua los obstáculos naturales se ha abordado desde la prehistoria. Entre las primeras expresiones arquitectónicas del hombre se encuentran el puente colgante (con lianas) y el inclinado (con troncos de madera). Estas estructuras están siempre estrechamente ligadas a las características de las diferentes civilizaciones, convirtiéndose en obras técnicas experimentales y, al mismo tiempo, obras de arte.

Entre los puentes más conocidos del primer milenio a.C. se encuentra el del Éufrates, cerca de Babilonia, mencionado por Heródoto y Diodoro, y el Puente Sublicio en Roma en el año 621 a.C. Los etruscos fueron los primeros en construir puentes de mampostería y los romanos obtuvieron la técnica de ellos, convirtiéndose en los mayores constructores de la antigüedad.

En el siglo XII, las cofradías de los Fratres Pontifices comenzaron un período de redescubrimiento y restauración que condujo a la construcción de nuevos puentes inspirados en los tipos romanos.

A partir de aproximadamente 1700, el desarrollo tecnológico de los puentes tomó un curso cada vez más rápido,

también vinculado a la aparición de nuevos materiales de construcción (por ejemplo, hierro, acero, hormigón armado y hormigón pretensado).

La evolución de la tecnología de construcción de puentes ha permitido la realización de nuevas obras en áreas altamente sísmicas o en condiciones ambientales desfavorables, como en Japón, e incluso para superar grandes extensiones de mar con sistemas híbridos (puente-túnel submarino).



*Figura 22 – Puente de Castelvecchio, Verona
Fuente: Margherita Capotorto, Pavia University*

18

ACUEDUCTO

Descripción general:

Del latín “aquae” y “ductus”, conducto de agua, el acueducto es el conjunto de obras que sirven para llevar agua desde un lugar de captación (fuente o embalse) hasta uno de uso. Generalmente, un acueducto consta de una estructura de captación, una tubería con edificios útiles para el mantenimiento a lo largo de la ruta, y obras de recogida, tratamiento y distribución en el lugar de llegada.

Constructivamente, el acueducto puede construirse con canales artificiales, tuberías o soluciones mixtas. En el caso de los canales, el funcionamiento puede ser solo en superficie libre, mientras que en el caso de las tuberías también puede ser a presión.

Partes del acueducto:

El sistema del acueducto comprende todas las tuberías, plantas, productos manufacturados, equipos e instrumentos para la captación, tratamiento y distribución del agua desde los puntos de captación hasta los usuarios finales.

Funcionamiento del acueducto:

Las obras de captación de agua son diferentes según el tipo de recurso del que se extrae (por ejemplo, pozos y zanjas, túneles de transferencia, estaciones de bombeo, etc.). Las obras de suministro (tuberías) pueden ser en superficie libre o a presión. Las conducciones en la superficie funcionan por gravedad: el agua llena parcialmente la tubería y se desplaza debido a la diferencia de nivel entre la salida y el punto de llegada. En el caso de las tuberías a presión, por otro lado, la energía para mover el agua es suministrada por bombas ubicadas en estaciones de impulso. En general, el acueducto sigue un trazado de carretera para reducir la explotación de puentes y túneles. Al final de la tubería, hay un tanque en el que se almacena el agua.

La línea de conducción parte del tanque y se conecta a una tubería de anillo desde la cual parten las líneas de distribución, que a su vez se conectan a las tuberías de conexión del usuario.

Historia y bibliografía:

Los restos más antiguos conocidos de un acueducto se encuentran en Mesopotamia (primera mitad del cuarto milenio a.C.). Los reinos orientales han utilizado sistemas de captación y transporte de agua desde el siglo VIII a.C. Estos sistemas son comparables a los de recuperación y captación de los etruscos antes de la expansión de Roma. Los griegos utilizaron sistemas de captación y suministro de agua con túneles obtenidos en relieves o canales superficiales con obras auxiliares de mampostería, con tuberías (de arcilla o piedra) o canales de agua excavados en la roca, con o sin revestimiento de yeso, protegidos por losas de piedra.

El Tratado de Frontino (97 d.C.) proporciona un conocimiento más detallado sobre la construcción y gestión de acueductos.

Las observaciones empíricas guiaron la elección de las fuentes. Los romanos extraían agua de diferentes formas (con túneles subterráneos, con tomas conectadas a un tanque de sedimentación, de cuencas artificiales con esclusas). La aducción se realizaba por gravedad, a través de una ligera pendiente del conducto.

Los acueductos que abastecían a Roma en la época de Frontino eran muchos y algunas de sus estructuras todavía son visibles.

Los árabes desarrollaron acueductos y otras obras hidráulicas en las tierras bajo su dominio.

A partir del siglo XIX, los materiales metálicos aumentaron y se empezó a favorecer el sistema a presión.



Figura 23 – Acueducto romano, Elvas (Portugal)
Fuente: Carlo Berizzi, Pavia University

19

ARROZAL

Descripción general:

Las tierras de cultivo de arroz, permanentemente sumergidas bajo una capa de agua, son ligeramente inclinadas, delimitadas y atravesadas por terraplenes transversales y longitudinales. Los campos de arroz son típicos de muchos países del este de Asia, incluyendo China, Corea, Filipinas, Japón, India, Bangladesh, Indonesia, Taiwán, Tailandia (donde el propio rey inaugura la temporada de arroz) y Vietnam. El cultivo de arroz en Italia se concentra principalmente en la baja llanura del Po y en la estrecha franja que se extiende hasta los Prealpes entre Lombardía y Piamonte. En particular, la producción se encuentra en las áreas de Lomellina, en la provincia de Milán, en el área de Novara y en el área de Vercelli en Piamonte. Desde un punto de vista naturalista, la zona de arrozales era muy importante porque albergaba una gran parte de la población europea de garzas, concentradas en áreas de nidificación llamadas colonias de garzas. En los últimos años, debido a la modificación de las técnicas de gestión del ciclo del agua y la difusión de los "arrozales secos", el valor natural de los campos de arroz ha disminuido significativamente debido a desequilibrios ecológicos, incluyendo la enorme proliferación de mosquitos.



Figura 24 – Arrozal, Pavia

Fuente: Lorenzo Quaglino, Pavia University

20

EMBARCADERO

Descripción general:

Un espacio equipado con cuerdas y rampas donde un barco puede detenerse para atracar en tierra. Hay diferentes tipos de desembarcaderos: algunos se obtienen a partir de las curvas naturales de un río o canal, mientras que otros están equipados con pasarelas y sistemas que los hacen similares a pequeños puertos.



Figura 25 – Embarcadero, Borgarello (Pavia)
Fuente : Silvia La Placa, Pavia University

21

PARTIDORES

Descripción general:

Las tomas de agua para riego son sistemas de ingeniería pequeños ubicados en canales, a menudo cerca de nodos o intercambios de agua. Las tomas consisten generalmente en dos lados, ya sea de concreto o ladrillos, paralelos a los bordes del canal de agua, y otros dos lados de madera o hierro ortogonales al canal de agua. Estos últimos son móviles y se levantan y bajan para controlar el flujo de agua entre los diferentes embalses.



Figura 26 – Partidores, Pavia – Fuente : Silvia La Placa, Università di Pavia

Descripción general:

El término “ripa” indica la orilla de lagos o ríos. La ripa es una ribera natural y, por lo tanto, un elemento importante para el paisaje acuático e hidráulico, ya que es el hábitat de especies de aves y anfibios que anidan allí.



Figura 27 – Ripa Naviglio, Pavia – Fuente : Silvia La Placa, Pavia University

CAMINO DE SIRGA

Descripción general:

Es la vía que corre a lo largo de la orilla de un río o canal. El remolque de barcos se lleva a cabo mediante medios mecánicos desde el camino de sirga. En otro tiempo, el remolque se realizaba con brazos o con animales de tiro, y por esta razón, el término camino de sirga también indica la cuerda de remolque.



Figura 28 – Camino de Sirga, Pavia – Fuente : Silvia La Placa, Pavia University

24

CABINA DE CONTROL

Descripción general:

Los edificios de servicio son cabinas de control, como se muestra en la foto, o viviendas para herramientas utilizadas en la gestión de canales de agua. Un ejemplo son las cabinas de control en el Naviglio Pavese. Estas “casas” contienen palancas y botones utilizados para controlar mecánicamente los movimientos de las compuertas, y verificar que los estanques se llenen o vacíen de agua según sea necesario.



Figura 29 – Cabina de control del Naviglio, Borgarello(PV)
Fuente : Silvia La Placa, Pavia University

25

TANQUES DE RIEGO

Descripción general:

Los tanques de riego son construcciones, generalmente hechas de concreto, utilizadas para gestionar el agua de riego de los campos cultivados. Estas cisternas están conectadas a los canales de riego a través de pequeños sistemas de compuertas móviles. Los tanques recolectan el agua excedente de un canal y la redistribuyen a otros canales secundarios, permitiendo el riego incluso en momentos en que los canales secundarios están más secos.



Figura 30 – Tanques de riego – Copyright free

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 first row between the second and third columns.

II - Módulo 6
Mapeo de
información de
campo

II - 6.1 Open source apps to work with spatial data:

A lo largo de las últimas décadas el florecimiento de todo tipo de iniciativas en el marco del Free and open-source software (FOSS) ha sido espectacular, debido en parte al movimiento que defiende los paradigmas de la Free Software Foundation que propugna las cuatro libertades propuestas por Stallman, (1989) que ha de cumplir el software libre (usar, estudiar, distribuir y mejorar), cuyo mayor exponente es el sistema operativo GNU/Linux. Si tenemos presente que el punto de partida era la omnipresencia de software comercial en el sector geoespacial, es de recibo pensar que las aportaciones de la comunidad científica en forma de programas de todo tipo, algoritmos y librerías liberadas bajo alguna de las muchas licencias de código abierto se decanten por crear una alternativa libre y sostenible en el mundo de los SIG. Prueba de ello y con el fin de dar apoyo financiero, organizativo y legal a la comunidad geoespacial de código abierto se creó la Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) , una organización sin ánimo de lucro cuya misión es fomentar la adopción global de tecnología geoespacial abierta de forma participativa e impulsado por la sociedad de la información.

Intentar citar todos los proyectos libres y de código abierto sería una labor ímproba por lo que nos limitaremos a citar aquellos que mayor repercusión han tenido, clasificándolos en las siguientes categorías:

Geospatial libraries:

Las librerías son algoritmos que son utilizados por todos los programas para desarrollar desde las tareas más sencillas a las más complicadas. Aparecen integradas tanto en los programas de GIS libres como en los comerciales. Algunas de las librerías libres de GIS más utilizadas son:

- PROJ: Es una Application Programming Interface (API) para la conversión de coordenadas y la reproyección a las muchas proyecciones cartográficas existentes. También

permite transformar coordenadas entre diferentes datum. Se trata de una librería madura, estable y utilizada en muchos programas libres y comerciales.

- **Geotools:** Es una librería programada en Java que proporciona utilidades para el manejo de datos geoespaciales, soportando todas las especificaciones del Open Geospatial Consortium (OGC). Es capaz de renderizar multitud de formatos espaciales.

- **GDAL/OGR:GeospatialDataAbstractionLibrary (GDAL)** es una biblioteca de software para la lectura y escritura de formatos de datos geoespaciales. Presenta un único modelo abstracto de datos que permite comunicarse con todos los formatos soportados (163 raster y 69 vectoriales). También viene con una variedad de utilidades en línea de comando para la traducción y el proceso de datos geoespaciales.

- **GEOS:** Es una librería programada en C++, uno de los lenguajes más eficientes, y muy utilizada en numerosos proyectos libres y comerciales para el geoprocesamiento de geometría. Originalmente es una librería portada de Java Topology Suite (JTS), creado por Vivid Solutions para su programa JUMP. Incluye las OpenGIS simple features for SQL (SFA). Define las funciones de predicado espacial (Figura 2) para SQL (Standard Query Language) y operadores espaciales (Figura 1), así como funciones de topología específicas mejoradas JTS. En definitiva, nos permite conocer en forma de valores booleanos (verdadero o falso) cuál es el resultado de operar con dos conjuntos espaciales y aplicarle un operador (se cruzan, se tocan, se intersectan, etc.). También nos permite obtener el resultado de aplicar la operación de superposición en dos conjuntos geométricos (unión, intersección, etc.).

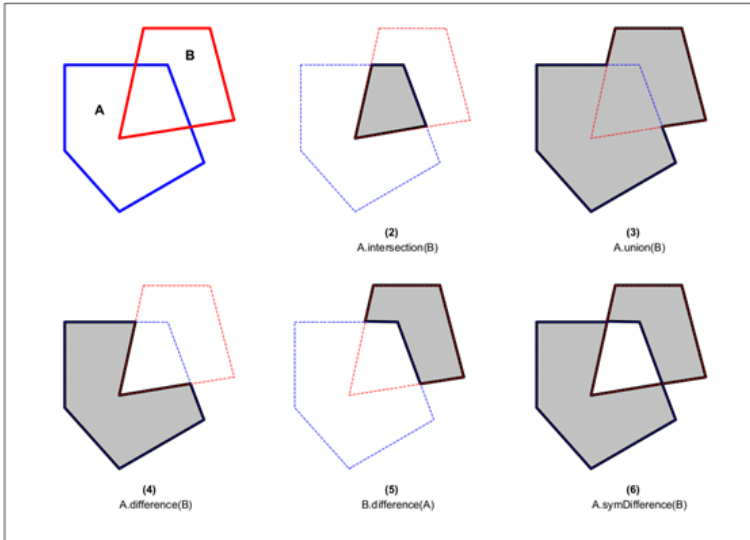


Figura 1 – Método de análisis espacial – Fuente : internet

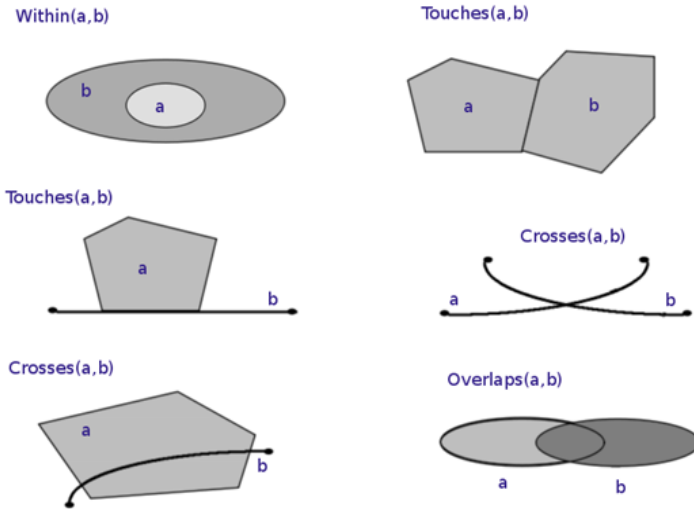


Figura 2 – Predicados espaciales– Fuente : internet

- Sextante : Se trata de un conjunto de hasta 240 algoritmos que se implementó originalmente en el software SAGA GIS (Olaya, 2009). Es un proyecto personal de su creador Victor Olaya, sin lugar a duda una de las mentes más clarividentes del panorama de los SIG. Su aportación a los SIG ha sido trascendental al dotar a los incipientes programas de SIG libre de un conjunto de funciones notables que hacen atractivo su uso en un ambiente profesional. Estas librerías han sido portadas a otros lenguajes, permitiendo utilizarse en otros programas (Qgis, OpenJUMP y GvSIG)

Desktop apps:

Los programas de SIG de escritorio son los más utilizados. Son herramientas que requieren cierto nivel de especialización. Las más utilizadas son:

- GRASS : Si atendemos al dato cronológico, en 1982 el Laboratorio de Investigación de Ingeniería de Construcción del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. (EE. UU./ CERL) comenzó a explorar el uso de SIG para la investigación ambiental, el monitoreo y la gestión de tierras militares (Neteler, M. & Mitasova, 2008). Dado que ningún otro paquete de software disponible en ese entonces cumplía con todos sus requisitos, ellos diseñaron y desarrollaron el suyo propio. Poco a poco se fue gestando el software GRASS que fue introduciéndose por varias universidades, pero no fue hasta octubre de 1999 cuando GRASS, en su versión 5, fue liberado con la licencia GNU General Public License (GPL). Los programas de SIG de la anterior centuria, en consonancia con los avances informáticos de la época, se caracterizaban por usarse en una terminal escribiendo largos comandos difíciles de recordar, y con unas interfaces gráficas muy pobres. GRASS se ha caracterizado por ser un software muy potente, y seguro, pero con una querencia por interfaces poco intuitivas, que nada tenían que envidiar a los amigables entornos gráficos de otros programas, aunque su funcionalidad fuese menor, por lo que su uso ha sido cada vez más residual. Para Neteler y Mitasova (2008) conseguir que el desarrollo de las herramientas de otros programas de GIS sean má eficientes, GRASS provee un conjunto de

librerías dispuestas en forma de documentadas application programming interface (API), utilizadas sobre todo por Qgis.

- System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA GIS) : Es un software muy eficiente para la implementación fácil y efectiva de algoritmos espaciales. Programado en el lenguaje C++ la ejecución de sus algoritmos se caracterizan por su rapidez, haciendo que sea muy popular en ambientes científicos. Su punto flaco, al igual que GRASS GIS, es que no dispone de un interfaz muy intuitivo para neófitos.

- OpenJUMP : Es un programa muy sencillo de utilizar, cuya mayor virtud es la extensión de su funcionalidad mediante plugins externos. Originalmente deriva de otro software JUMP, desarrollado por la empresa Vivid Solutions. JUMP se diseñó principalmente para implementar los algoritmos de geoprocetamiento espacial de la librería JTS anteriormente citada.

- gvSIG : Se trata de otro programa SIG programado en el lenguaje JAVA, con un interfaz que en origen imitaba el modus operandis de ArcView GIS, un programa propietario de la empresa ESRI muy popular en la primera década de este siglo. A gvSIG, que apareció el 2004, hay que atribuirle el mérito de ser el primer SIG de escritorio de amplio espectro, libre funcional y amigable. La incorporación de avanzadas extensiones (Anguix et al, 2008) como topología, redes, 3D, teledetección, publicación OGC, etc. le proporcionó mucha popularidad, hasta el punto de convertirse en uno de los programas más utilizados, sobre todo en países de habla hispana. Más adelante, la incorporación de los algoritmos de Sextante dotó a este programa de nuevas capacidades de análisis en raster y vectorial. Sin embargo, los problemas de incompatibilidad de las extensiones entre versiones, su política de financiación (apoyo inicial de administraciones públicas que se retiraron con los primeros atisbos de crisis económica) han abocado a que sus usuarios migren a otras soluciones libres más prometedoras. Desde 2010 es mantenido por la Asociación GvSIG. Es de destacar que del código original se han creado varios fork (ramas procedentes del proyecto original)

- Cloud Compare : Se trata de un software especializado

en el procesamiento de datos LIDAR y de otras fuentes de fotogrametría (scanner 3D). Es multiplataforma y es capaz de mover una cantidad ingente de datos de forma rápida y eficiente.

- QGIS Desktop : Dado que éste es el programa seleccionado para la fase de introducción de datos será comentado en otro apartado

Web mapping:

Con el advenimiento del web mapping, la información geográfica puede ser compartida, visualizada y editada con navegadores web (Dorman, 2020). Sin duda alguna los Web mapping o webgis han sido uno de los sectores donde los proyectos de código abierto más se han focalizado. En la actualidad existe software muy profesional y maduro en cada una de las distintas tecnologías existentes:

Tecnologías de servidor: Para Mitchell (2005) un servidor de web mapping es el motor que está detrás de los mapas que ves en una página web. Su objetivo es proporcionar servicios que son consumidos por otros programas de SIG o navegadores web. Generalmente están conectados con base de datos espaciales a las que se les aplica estilos de simbolización para crear mapas en formato de imágenes generados bajo petición, utilizando una determinada sintaxis en su dirección web.

- UMN Mapserver : Mapserver es el más veterano de los programas de webgis y cuenta una gran comunidad de usuarios. Fue desarrollado en 1999 por Steve Lime en la Universidad de Minnesota, y se trata de una aplicación Common Gateway Interface (CGI) que funciona junto a un servidor web, generalmente Apache. En origen estaba diseñado para generar imágenes de mapa a partir de ficheros shapefiles, pero a lo largo de su dilatada carrera ha evolucionado hasta incluir multitud de formatos GIS al incorporar la librería GDAL, soporte de estándares del OGC para generar servicios de mapa (WMS, WFS, etc) y simbolización avanzada. Mapserver centra toda su atención en la figura del "mapfile" que es un fichero de texto en el que

se definen los datos, proyecciones, fuentes para etiquetado, simbología, salida gráfica y todo lo relacionado con la publicación.

- **GeoServer** : Es otro de los servidores de datos espaciales desarrollado en Java. Desde su origen ha tenido muy presente la implementación de casi todos los estándares del OGC para publicación (WMS, WFS, WCS, WPS, WMTS, etc.). Tiene una interfaz gráfica muy intuitiva que permite crear servicios de mapa siguiendo unos sencillos asistentes.
- **TileServer GL** : Este servicio es el último en llegar y tiene un enfoque completamente nuevo. Utiliza el nuevo estándar de internet WebGL (librería para dibujar y mover gráficos en 3D) habilitado en algunos navegadores para generar teselas vectoriales procedentes de la información geográfica. Las teselas vectoriales fueron la apuesta de Google Maps para su navegador de mapas. Se caracterizan por ocupar muy poco espacio que es lo que se busca en un navegador, ofreciendo en la tesela además de la geometría, su estilo y sus atributos alfanuméricos. El servidor se encarga de convertir la tesela en un objeto de tipo geojson (dato espacial de intercambio basado en notación JSON) que puede ser interpretado por el cliente en un navegador

```
{
  "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 punto en formato GeoJSON con atributos y estilo.

Elaboración propia

Web mapping con Javascript map Application Programming Interfaces (API): Estamos muy acostumbrados a visualizar cartografía en la web y en ella desarrollamos acciones como cambio de escala (zoom), desplazamiento (pan), obtener información de un determinado elemento (info), visualizar las capas disponibles, etc. En la evolución de la web, los estándares W3C como HTML5, JavaScript y WebGL juegan un papel destacado (Zunino et al, 2020) promoviendo mapping libraries para facilitar estas interacciones. Todas estas tareas se manejan en el cliente que interpreta el código en lenguaje Javascript que generalmente realiza peticiones a datos externos utilizando Asynchronous JavaScript and XML (AJAX) usando el navegador de un PC, aunque también en dispositivos móviles utilizando la tecnología híbrida de las webapps. Destacamos las siguientes APIs:

- OpenLayers : Se trata de una librería concebida para la gestión espacial, muy completa y que abarca todos los procesos necesarios para la publicación de información geográfica. Durante mucho tiempo ha sido la API de referencia para la publicación de webgis. Su enfoque es puramente geográfico.
- LeafletJS : Es un proyecto más moderno, que no hereda todas las funcionalidades de OpenLayers. Su tamaño es muy pequeño por lo que su carga en un navegador es muy rápida. Destaca su rapidez a la hora de manejar geometrías y la claridad de la arquitectura de su API, adecuada para programadores sin muchos conocimientos de SIG.
- Mapbox GL JS: Esta librería permite interactuar con las teselas vectoriales citadas anteriormente. Permite su navegación en un ambiente 3D, con posibilidad de escalado infinito, extrusionar objetos y visualizarlos desde cualquier óptica de cámara, aplicando además efectos de luces y sombras. También puede acceder de forma nativa al dato alfanumérico en tiempo real por lo que resulta muy interesante para generar cartografía temática de forma interactiva. Esta

librería tiene un enfoque completamente nuevo. De las tres citadas, ésta es la que ofrece mejor rendimiento (Zunino et al, 2020). Está desarrollado por la empresa Mapbox que ha licenciado su última versión (v2) en una licencia no libre, sin embargo, rápidamente se ha creado un clon (“fork”) de la última versión libre, ahora llamada “MapLibre GL”

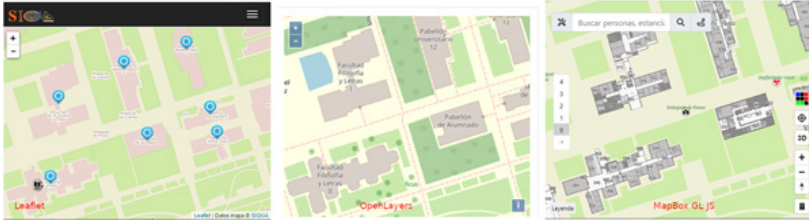


Figura 4: Comparación de Javascript Maps APIs. Elaboración propia.

GIS Cloud:

Los GIS Cloud han venido a cubrir la demanda de empresas y usuarios que no quieren preocuparse por el mantenimiento de todos los ingredientes necesarios para la publicación de webgis, tanto desde el punto de vista del servidor (servidor web, servidor de mapas, base de datos), como del cliente, proporcionando unas herramientas web para que el usuario suba de forma fácil sus datos, y diseñe la simbolización de los elementos geográficos. Entre ellas destacan las siguientes:

- GeoNode : Es un content management system (CMS) para publicar información geoespacial y publicarla en la web bajo el paraguas de estándares OGC. Técnicamente hablando no es un software sino un conjunto de herramientas libres, muchos de ellos ya citados. Entre los componentes destaca PostgreSQL/PostGIS para almacenar información geoespacial, Geoserver para publicar en forma de servicios OGC y Leaflet como librería para utilizar como cliente en el navegador.
- Qgis Cloud : Se trata de un complemento para el

SIG de escritorio QGis que permite generar servicios OGC y almacenar datos en un PostGIS en la nube. Lo interesante es que la simbología se puede realizar desde Qgis, lo que facilita la tarea.

- **Carto** : Anteriormente denominada CartoDB, es una plataforma Software como Servicio (SaaS) de computación en nube que proporciona herramientas SIG y de mapeo web para visualizar en un navegador web. La compañía está orientada como plataforma de Inteligencia de Localización dado que dispone de herramientas con capacidad para el análisis y visualización de datos y que no requiere experiencia previa en el desarrollo SIG. También utiliza PostgreSQL/PostGIS y Node.js. Dispone de dos productos para dos perfiles distintos: Carto Builder para usuarios no especializados y Carto Engine para desarrolladores.

Spatial databases:

En las bases de datos asistimos a la tercera generación de sistemas de gestión en los que los datos espaciales son otro tipo de datos más, como puede ser el tipo texto o número (Rios, Lorentzos, Brisaboa, 2005). En los SIG la tendencia actual pasa por el uso cada vez mayor de base de datos espaciales en detrimento de los archivos tradicionales (ej. shapefile). Todas tienen en común el uso del lenguaje SQL para su manejo. Las bases de datos libres más destacadas son:

- **PostGIS** : Se trata de un complemento que permite almacenar geometría vectorial, y en las últimas versiones datos ráster en una base de datos relacional PostgreSQL con una arquitectura cliente-servidor. Además de almacenar la información, Postgis añade multitud de funciones para el geoprocesamiento de los datos espaciales, como cualquier SIG, pero utilizando el lenguaje SQL de las bases de datos, lo que lo ha popularizado su uso entre los usuarios de base de datos que necesitan operar con geometrías. Su rendimiento y posibilidades de personalización lo han convertido en el gestor de base de datos relacional por excelencia para la

investigación y para iniciativas comerciales en forma de servicios (SaaS)

- Spatialite : Al igual que PostGIS, Spatialite es una extensión para dotar de capacidades espaciales (vectorial) a una base de datos SQLite. La base de datos reside en un único fichero, lo que permite su portabilidad, pero obviamente se pierde toda la potencia y capacidad de una base de datos escalable como PostgreSQL. Esta facultad le permite incluirlo en muchas aplicaciones móviles que necesitan utilizar una base de datos embebida.
- Geopackage (GPKG) : Se trata de una base de datos también derivada de SQLite, con la diferencia que permite almacenar también datos raster. Este formato ha tenido el apoyo del OGC, y ha día de hoy se ha convertido en el nuevo estándar de facto en los SIG de escritorio libres para crear capas nuevas.

II - 6.2 Qgis: the open-source GIS.

Qgis, originalmente denominado Quantum GIS fue creado por Gary Sherman en 2002 con el objetivo de disponer de un SIG de escritorio para Linux (Hugentobler, 2008). Está programado en C++ (lenguaje de alto nivel y rendimiento), que utiliza la librería Qt (la misma que Google Earth Pro) para desplegar el interfaz gráfico (Khan y Mohiuddin, 2018)). Su primera versión ofrecía apenas un visor para ver tablas de PostGIS y archivos en formato shapefile, con funcionalidades muy limitadas.

En la actualidad Qgis es un ecosistema de productos con diversos fines: Qgis Desktop como SIG de escritorio y el más utilizado, Qgis Server como servicio de mapas web, Qgis client para visualizar cartografía en un navegador y QField (Figura 15) para la captura de datos en dispositivos móviles. Qgis es por tanto un SIG de escritorio 100% libre, que al igual sus homónimos permiten añadir información geográfica procedente de multitud de proveedores y formatos, tanto locales como online, y está estrechamente ligado a consumir servicios interoperables del OGC. Uno de los aspectos más

destacados del programa es la capacidad de aplicar una simbología de calidad, junto con un excelente editor de composiciones para la impresión o publicación de mapas (Graser y Peterson, 2016).

Multiplataforma: Desde el punto de vista estratégico, casi todos los programas SIG estaban (y están) muy orientados a utilizarse casi con exclusividad en Windows, no obstante, como Qgis utiliza librerías estándares disponibles en otros sistemas operativos ha permitido la portabilidad de Qgis a Windows, iOS de Apple, además de Linux, e incluso Android, lo que le confiere una ventaja adicional al incrementar el número de usuarios de SIG en plataformas donde no existía un nicho de mercado.

Como ya se ha indicado, en la primera década de este siglo hemos visto la proliferación de los SIG de escritorio basados en Java (gvSIG, KOSMO, uDIG). A pesar de su indudable funcionalidad, la instalación de estos programas, que dependen de un compilador de Java y (JRE) y librerías adicionales para el manejo de imágenes, supone una dificultad añadida para algunos usuarios menos experimentados, además de indefensión ante algunos errores de difícil resolución. En este sentido Qgis es mucho más amigable e intuitivo, aunque no exento de dificultad, como es la tónica habitual en los programas de SIG.

A nadie le pasa desapercibido la comparación de Qgis con otras soluciones comerciales , pero a nuestro juicio esta competencia, lejos de ser un impedimento, beneficia enormemente al sector y sobre todo al usuario final. Además, supone un reto para los programadores, que en cada nueva versión añaden más funcionalidades, mejoran las ya existentes, y facilitan las tareas con interfaces ricos y amigables.

La concepción de Qgis como un proyecto de código abierto puro con licencia GPL ha permitido, por una parte, tener una masa de usuarios atraídos muchas veces por el coste “cero” del software, y por otra, un apoyo de la comunidad de desarrolladores, interesados en que sus desarrollos formen

parte del núcleo de Qgis. La propia filosofía del software de código abierto permite a los desarrolladores compartir su código con otros para extender o mejorar su funcionalidad. De esta forma, algunas instituciones han preferido desarrollar complementos en Qgis para incorporar sus propias tareas en un ambiente SIG, y ser al mismo tiempo el escaparate de sus innovaciones tecnológicas. La prueba irrefutable del éxito de esta política se plasma en la liberación de nuevas versiones del producto cada seis meses aproximadamente, lanzando hasta tres productos relacionados: una versión Long Time Release (LTR) enfocada en asegurar la estabilidad del sistema, una versión avanzada que incluye nuevas funcionalidades, y otra experimental para aquellos que deseen probar nuevas experiencias a costa de mayor inestabilidad. En este sentido, los aspectos más destacados de Qgis son:

Customization and programming (add-ons):

Qgis siempre ha tenido en mente la capacidad de extender su funcionalidad con las aportaciones de programadores externos, y de hecho gran parte de la gran aceptación de este software ha sido la calidad y cantidad de las nuevas funcionalidades que se incorporan en cada nueva versión. Para facilitar esta labor Qgis dispone de una librería denominada PyQgis (Sherman, 2014), que es capaz de llamar a todos los objetos, métodos y propiedades de Qgis (proyecto, vista, capas, tablas, composiciones, etc). Al estar programada en el lenguaje interpretado Python, y no tener restricciones de uso, han sido muchos los programadores que han apostado por él para desarrollar sus aplicaciones, que se benefician de todo el poder de la aplicación Qgis. Con él se pueden crear las siguientes utilidades:

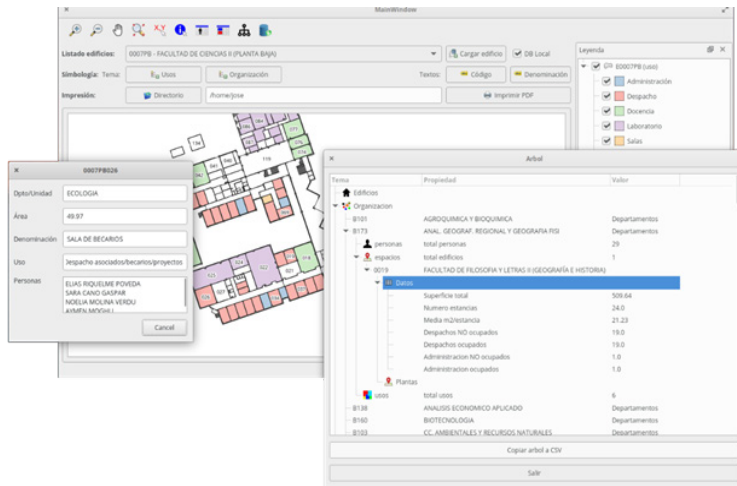


Figura 5: Standalone application for Campus management (SIGUA).
Elaboración propia.

- Aplicaciones Standalone. Se trata de aplicaciones independientes que utilizan el núcleo de Qgis. Utiliza PyQt para generar interfaces gráficas, y tienen la ventaja de que se pueden generar aplicaciones autónomas específicas para personal que habitualmente no trabaja con Qgis.
- Scripts de PyQgis: Son sencillos ficheros que se utilizan dentro de Qgis para automatizar tareas o resolver tareas cotidianas.
- Complementos de Qgis: La arquitectura de complementos permite extender la funcionalidad del programa en forma de pequeñas, y no tan pequeñas, aplicaciones que resuelven diferentes temáticas. Estas aplicaciones son relativamente fáciles de crear y han convertido a Qgis en el software de SIG con mayor número de complementos. Actualmente hay 1041 complementos en la rama estable. Hay que pensar que Qgis ofrece todos los ingredientes necesarios para que los desarrolladores pongan en valor sus conocimientos. Muchas instituciones han elegido Qgis como plataforma donde ofertar sus servicios en forma de complementos. De esta forma se garantiza que sean usados al ser una plataforma libre, y susceptible de ser mejorada constantemente al estar disponible el código fuente.

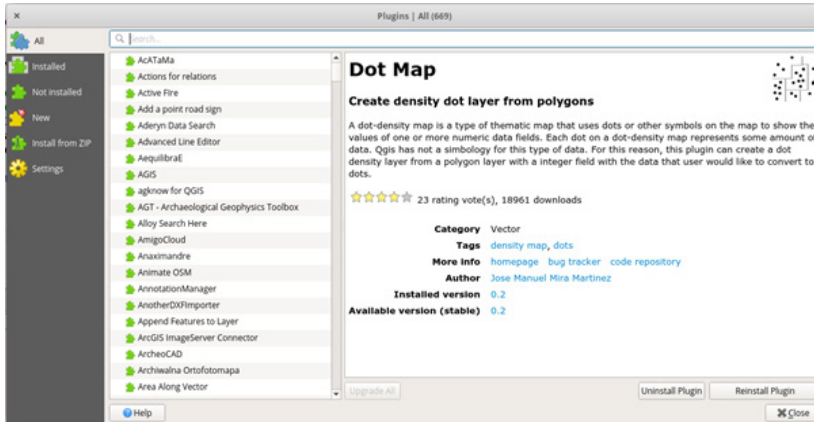


Figura 6: Plugin installer. Elaboración propia

Frameworks integration:

QGIS incorpora un entorno de integración que permite albergar algoritmos nativos y librerías de terceros, extendiendo el abanico de herramientas de análisis espacial. Esto permite integrar en Qgis funciones de geoprocresamiento que están disponibles en otros programas de SIG. En definitiva, todos aquellos programas que incorporan un puente para trabajar con Python pueden ser llamados también desde Qgis. Esto ha permitido integrar programas de la calidad de:

- Los ya citados: GRASS, GDAL/OGR, Sextante y SAGA GIS.
- LasTools: Conjunto de herramientas para trabajar con datos LIDAR.
- Terrain Analysis Using Digital Elevation Models (TaudDEM) : conjunto de herramientas de modelos digitales de elevaciones (DEM) para la extracción y análisis de información hidrológica de la topografía representada por un DEM.
- Cran-R : la librería de estadística libre más utilizada en ambientes científicos.
- Orfeo Toolbox (OTB) : es una librería de última generación para operar con la teledetección. Puede procesar imágenes ópticas, multiespectrales y de radar de alta resolución a una

escala de terabytes. Dispone de una amplia variedad de aplicaciones: orto-rectificación o afilado, hasta clasificación, procesamiento de SAR y mucho más.

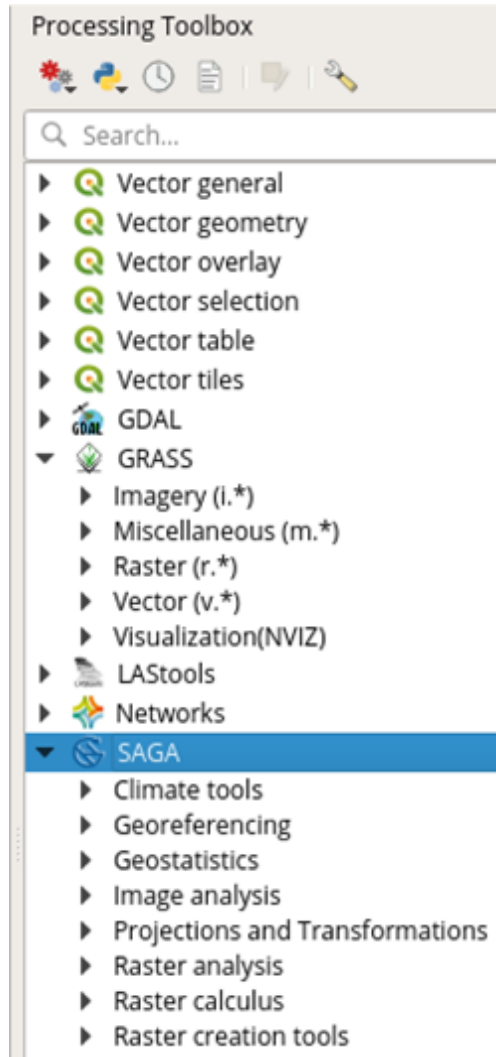


Figura 7: Qgis Framework integration. Elaboración propia

II - 6.3 Elements in a geodatabase for H2O maps

Como ya se ha indicado, en un proyecto se pueden añadir capas de información, y entre los variados proveedores de datos, Qgis tiene una estrecha relación con la base de datos espacial PostgreSQL/PostGIS, que de hecho fue el origen de este programa.

PostgreSQL/PostGIS es una base de datos relacional y que está basada en una arquitectura cliente-servidor, es decir, que está alojada en un servidor y que su acceso es desde un programa cliente (navegador web, Qgis, etc) utilizando una conexión de Internet apuntando al nombre de la base de datos, la dirección IP o nombre de dominio, un usuario y contraseña con permiso para acceder a la base de datos. Esta estructura resulta muy interesante para un proyecto SIG con acceso concurrente desde varios puestos en un ambiente multidisciplinar, puesto que permite deslocalizar el equipo con el software de los datos, de forma que simplemente abriendo el proyecto se tiene acceso a los datos remotos.

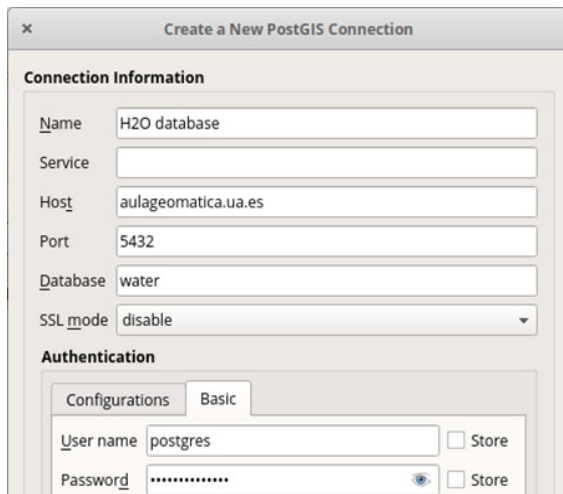


Figura 8: Diálogo en Qgis para la conexión a la base de datos.

Elaboración propia

Como todas las bases de datos relacionales, las tablas se conectan entre sí a través de columnas comunes en las tablas, conformando un modelo conocido como diagrama

Entidad-Relación (ver figura 9). Esto evita la redundancia de datos y garantiza la integridad de la información.

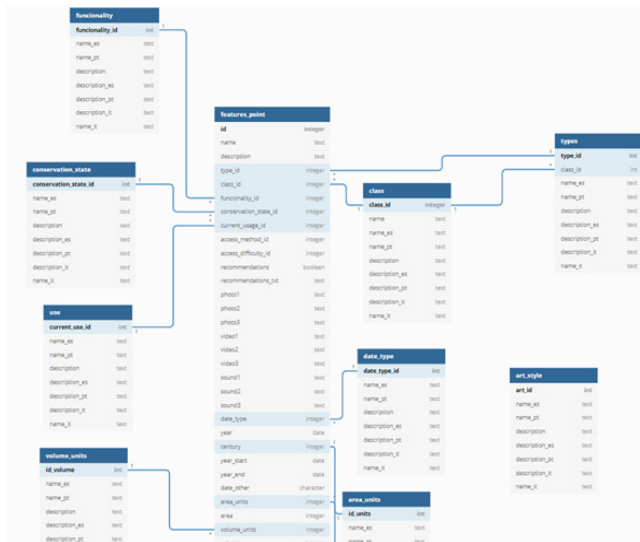


Figura 9: Modelo Entidad-Relación del esquema "public" de la base de datos H2O. Elaboración propia

La ventaja de las bases de datos relacionales es que para manejarlas sólo se necesita conocer el lenguaje en que están basadas todas ellas, se trata del Structured Query Language (Beaulieu, 2009), conocido por su acrónimo SQL, desarrollado originalmente por IBM y desde 1986 es un estándar ISO para manejo de álgebra de conjuntos, y manipulación de datos. En definitiva, permite definir frases o sentencias para gestionar una base de datos: crear tablas (CREATE), insertar (INSERT) y borrar (DELETE) filas de una tabla, y la más utilizada, la consulta (SELECT) de datos con requerimientos lógicos. Algunas bases de datos como PostgreSQL, Oracle o MSSQL han incorporado en forma de extensiones (PostGIS en PostgreSQL) las especificaciones SFA del OGC que dotan a la base de datos de funcionalidad GIS (MARTINEZ, 2020), utilizando el propio lenguaje SQL. Postgis permite a Postgresql

utilizar un nuevo tipo de dato (geometry) para almacenar la geometría en una tabla como una columna más, y funciones para su manipulación y análisis.

En el contexto de las tablas relacionales no geográficas, para poder obtener información de dos tablas relacionales se debe recurrir a establecer la relación entre tablas (join), mientras que si las tablas son geográficas disponemos de la ventaja de que las consultas pueden realizarse en base a operadores espaciales básicos de superposición o proximidad. Por ejemplo, se pueden listar vértices geodésicos (geotabla de puntos) que pertenecen a un determinado municipio (geotabla de polígonos). De esta forma cuando se digitaliza en un SIG o se insertan registros espaciales con SQL no es necesario añadir información sobre el contexto de la unidad administrativa o la cuenca hidrográfica a la que pertenece, puesto que esta siempre se puede obtener por operaciones de superposición.

Para consultar la geometría podemos utilizar un cliente como un GIS de escritorio para visualizar gráficamente en forma de mapa, bien el dato en crudo (consulta a una tabla), o de forma combinada con una consulta relacional a varias tablas o una vista. En cualquiera de los casos siempre es código SQL lo que está operando, incluso dentro de un GIS, aunque no sea visible. Esta circunstancia ha acercado al especialista en base de datos al mundo de los GIS y viceversa.

En la actualidad son muchas las instituciones que utilizan PostgreSQL/PostGIS como repositorio de datos, y también hay un sector de negocio basado en el alquiler y servicios de esta base de datos, utilizando servicios SaaS para lanzar aplicaciones GIS-Cloud.

El escaso interés entre algunos geógrafos por la programación en SQL, a pesar de ser considerado el cuarto lenguaje recomendado para las ciencias de datos, ha derivado en la consideración de una base de datos espacial como un repositorio de datos donde almacenar todo tipo de datos, tanto espaciales vectoriales como raster, donde lo menos importante es la relación entre tablas, y el análisis estadístico que permite el propio lenguaje SQL, por lo que se pierde bastante funcionalidad. Esto explica el por qué muchos usuarios prefieren usar en sus programas de SIG base de

datos espaciales compiladas en un sólo fichero alojado localmente, siendo más fáciles de manejar al carecer de permisos, autorizaciones, etc. Por esta razón han sido tan populares las bases de datos de tipo fichero como las MDB de Access utilizadas en ArcGIS, o recientemente los ficheros GeoPackage (GPKG) adoptados en Qgis como el estándar, en detrimento del obsoleto formato shapefile.

Para el proyecto H2O Maps se ha creado una base de datos PostgreSQL/PostGIS que incluye los siguientes repositorios de datos, o schemas (Figura 10) en la terminología de base de datos:

- public: Este conjunto de datos está formado por las geo-tablas con los elementos espaciales que los alumnos deberán de introducir: pozos, fuentes, etc, y todas aquellas tablas con las que se relaciona
- hidro: Conjunto de tablas espaciales relacionadas con la hidrología: límites de cuenca, subcuencas, pantanos, lagos y embalses, ríos y ramblas, etc.

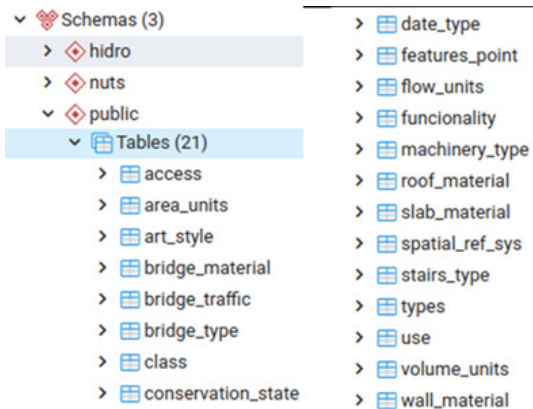


Figura 10: Tablas en esquema público. Elaboración propia

Nomenclatura de las Unidades Territoriales Estadísticas o NUTS

(derivado de las siglas en francés de Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques), es un sistema jerárquico para dividir el territorio económico de la Unión Europea con fines estadísticos, y que dispone en su portal de cartografía actualizada de estos límites administrativos.

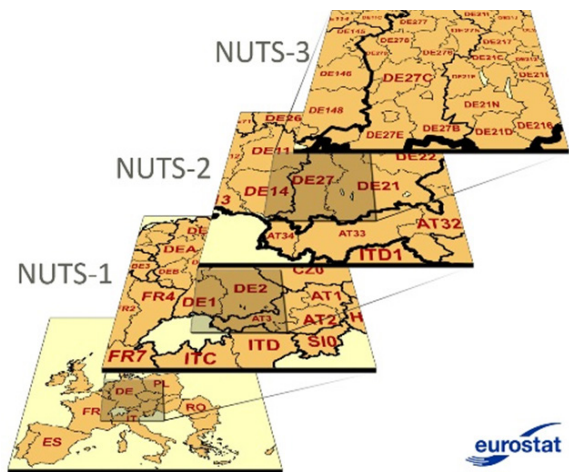


Figura 11: Nuts levels. Fuente: Internet

Además de las tablas se incluyen los siguientes elementos:

Vistas: Se trata de consultas a una o varias tablas que se necesitan con mucha frecuencia, por lo que se les pone un nombre para facilitar su consulta. Se suele utilizar para la elaboración de informes o la publicación en geoportales de Internet con capas específicas Ejemplo: listados de elementos hidrológicos de un municipio, o de un autor, o próximo a un río, etc.

Programación de funciones: Las funciones son pequeñas utilidades programadas para obtener determinada funcionalidad. De hecho, las extensiones de base de datos como es PostGIS están formadas por muchas funciones (cerca de 700) que van desde las más básicas, como calcular el área o perímetro de un polígono, a las más complejas (Voronoi, interpolaciones, clústering, etc). Hemos querido aprovechar la capacidad de PostgreSQL de definir funciones para crear aquellas que pueden ser de interés para nuestro proyecto. Por ejemplo, la función "river_distance" obtiene el nombre y la distancia del río más próximo a un punto dado (un pozo, noria, etc.). También se puede utilizar las funciones como controles de la calidad en la digitalización. Por ejemplo, para

insertar elementos puntuales que superpongan con límites administrativos, o áreas de influencia.

Por último, en una base de datos se accede de forma concurrente varios usuarios, por lo que es necesaria una gestión de estos, y es práctica habitual asignar los usuarios a grupos, y que éstos tengan una serie de privilegios y limitaciones, diferentes para cada uno de los perfiles: administrador, profesorado, alumnos y visitantes.

II - 6.4 H2O maps in Qgis

Qgis, al igual que otros programas similares se basa en la figura de el "proyecto", que en definitiva es un fichero donde se da sentido a la capacidad del especialista para procesar la información espacial. El proyecto define:

- las capas de información tanto espaciales como alfanuméricas (tablas) que se utilizan.
- enlace a proveedores de datos en línea: base de datos espaciales ubicados en un servidor, servicios OGC, etc.
- simbolización de las capas con su semiología cartográfica adaptada a las escalas de trabajo.
- composiciones de mapa para la impresión

Obviamente todos los proyectos comparten la capacidad de los SIG de consultar la información, relacionarlas con otros datos (join), procesarla con algoritmos espaciales para una capa (ej. buffer), o para conjuntos, y extender la funcionalidad utilizando scripts o complementos.

En el contexto del proyecto H2O Map se está trabajando en un proyecto piloto de Qgis capaz de satisfacer las tareas que han de desempeñar los principales usuarios del proyecto. Este proyecto podrá abrirse desde cualquier ordenador que tenga una versión actualizada (actualmente es la 3.16 LTR) y una conexión a Internet), y consta de las siguientes características:

- Enlace a todos los recursos de datos espaciales online, de forma que el usuario no tiene que preocuparse por definir los enlaces a las fuentes de datos online. La estructura de temas (capas) son:
 - o Capas vectoriales editables (procedentes de la base de datos) con los elementos que se van a digitalizar.

- o Capas vectoriales no editables de apoyo (procedentes de la base de datos): división administrativa (terminos municipales) e hidrográfica (cuencas y subcuencas).
- o Capas ráster procedentes de servicios OGC de las SDI preparadas para visualizarse de forma desconectada de Internet.
- Simbolización de las capas vectoriales, y de forma muy especial la de elementos puntuales hidrográficos, con su semiología en función de la escala y etiquetado
- Plantillas de composiciones de mapa preparadas para impresión directa o bien generación de ficheros de mapa en PDF o en formato imagen. Pueden ser útiles para definir las zonas de trabajo, imprimir zonas de detalle para cada grupo de trabajo, etc.
- Formularios específicos aplicados a las capas editables para la facilitar la introducción de datos de manera asistida en la digitalización.
- Configuración del proyecto para permitir su portabilidad a la aplicación de recolección de datos en campo.
- Preparado para la internacionalización del proyecto, con interfaces traducidas al inglés, portugués, italiano y español.

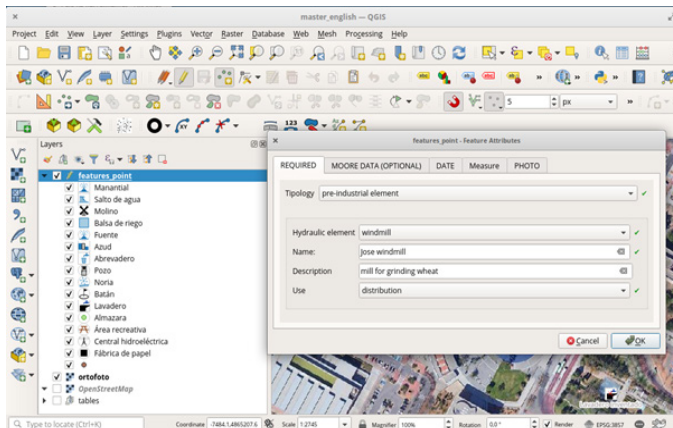


Figura 12. Proyecto preparado para digitalización con formulario y ortofotografía aérea de fondo. Elaboración propia

II - 6.5 Data capture in field mapping

La irrupción de los smartphones y tabletas cada vez más

potentes, dotados de receptores de posicionamiento satelital mixto (GPS, Glonass) ha permitido al usuario no especializado recolectar información espacial a un bajo coste. Para utilizarlas es preciso instalar un software (APP) que permita capturar el dato espacial, es decir, realizar una digitalización en tiempo real, y cumplimentar la información que sea necesaria. Las aplicaciones se pueden clasificar en:

a) Aplicaciones genéricas: Existen muchas aplicaciones para la captura de datos, sin embargo, la gran mayoría están enfocadas a un uso esporádico y personal, donde sólo es necesario capturar la información espacial y asociarla a un nombre para luego visualizarla en el PC o subirla a wikis específicas (Ej. Wikilocs, OpenStreetMap). No están relacionadas con ningún programa de SIG, aunque trabaje con formatos que si son admitidos por éstos. En este sentido, el OGC ha promovido estándares internacionales para trabajar con los datos recopilados en campo. Se trata del formato de intercambio GPX, (GPS eXchange Format), y el KML/KMZ, más conocido por ser utilizado en Google Earth y Maps. Dentro de esta categoría destacaría la excelente aplicación OruxMaps enfocada a la captura de waypoints (puntos con información), tracks (grabación de un recorrido), routes (conjunto de waypoints y track para seguimiento de una ruta). Este programa permite que, antes de salir y contando con una conexión a Internet, generar una base de datos con imágenes raster procedentes de varios recursos WMS, y que posteriormente en el campo se visualizan de forma desconectada (offline), facilitando la interpretación del terreno. Otra aplicación interesante es CartoDruid , enfocado en la captura de datos offline, y muy relacionado con la integración posterior en un SIG genérico.

b) Apps connected to a GIS: Por otra parte, nos encontramos con aplicaciones móviles para la captura de datos asociadas a un programa de SIG. Son las que más nos interesan puesto que se pretende integrar el trabajo de campo con el proyecto SIG, y éste a su vez ejerce de intermediario con la base de datos. Se trata de herramientas enfocadas a maximizar la recolección de datos y pensadas para trabajar en equipo. Su fin es la integración sin traumas de los datos recolectados con el proyecto SIG de la aplicación

matriz. Entre estas aplicaciones destacaría Collector Classic para ArcGIS, gvSIG mobile para gvSig, Input o QField para Qgis.

Field mapping planning

Realizar una buena planificación es la mejor garantía para que el trabajo de campo o mapeo sea satisfactorio. Además, en un entorno de trabajo donde intervienen muchas personas es necesario para evitar solapamientos espaciales o duplicidad de elementos digitalizados. Movilizar a un grupo de personas tampoco es una tarea baladí. Para ello es necesario disponer con antelación la cartografía más actualizada posible de la zona de estudio, tanto en mapa como en ortofotografía aérea.

El promotor del proyecto de mapeo deberá de atender las siguientes tareas:

- Conocer con antelación el equipo de personas que participarán
- Indicar el día y la hora en que se realizará
- Planificar el número de sesiones necesarias, incluyendo las de formación y las de puesta en común de los datos recopilados
- Formar al personal en los asuntos relacionados con la captura, instalación de programas, funcionamiento, descarga y transferencia de datos, etc.
- Asesorar sobre el tipo de terreno que tendrán, así como la vestimenta, calzado o dotación de comida y agua en función de la duración de la sesión.
- Determinar claramente los objetivos, definiendo claramente los elementos que se han de digitalizar, la naturaleza espacial del mismo (puntos, líneas o polígonos), y los atributos que se han de recolectar de cada elemento.

Desde el punto de vista de la planificación espacial se tendrá en cuenta:

- Zonificación de la zona de estudio en función del equipo que intervendrá, así como de la planificación de las jornadas.
- Asignación de personal a cada zona, así como los roles que han de desempeñar.

- Preparación del equipo informático necesario, principalmente el smartphone o tableta, y los accesorios relacionados para garantizar cubrir la sesión de trabajo: cableado para carga y transferencia de datos, powerbank portátil para carga de baterías.
 - Impresión de mapas en papel con la zona asignada para cada una de las zonas o grupos.
 - Disponer de una zona de trabajo de gabinete dotada con ordenadores, o portátiles personales con el software necesario.
 - Disponer de Internet en la zona de reunión para la instalación o descarga de datos o programas necesarios.
 - Opcionalmente regla para cálculo de distancias, calculadora, lápiz/bolígrafo, libreta, brújula, etc.
- En este sentido conviene aprender de la experiencia de eventos sociales como las “mapping party” asociadas a OpenStreetMap capaces de trabajar en equipos multidisciplinares utilizando diferentes técnicas: procesado de trazas GPS, scanner de mapas en papel con códigos QR creados con la aplicación Walking papers (Prieto Cerdá et al 2014), digitalización directa de imágenes satelitales con licencia para OpenStreetMap, etc.

II - 6.6 Project prototype for collaborative mapping of hydraulic heritage

Para elaborar un proyecto basado en la recolección de datos en campo ha sido enriquecedor aprender de la experiencia de iniciativas similares relacionadas con la gestión hidráulica. En este sentido debemos destacar “el estudio de caso de recopilación e intercambio de datos para la gestión del suministro de agua rural en Ruanda”, que reúne unas condiciones similares a las planteadas en el proyecto H2O Map, con equipos de trabajo que recogen información hidráulica en el campo con QField para transferirlo a una base de datos Postgis.

Se ha tenido en cuenta algunos criterios que han condicionado la selección del software QField. La premisa inicial es que este proyecto de captura de datos tenga que ser llevado a cabo por alumnos de secundaria, operando con sus propios medios (smartphones o tabletas), por tanto, el software de

campo debe de reunir unas condiciones específicas que ha continuación listamos:

- **Gratuito:** Actualmente hay multitud de soluciones, pero además queríamos que fuese libre, puesto que así nos permitía modificarlo si fuese el caso, o bien beneficiarnos de las futuras versiones.
- **Intuitiva:** La interfaz de usuario es muy sencilla y permite trabajar al personal con unas mínimas indicaciones. Además, el personal que ha trabajado con SIG tiene que estar familiarizado (sistema basado en capas).
- **Integrada en el proyecto SIG:** En este sentido los desarrolladores de QField han creado un complemento para usarse dentro de Qgis que facilita las operaciones necesarias para la integración de forma satisfactoria del trabajo de campo (Figura 13).
- **Captura desconectada (off-line):** La forma más eficiente para mantener la base de datos espaciales es disponer en QField de una capa conectada mediante internet, de forma que conforme se digitaliza en el campo el dato espacial pasa directamente a la base de datos, sin embargo, en la realidad esto no es la casuística habitual, en el sentido que no siempre se dispone de conexión a Internet en el campo, y además no tiene mucho sentido indicar en el campo todos los atributos que pertenecen a un elemento, y que es resultan más cómodo rellenar en post-proceso en gabinete.

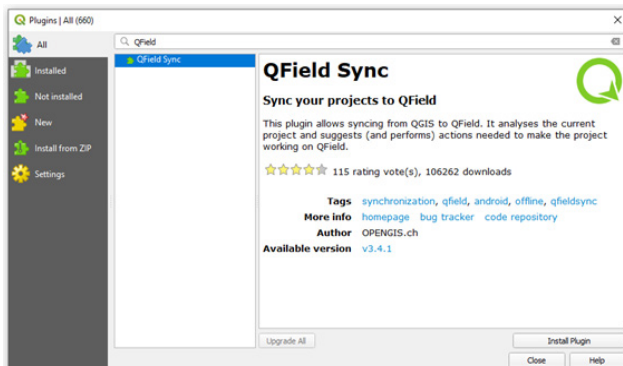


Figura.13: QField plugin. Elaboración propia

QField es una aplicación Android para dispositivos móviles que utilizan las mismas librerías con las que está programado QGIS, y por tanto el modus operandi es el mismo, en el sentido que se abre y se digitaliza sobre la base de un proyecto de QGIS, compartiendo la misma estructura de capas y simbología. Obviamente se reduce la funcionalidad en favor de la operabilidad. De hecho, QField no puede crear proyectos, y sólo puede abrir aquellos que han sido creados con QGIS. Lo único que cambia es la interfaz de usuario (renderizado) que está enfocado en la adaptación a la pantalla y eventos de un dispositivo móvil, quitándole toda la complejidad de una aplicación de escritorio, centrándose en la productividad en la digitalización. En la medida en que el proyecto de QGIS esté optimizado a nivel de simbología en función de escalas, personalización de formularios, etc. mayor será la productividad en la captura de datos con QField. Para realizar la sincronización con QField se utiliza un complemento en QGIS, QField Sync (Figura 16), cuyo fin es satisfacer los procesos de entrada y salida del proyecto SIG:

- Salida: Generar un proyecto de QGIS "portable" adaptado para trabajar en el campo con la aplicación QField.
- Entrada: Incorporar los proyectos generados con QField con los datos digitalizados, y que deberán de incorporarse a la base de datos online.

Field mapping phases

Cada uno de los agentes que intervienen en la gestión espacial desempeñan un rol. Así el especialista de SIG es el encargado de poner a disposición del profesorado el proyecto de QGIS denominado "proyecto master" que incluye los mecanismos para garantizar la trazabilidad de los datos; el profesor asignará los grupos de trabajo y creará un proyecto portable para que puedan trabajar los alumnos, los cuales, de forma individual o en grupo, se encargará de digitalizar en el campo los elementos que integran el patrimonio hidráulico en las zonas asignadas por el profesor. Para facilitar la recolección de datos a los alumnos se ha optado por digitalizar sólo capas puntuales que tienen menos complejidad que las líneas o polígonos, los cuales pueden ser

incorporados a posteriori desde Qgis en el PC con el apoyo de ortoimágenes y/o mapas.

De forma pormenorizada, en la secuencia de trabajo con QField habría que considerar las siguientes fases:

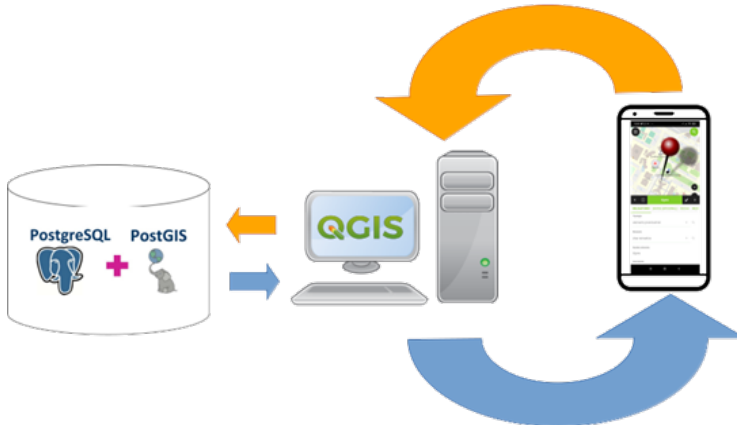


Figura 14: Diagrama con las operaciones de sincronización Qgis-QField.
Elaboración propia

Develop a Qgis project:

Esta labor será desarrollada por los especialistas en SIG y deberá de enlazar con la base de datos de PostgreSQL/PostGIS generada. Su función es triple:

- Ser el proyecto matriz donde se integran todos los recursos cartográficos
- la base sobre la que se generarán los proyectos para trabajar en el campo con QField
- el medio para sincronizar los trabajos realizados en el campo con QField que se incorporarán a la base de datos principal

El proyecto deberá de disponer de una simbología adecuada para su representación en dispositivos móviles, con etiquetas (toponimia) y plantillas para la impresión de composiciones de mapa. Incluirá también una capa con cartografía ráster para ser usada de fondo de la zona de estudio, que procederá de una ortofotografía aérea en formatos adecuados para el trabajo de campo (MBTiles, GPKG), o bien una capa con un

servicio de mapa OGC en Internet del tipo WMS o Tile Map Service (TMS) como por ejemplo OpenStreetMap.

Los elementos que se digitalizarán en el campo deberán previamente ser personalizados con formularios inteligentes que evitan errores y facilitan la introducción de datos, utilizando controles como listas desplegables, campos de validación, deslizadores, almanaques para fechas, etc. Estos formularios serán los mismos que se encontrará el usuario en el campo con la aplicación QField, solo que adaptada al dispositivo móvil.

Export Qgis project to mobile device:

Esta fase consiste en hacer uso del complemento QField para generar el proyecto que se utilizará en la app QField. Este proceso implica la conversión de datos del proyecto que están presentes de forma online, como la base de datos, a ficheros físicos de base de datos “portable” en formato geopackage. En el contexto de este proyecto, se trata de una tarea que llevará a cabo el profesor responsable de un grupo de alumnos. Actualmente, la transferencia del proyecto portable se realiza mediante un cable físico que conecta el PC con el dispositivo móvil, sin embargo, nos consta que la misma empresa que ha desarrollado QField está trabajando en una versión que permite que todos estos procesos se hagan en la nube (QFieldCloud)

Field mapping with QField

Esta tarea será la que realizará cada alumno, o grupo, en la zona de estudio utilizando su dispositivo móvil con la aplicación QField ya instalada y el proyecto aportado por el profesor.

La secuencia de acciones que se han de desarrollar es:

1. Activar el sensor de posicionamiento en el dispositivo móvil
2. Abrir la aplicación QField
3. Seleccionar el proyecto de Qgis que estará personalizado con imágenes de fondo de la zona de estudio (mapa o ortofoto).
4. Digitalizar elementos en las capas geográficas que

lo permitan, rellenando todos los atributos conocidos con la ayuda de los formularios diseñados en Qgis. Además, se podrán adjuntar fotografías, u otros recursos multimedia de la galería, a cada elemento digitalizado. La digitalización podrá ser utilizando el posicionamiento proporcionado por el GPS o dibujando encima del mapa, al igual que se haría con Qgis con el ratón.

5. Transferir el proyecto una vez finalizada la digitalización al PC. Este proceso lo realizará el alumno, ubicando la carpeta con su proyecto en el directorio indicado por el profesor

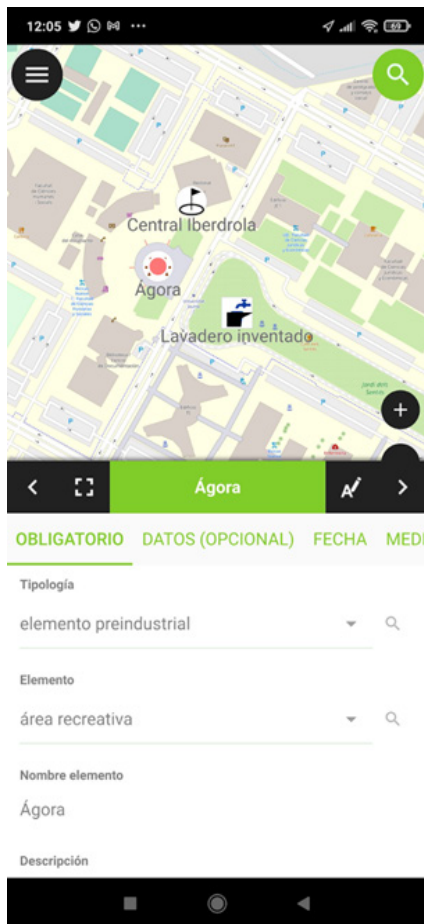


Figura 15: Captura de la aplicación QField en un dispositivo móvil con fondo de OpenStreetMap. Elaboración propia.

Synchronization field mapping in GIS project

Esta fase consiste en incorporar a la base de datos PostgreSQL/PostGIS los datos capturados en el campo. Para ello el profesor abrirá en Qgis el proyecto principal y con ayuda del complemento QField sync anteriormente citado y seleccionará la carpeta con el trabajo de campo de QField del alumno. Tras la sincronización los datos son transferidos a la base de datos PostgreSQL/PostGIS. Una vez transferidos es potestad del profesor la revisión del contenido sincronizado, pudiendo modificar los atributos, cambiar la posición, o eliminar el elemento.

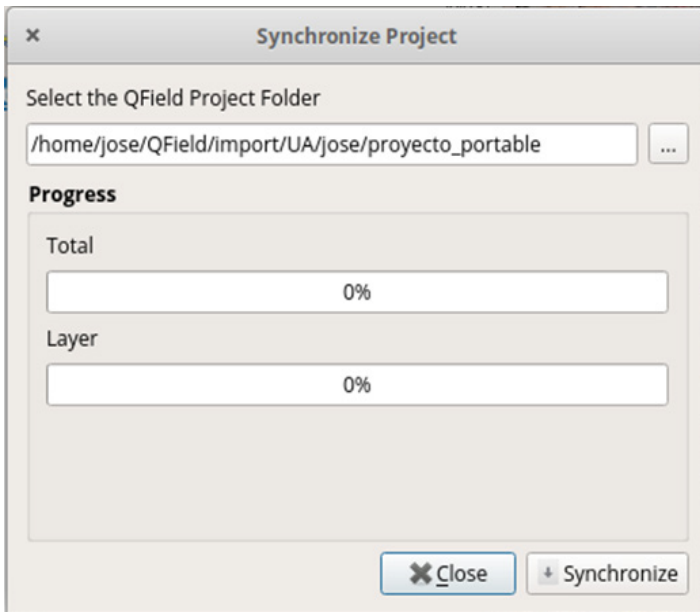
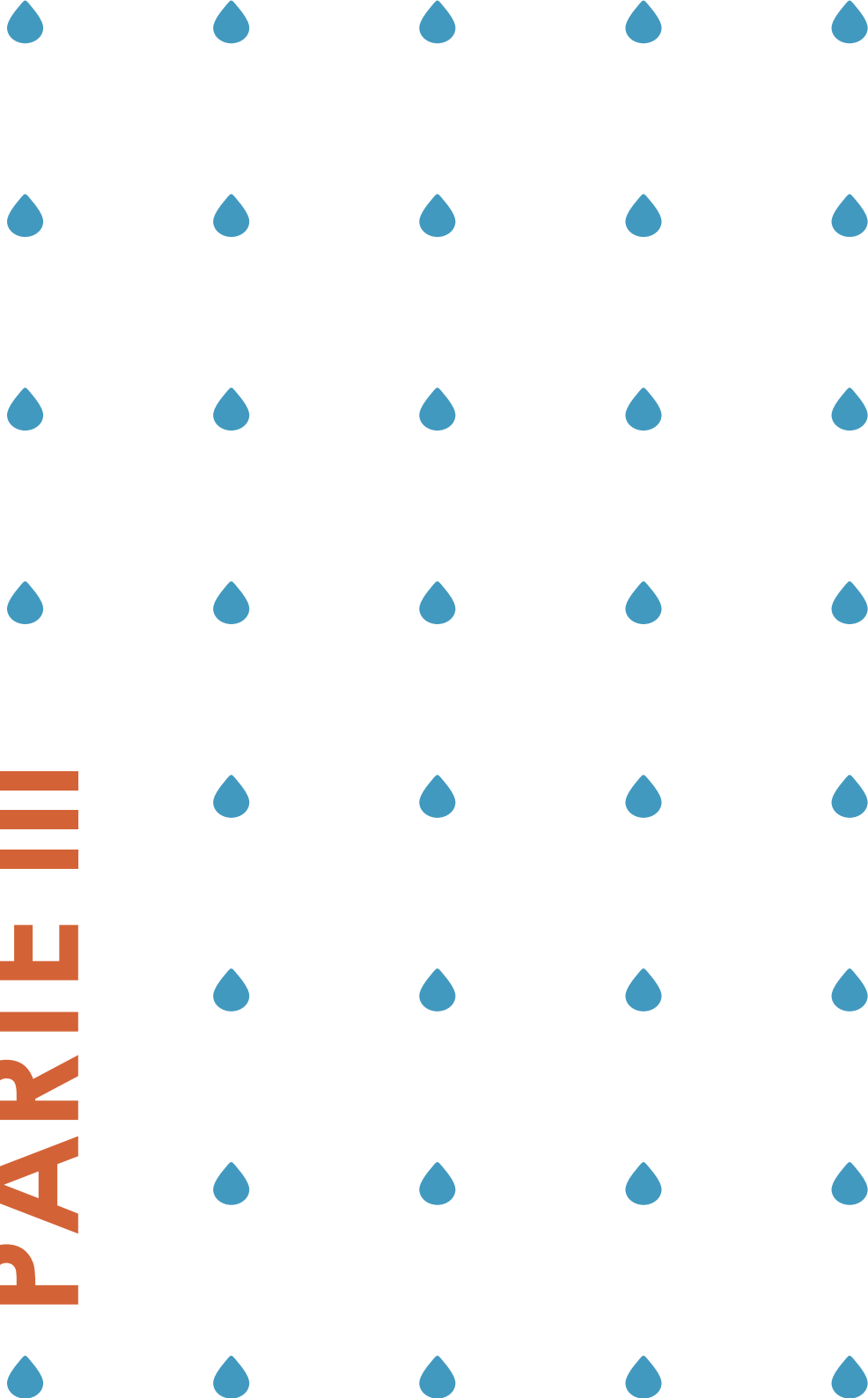


Figura 16: Captura de la aplicación QField en un dispositivo móvil.
Elaboración propia.

Referencias bibliográficas:


- 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-Information

PARTE III



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.

MAPEO DEL PATRIMONIO HIDRÁULICO

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.

III - Módulo 7
Creación y
visualización de
mapas interactivos

III - Módulo 7. Creación and visualización de mapas interactivos:

Un mapa web es una visualización interactiva de información geográfica que puede ser utilizado para contar historias y responder preguntas. Por ejemplo, se puede encontrar o crear un mapa que responda a la pregunta ¿Dónde están las infraestructuras del patrimonio hidráulico en Europa? Entonces, este mapa tendría capas que mostrarían qué tipo de patrimonio hidráulico hay en España, Italia o Portugal, y para contextualizar, el mapa incluiría información topográfica como ciudades, carreteras y edificios, con imágenes de la superficie terrestre y el relieve.

Normalmente, los mapas web contienen información base, un conjunto de capas de datos (muchas de las cuales incluyen ventanas emergentes interactivas con información sobre los objetos geográficos) y herramientas de navegación para desplazarse y cambiar la escala de visualización. Principalmente, el mapa base y las capas se alojan y comparten a través de la web, alojando símbolos a escala y otros estilos inteligentes que revelan datos y patrones a medida que se interactúa con ellos.

Existen muchas plataformas comerciales diferentes para crear o visualizar mapas web. Una de las más conocidas es el visor de mapas de ArcGIS Online, que tiene un diseño intuitivo y permite personalizar y configurar el mapa en una zona mientras se ve y gestiona el contenido.

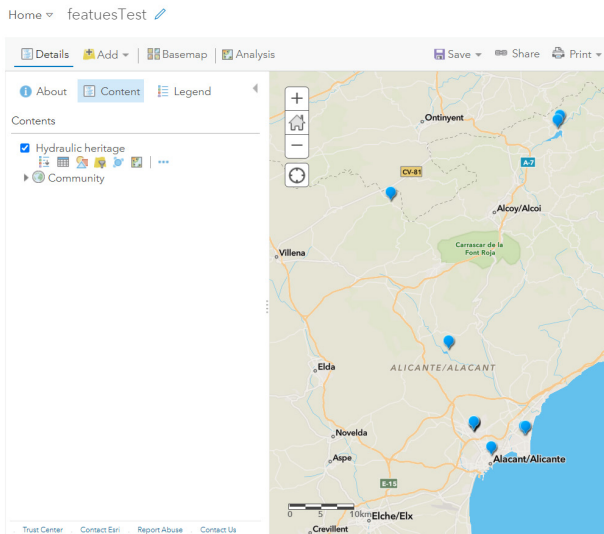


Figura 1. Visor de Mapas de ArcGIS Online.
Elaboración propia

III - 7.1 Creando un Mapa Web

Se pueden crear mapas en unos pocos pasos básicos y abrirlos en navegadores web estándar, dispositivos móviles o software geográfico de escritorio. Así mismo, estas representaciones geográficas pueden ser compartidas mediante enlaces, ser incluidas en sitios web o utilizadas para crear aplicaciones web basadas en mapas. Cuando se comparte un mapa, el autor decide qué incluir en él. Por ejemplo, cuando el mapa se comparte con el público en general a través de un visor de mapas, muchas veces, el mapa incluye opciones para cambiar los mapas base; ver una leyenda (si el mapa contiene una); ver detalles sobre el mapa; compartir, imprimir o hacer mediciones; o encontrar ubicaciones en el mapa. Los mapas incrustados en sitios web y compartidos a través de aplicaciones suelen contener un conjunto de herramientas centradas en un propósito específico, como recopilar información, editar características o comparar dos mapas uno al lado del otro.

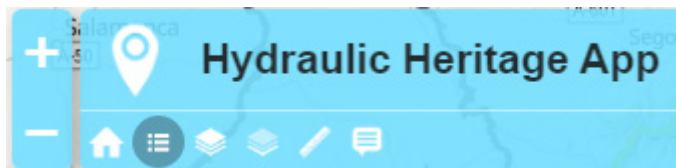


Figura 2. ArcGIS Online Widgets Interactivos.
Elaboración propia

Como conclusión, los mapas web son mapas en línea que proporcionan una forma de trabajar e interactuar con contenidos geográficos organizados en forma de capas. Se comparten a través de buscadores web, teléfonos inteligentes y tablets. Cada mapa web contiene un mapa base de referencia junto con un conjunto de capas de datos adicionales, además de herramientas que trabajan sobre estas capas.

III - 7.2 Agregando Información

Las capas, también llamadas capas web, son colecciones lógicas de datos geográficos que se utilizan para crear mapas; también son la base del análisis geográfico. Por ejemplo, una capa de ubicaciones podría representar una colección de patrimonio hidráulico e incluir atributos que describan las propiedades de cada infraestructura, como el nombre, de qué tipo es, el tamaño y otros posibles atributos. Otros ejemplos de capas son los patrones históricos de tráfico, el terreno, los edificios en 3D o las parcelas. El tipo de capa determina cómo se puede interactuar con los datos de la capa. Por ejemplo, puede ver y consultar los datos de una capa para ver sus atributos o característica, y se podría permitir su edición. Por el contrario, en el caso de las imágenes satelitales, sólo se podrán ver imágenes sin llegar a ser posible su modificación. Los siguientes son algunos de los tipos de capas web que puede publicar o añadir a un portal SIG:

- imágenes de mapas, imágenes satelitales, imágenes de elevación, capas tipo punto, línea o polígono, escenas 3D, y tablas tabuladas.

III - 7.3 Modificación de la simbología

Los mapas son muy útiles porque permiten visualizar los datos de distintas maneras. Por ejemplo, los datos de población de los países pueden visualizarse como una secuencia de colores, de claro a oscuro, o como círculos proporcionales a la cantidad de habitantes, de pequeño a grande. Esta flexibilidad permite contar historias diferentes y descubrir patrones ocultos en función de cómo se presenten los datos. Pero como la elaboración de mapas es tan flexible, exige tomar decisiones cuando no siempre hay una única respuesta mejor.

Afortunadamente, los mapas web permiten explorar distintas opciones de estilo utilizando los valores predeterminados de los mapas inteligentes. Además, se pueden hacer cambios en su apariencia que se reflejen inmediatamente en el mapa, teniendo el control sobre elementos gráficos como rampas de color, transparencia y símbolos.



Figure 3. Diferentes datos geográficos. Documentos, gráficos, capas, tablas, colecciones. Elaboración propia

Las opciones de estilo que se ofrecen para una capa se basan en el tipo de datos que está mapeando. Es posible ver diferentes opciones dependiendo de si la capa está compuesta por características de puntos, líneas o polígonos. Las opciones ofrecidas también se ven influidas por el tipo de datos asociados a las características. Por ejemplo, una

característica puntual puede tener sólo información de localización, como las coordenadas geográficas, pero también puede tener información categórica, como el tipo de patrimonio hidráulico. Las opciones de estilo también varían en función de si se desea mostrar uno o más atributos en el estilo. Esto hace que no todas las opciones de estilo pueden utilizarse para todos los tipos de datos.

III - 7.4 Guardando y compartiendo mapas web


Cuando guardas inicialmente un mapa o guardas una copia de un mapa, creas un nuevo elemento web. Dependiendo de la plataforma, podrá compartir su mapa con su organización o hacerlo público para que lo vea todo el mundo.

Puede compartir cualquier mapa que encuentre en el sitio web enviando un correo electrónico con el enlace, publicándolo en su cuenta de Facebook o Twitter, incrustándolo en un sitio web o blog, o creando una aplicación que incluya el mapa. Consideraciones sobre el uso de ArcGIS Online como plataforma para compartir mapas:

- Si desea que su mapa sea accesible al público (y su organización permite compartirlo fuera de la organización), debe seleccionar la opción compartirlo públicamente.
- Cuando comparte un mapa a través de un enlace o lo incluye en un sitio web, la última extensión que vio se captura automáticamente y se incluye en el enlace o en el mapa incrustado. Cuando se abre el mapa, se muestra la extensión que estaba viendo cuando lo compartió. Esto le permite compartir mapas que se abren en lugares específicos.

Bibliografía y sitios web:

- <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://www.axismaps.com/guide/what-is-a-web-map>



III - Módulo 8
Story maps:
una herramienta educativa
innovadora para poner en
valor el patrimonio hídrico

III - Módulo 8. Story maps: una herramienta educativa innovadora para valorar el patrimonio hídrico

A todo el mundo le gusta una buena historia. En pocas palabras, una historia es el relato de un incidente o una serie de acontecimientos, y la historia puede ser real o imaginaria. Las historias pueden ser interesantes, divertidas o instructivas. La mayoría se cuentan con palabras, ya sean habladas o escritas. Pero también pueden incluir otras formas de comunicación, como imágenes, gestos o música. A menudo, las imágenes proporcionan detalles sobre los personajes o los acontecimientos que son difíciles de transmitir con palabras. Piensa en un libro infantil, un cómic o una película que te resulte familiar. A la hora de contar historias, un mapa es un tipo especial de imagen. Un mapa puede ayudar a visualizar dónde suceden los acontecimientos, hasta dónde viaja un personaje o cómo es un país o un paisaje. De igual manera, puede ayudar a comprender por qué ciertos acontecimientos sucedieron donde sucedieron o por qué el héroe de la historia tomó una determinada decisión.

III - 8.1 Construyendo la narrativa

Compartir resultados o descubrimientos es esencial para demostrar el valor de cualquier esfuerzo de investigación. Pero la comunicación puede ser complicada, sobre todo si intenta conectar con personas que no son expertas en determinada área de estudio. La clave del éxito es mantener el interés del público de principio a fin.

Consejos para crear una historia con la aplicación StoryMaps:

- Es útil tener la historia escrita y los elementos multimedia organizados antes de empezar a introducir el contenido en el constructor de StoryMaps.
- Una vez completado el inventario de contenidos, se empezará a pensar en cómo puede entrelazar todas estas piezas en un esquema. Los esquemas pueden adoptar diversos formatos, desde una simple lista con viñetas hasta un guion gráfico completo, un paquete de diapositivas o incluso una colección de fichas que se barajan en el escritorio.

III - 8.2 Adicionando bloques de multimedia inmersiva

Ahora que ya se tiene el texto y la multimedia de la historia, se empieza a construyendo bloques de contenido. Cada título, párrafo, imagen y tipo de medio se añade como un bloque independiente de la paleta de bloques.

Se pueden elegir entre varios tipos de bloques. Por supuesto, hay bloques de texto -párrafo, título, cita, etc.- y también hay algunas opciones para añadir pequeños acentos visuales, como separadores o botones.

Los bloques inmersivos son únicos en el sentido de que se convierten en tomas de pantalla completa de la historia, proporcionando experiencias de lectura diferentes e interactivas. Por ejemplo, puede que se reconozca la sensación de pantalla dividida de sidecar, donde un panel multimedia fijo muestra contenido visual mientras se desplaza un panel narrativo más pequeño.

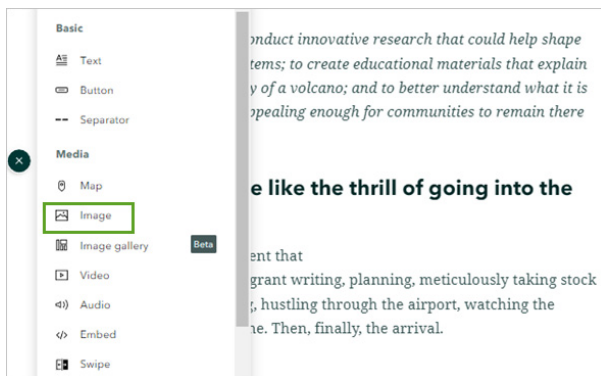


Figura 1. ArcGIS Objetos StoryMaps. Elaboración propia

Una vez añadido el texto, se puede empezar a ajustar la multimedia para dar vida a la expedición. Las imágenes, los vídeos y otros medios son importantes porque rompen una narración larga y aportan contexto. Por ejemplo, se puede añadir a la historia tanto imágenes individuales como un sidecar inmersivo y cambiar su aspecto para que se adapten mejor a la historia. También se puede añadir texto alternativo que describa la imagen para que quien consuma la historia

pueda seguir experimentando la obra en su totalidad.

Consejo para crear historias:

- A medida que se avance, debe asegurarse de hacer una pausa y preguntarse si está informando lo que se esperaba. Aunque tener un plan para la historia es importante, no pasa nada adaptarse sobre la marcha; algunas cosas que parecen buenas como concepto no funcionan como se espera en la práctica.

III - 8.3 Ajuste del diseño

Una de las cosas más atractivas de ArcGIS StoryMaps es la posibilidad de hacer muchos retoques en el diseño. La primera opción de diseño es cambiar la portada de la historia. Hay tres opciones: completa, lado a lado y mínima. La opción mínima, por ejemplo, da la opción de incluir una imagen en formato horizontal encima del título, o ninguna imagen. Además, se puede cambiar el aspecto del tema de toda la historia. También es posible cambiar las fuentes y el color de acento. De esta manera, se notará que también cambia el formato de los mapas express, utilizando un mapa base más oscuro para complementar el fondo de la historia.

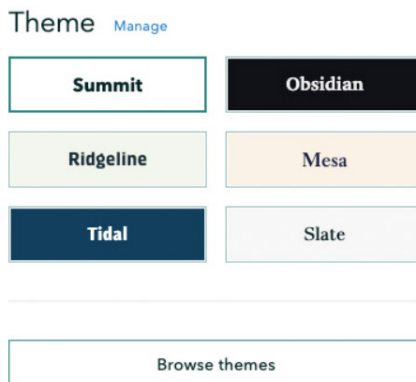


Figure 5. ArcGIS Tipos de Diseño StoryMaps. Elaboración propia

Mejor aún, es posible crear un propio tema personalizado. El creador de temas da muchas opciones para personalizar paletas de colores, fuentes, bloques de citas, separadores y botones, e incluso añadir un logotipo.

III - 8.4 Publicando y compartiendo resultados

Cuando el storymap esté listo para ser publicado, se mostrarán opciones para compartir. Privado significa que sólo es visible por el autor; Mi organización hace que sea accesible a otras personas de la organización; y Todos hace que la historia sea pública. Como parte del proceso de publicación, el verificador de historias buscará problemas de permisos con los mapas de la historia y marcará cualquier mapa o capa cuyos permisos de uso compartido sean más restrictivos que los de la historia. Una vez publicada, se puede volver a editar la historia en cualquier momento. Si la historia publicada está a disposición del público, quizá se quiera promocionar a través de plataformas como Twitter o Facebook. Una parte clave para compartir con éxito es tener una tarjeta atractiva (o vista previa del enlace). ArcGIS StoryMaps genera esas tarjetas automáticamente. En el back-end, el constructor toma el título, el subtítulo y la imagen de portada de la historia, uniéndolos en una tarjeta para los feeds de las redes sociales. También es posible cambiar la información a la que hace referencia la tarjeta social de la historia, haciendo que se actualice automáticamente para mostrar la imagen que se haya cambiado.



Edited: July 14, 2022

HYDRAULIC HERITAGE

Innovative educational tools for the enhancement of the hydraulic heritage through the use of new technologies.



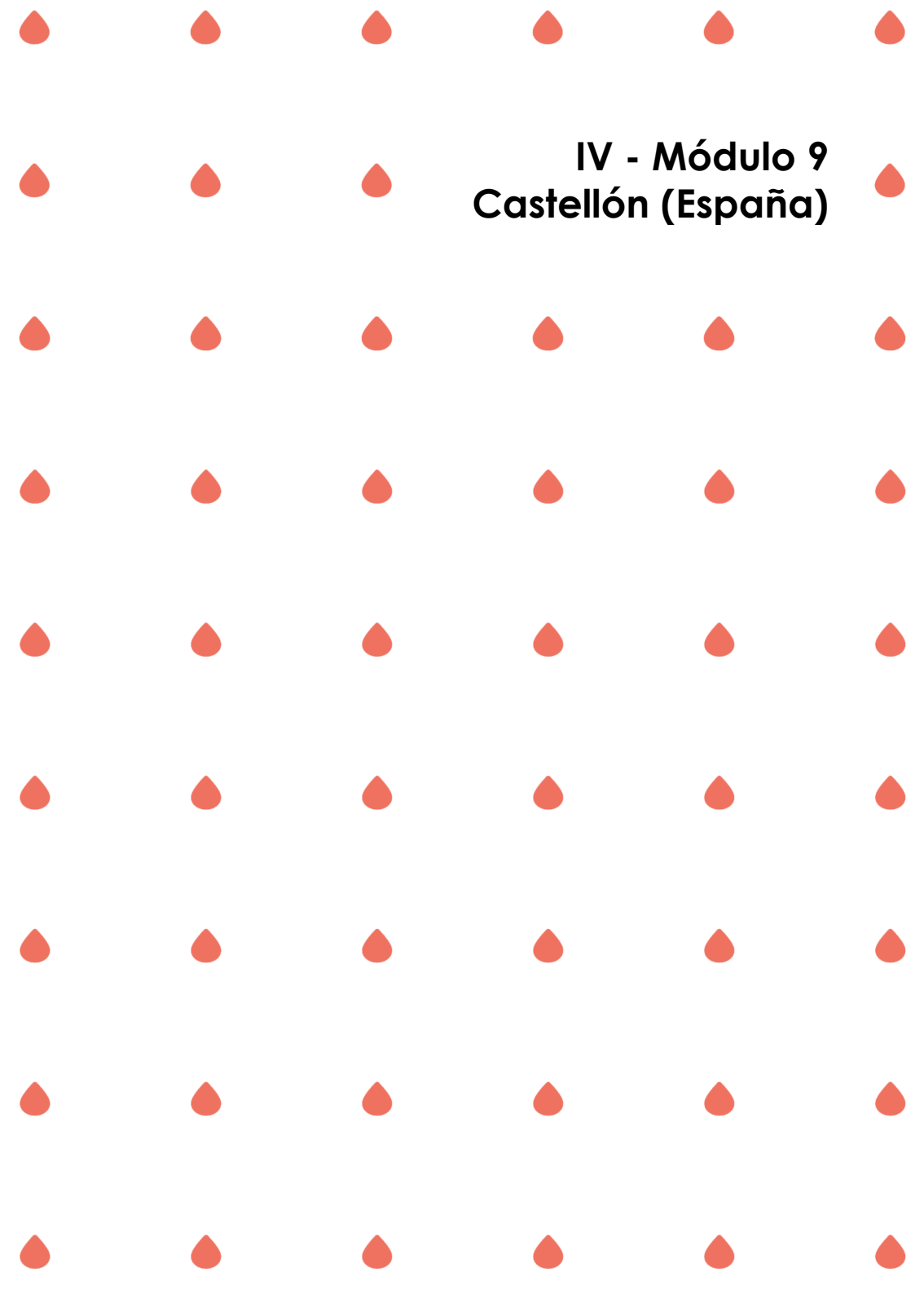
Figure 6. ArcGIS StoryMaps Tarjeta Redes Sociales.

Bibliografía y sitios web:

- <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>



P R Á C T I C A S
LEARNING-BY-
DOING: CASO DE
ESTUDIOS

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 - Módulo 9
Castellón (España)

IV - Módulo 9. IV - Castellón (España)

Historia del Patrimonio Hidráulico de Castellón de la Plana

Herramientas educativas innovadoras para la valorización del patrimonio hidráulico mediante el uso de las nuevas tecnologías.

IV - 9.1 Contexto

El proyecto “H2OMap: aprendizaje innovador a través de la cartografía del patrimonio hidráulico” está financiado por la Comunidad Europea a través del proyecto Erasmus + K2 (asociación estratégica en el ámbito de la educación escolar). El objetivo principal del proyecto es promover formas de enseñanza y aprendizaje con el uso de las nuevas tecnologías y potenciar el conocimiento del patrimonio hidráulico. La Universidad Jaume I de Castellón (coordinadora del proyecto), la Universidad de Pavía, la Universidad de Alicante y cuatro centros de enseñanza secundaria de España, Italia y Portugal (IES Penyagolosa, Istituto Superiore Taramelli Foscolo, Agrupamento Escolas de Campo Mayor y Agrupamento de Escolas No.3 de Elvas) colaboran para crear herramientas innovadoras y adecuadas para el análisis y la catalogación del patrimonio hidráulico. Los destinatarios son profesores y alumnos de centros de enseñanza secundaria, que pueden desarrollar nuevas competencias en el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y, al mismo tiempo, promover el conocimiento del patrimonio hidráulico y su papel en el desarrollo de la tecnología, la economía y el territorio.

IV - 9.2 Objetivo del Storymap

El storymap sobre patrimonio y espacios hidráulicos que podemos ver a continuación pretende mostrar un proceso a lo largo del tiempo de construcción, destrucción, mejora, ampliación y mantenimiento de una compleja red de infraestructuras y paisajes del agua singulares del municipio de Castellón de la Plana. Paisajes del agua que reflejan cuidadosamente lo que las diferentes sociedades y culturas

Antes de los cambios

El actual municipio de Castellón de la Plana contaba con una extensa zona lacustre húmeda situada a lo largo del litoral que se extiende desde el pie de la Sierra del Desert de les Palmes hasta la zona del Grau. Se trata de un espacio separado del mar por una barrera natural que impide la mezcla del agua salada del mar con el agua dulce aportada por los diferentes manantiales y fuentes, como Fuente la Reina, o también los aportes puntuales de los diferentes barrancos que drenan la sierra, o el mismo río Seco que desaguaba en esta zona pantanosa.

El uso y aprovechamiento humano de la zona húmeda, rica en biodiversidad y abundante en recursos naturales, es antiguo, como lo demuestra una densa ocupación de asentamientos prehistóricos en su entorno, así como la presencia de una antigua vía de comunicación como es la Anduviera que bordea este espacio por el lado oeste, de norte a sur.



Figura 2. Paisaje Natural.
Elaboración propia.

Siglo X

La conquista e incorporación de estas tierras al Àndalus, a partir del siglo VIII, propició la progresiva instalación de grupos humanos bereberes de origen norteafricano que recurrieron al regadío como una importante vía de transformación del entorno inmediato. Pero fue a partir del siglo X, con el Califato

de Córdoba, cuando se produjo un singular crecimiento de las infraestructuras hidráulicas a gran escala. Una de ellas fue la captación de aguas del río Millares y la transformación de la zona agrícola de la margen norte del río gracias a una derivación con dos ramales o acequias madre: una que circula a menor altitud, la acequia de Almalafa, y otra que lo hace a mayor altitud, la acequia Mayor.

Ambas acequias y sus ramales abarcan un importante arco de terreno entre el río Millares, al sur, y el pie de la Sierra del Desierto, al norte. Las infraestructuras hidráulicas permitieron el riego de los campos construidos, pero también realizaron aportes y recargas a los acuíferos naturales y en las zonas lacustres. Los asentamientos humanos siguen el trazado de las acequias principales o están vinculados a otras derivadas que suelen llevar el mismo nombre. A pesar de la construcción de infraestructuras de conducción, sólo se transformaron los rodales más próximos a las alquerías o asentamientos humanos de la época.

El elemento hidráulico más singular y representativo de la época es la divisoria que permitía dividir un caudal de agua que circulaba continuamente en otros dos proporcionalmente.



Figura 3. Partidor.
Elaboración propia.

Siglos XIII – XVI

La conquista feudal de estas tierras en el siglo XIII supuso la incorporación de la margen izquierda de la vega del río Millares a dos nuevos señoríos. La conquista de una zona agrícola con un sistema de regadío potente y muy estructurado permitió a la nueva población colona y a sus señoríos intensificar al máximo la transformación de los campos y ampliar al máximo la superficie regada con las aguas del río Millares.

A finales del siglo XIII y principios del XIV, la extensión de la huerta histórica de Castellón de la Plana alcanzaba la misma superficie que la actual. Se transformaron todos los anteriores intersticios existentes entre los huertos de las distintas alquerías andalusíes, se transformaron algunas zonas de Alters de difícil regadío y se inició un proceso de desecación de humedales desde el camino de la Donación hacia el mar. La gran transformación también afectó al poblado y a sus lugares de residencia que ahora pasaron a concentrarse en uno solo: la villa medieval de nueva planta que se levantó bordeando la acequia Mayor.

Las principales transformaciones en el sistema de riego se produjeron en la distribución y reparto del agua. Ahora hay la misma agua para regar más tierras, lo que obligó a hacer tandas de agua, turnos de riego, y alterar las proporciones que hacían los antiguos partidores. El otro gran cambio en las infraestructuras hidráulicas es la proliferación de molinos harineros entre los siglos XIV y XV, alcanzando la cifra de doce molinos, la mitad en la acequia Mayor y la otra mitad en las hileras. Casi todos ellos eran harineros, excepto uno que funcionaba como molino arrocero. Algunos de estos molinos sobrevivieron hasta el siglo XX, pero casi la mitad de ellos fueron abandonados hacia 1500.



Figura 4. Canales de Irrigación.
Elaboración propia.

Siglos XVII – XVIII

La superficie agrícola de regadío se mantuvo prácticamente igual, sin crecimiento alguno, pero con un gran aprovechamiento de las corrientes de agua como fuente de energía, con la consiguiente construcción de nuevos molinos. Tres hitos importantes caracterizan el periodo. En primer lugar, en el siglo XVII, la construcción del nuevo azud aguas arriba del río, más allá de la confluencia de la Rambla de la Viuda; y a finales del siglo XVIII, por un lado, la separación de aguas entre Almassora y Castellón de la Plana con las nuevas infraestructuras hidráulicas derivadas; y por otro, el desarrollo del proyecto de Salvador Catalán de construir una colonia agrícola en el término de Benadresa y transformar en regadío todo un conjunto de tierras de secano.

Desgraciadamente, el proyecto de la colonia agraria no llegó a buen puerto y de las 700 fanegas de secano que estaba previsto transformar, sólo un centenar acabaron siendo de regadío. Lo importante, sin embargo, es que se sentaron las bases y los cimientos para futuras obras hidráulicas en el municipio.



Figura 5. Infraestructura Hidráulica.
Elaboración propia.

Siglo XIX

Una consecuencia de la separación de aguas entre las poblaciones de Almassora y Castellón de la Plana, a finales del siglo anterior, fue la concentración de un mayor caudal de agua en el tramo inicial de la nueva acequia y la construcción de hasta seis nuevos molinos harineros, uno de ellos convertido posteriormente en la papelera Estrassa. De esta forma, el municipio volvía a contar con el máximo número de molinos, con un total de trece.

Pero la transformación hidráulica más significativa será la construcción de la acequia de Fomento, con el objetivo de continuar y ampliar significativamente el proyecto de Salvador Catalán a la comarca de Benadresa. Al proyecto de transformar 400 hectáreas de secano en regadío se sumó el de dotar de agua potable a la ciudad de Castellón de la Plana, lo que dio lugar a la constitución de la sociedad "Fomento Agrícola Castellonense", convertida en sociedad anónima y FACSA.

A pesar de construir una infraestructura espectacular, sólo se transformó en regadío algo más de la cuarta parte de la superficie inicialmente prevista.



Figura 6. Fomento Agrícola Castellonense.
Elaboración propia.

Siglo XX

El siglo se caracteriza por dos fenómenos ligados a la obtención de más y mayores recursos hídricos para el regadío. Por un lado, la captación de caudales subterráneos y, en consecuencia, la proliferación de máquinas de vapor para elevar agua del subsuelo que dejaron en el paisaje las esbeltas siluetas de las chimeneas de teja. Por otro lado, la construcción del embalse de María Cristina y la acequia del pantano permitieron la transformación de una cantidad de tierras de secano en regadío de más de 2.000 hectáreas, lo que supuso casi una extensión similar a la de la histórica huerta del río Millares. El paisaje agrícola del municipio cambió radicalmente.



Figura 7. Hydraulic Mapping.
Elaboración propia.

IV - 9.4 Inventario

El inventario contiene 50 puntos relacionados con el patrimonio hidráulico de la zona, sin embargo, a continuación solo se registra la descripción 20 de ellos.

Partidor de Almalafa/Valero

El partidor de lenguas de las acequias Almalafa/Valero consiste en un tajamar, con borde de piedra en el fondo y con un frontal redondeado. Está situado en el interior de la acequia nueva de Almalafa, construida en 1789, y distribuye el caudal de agua entre las dos acequias nuevas, la de Almalafa propiamente dicha con más volumen a la izquierda, y la de Valero un poco menos a la derecha. Esta última, tras un corto recorrido, llega hasta el molino del Salt de la Novia y continúa aprovechando el Barranquet, que está canalizado. El partidor adopta una forma curva al trazar un giro de 90°, coincidiendo con el giro que realiza la acequia de Almalafa sólo después de cruzar el Anduviera y discurrir paralelo a él en dirección norte.



Figura 8. Partidor de Almalafa/Valero.
Elaboración propia.

Acueducto Río Sec

La acequia de Coscollosa dibuja un arco casi perfecto desde su nacimiento en el borde de la muralla hasta alcanzar el barranco de la Magdalena. En su trazado cruza el río Seco por una amplia punta y con un gran desnivel donde siempre hubo un acueducto que permitía el paso del agua. Su forma

inicial era de pilares que soportaban canales de madera, aunque las sucesivas riadas sólo dejaron pequeños vestigios. El último acueducto que existió fue una construcción que utilizaba hormigón como material de base. Se construyeron soportes en los márgenes, en forma de pilastras, y dos pilares centrales redondeados. Sobre ellos había un canal prefabricado de hormigón que estaba cubierto, permitiendo así el paso sobre él. Tenía 1,4 metros de ancho y 42 metros de largo. La altura del acueducto con respecto al fondo del río Seco superaba los 6,5 metros. Las obras de canalización del río Seco a principios del siglo XXI han eliminado cualquier rastro del elemento hidráulico y han transformado profundamente la zona.



Figura 9. Acueducto Río Sec.
Elaboración propia.

Molino de Babiloni

El edificio del molino harinero se encuentra en Fadrell. Fue construido en las primeras décadas del siglo XIX y tenía tres plantas y cubierta a dos aguas. Se trata de una construcción alargada realizada con mampostería que se sitúa perpendicularmente sobre el trazado de la acequia de Valero, lindando con el Anduviera. A su alrededor hay una serie de cuerpos añadidos en sucesivas etapas porque también fue vivienda. En el interior del edificio no se conserva

nada de la maquinaria, las muelas o los molinillos, aunque el lugar no estaba abandonado. Las obras más recientes afectaron a la parte hidráulica del molino, concretamente a la llegada del agua por la acequia que, tras anular su paso por el interior del carcau, discurre por el antiguo aliviadero convertido en paso normal de la acequia, vertiendo todo el caudal al barranco canalizado.



Figura 10. Molino de Babiloni.
Elaboración propia.

Acueducto del Barranc del Malvestit

El acueducto se construyó a finales del siglo XIX para que la acequia de Fomento cruzara el barranco del Malvestit. La construcción presenta una factura muy sólida de un solo arco de medio punto que tiene una luz de 3,95 m y el intradós hace 2 m. Está construido sobre estribos al cauce del barranco que son de sillares y la arcada de teja, mientras que el resto de fábricas de la estructura es de mampostería trabada con mortero. La altura total del acueducto es de 9,55 m y una longitud aproximada de 202 m. El canal tiene una anchura exterior de 1,9 m, de los cuales 110 cm corresponden al encamisado, con una profundidad de 86 cm. Actualmente el acueducto no cumple su función original. La única alteración significativa que sufrió fue el revestimiento del canal, originalmente descubierto, mediante la construcción de un faldón rebajado de azulejos. En la zona del acueducto,

el revestimiento se realizó con largas losas de gres colocadas en llano.



Figura 11. Acueducto del Barranc del Malvestit.
Elaboración propia.

Acueducto del Barranc d'Almela

El acueducto se construyó a finales del siglo XVIII para que la acequia de Mercader cruzara el barranco de Almela. Presenta una construcción muy sólida de un solo arco de medio punto. El ojo del arco tiene una luz de 5,75 m sobre estribos de 1,65 m por encima del cauce del barranco. Todo el arco está construido con piedras unidas con mortero. El canal tiene una anchura exterior de 1,76 m, de los que 98 cm corresponden a la caja de la acequia, con una profundidad de 68 cm. La altura total del acueducto es de 6,88 m y la longitud de 16,5 m, con un tramo recto en el centro y dos pequeñas inflexiones en los bordes del barranco para entrar en la acequia. En el lado de aguas abajo, al oeste, presenta un imponente contrafuerte, que cubre todo el alzado de la obra. Actualmente el acueducto está fuera de servicio. La única reforma significativa que se observa fue la elevación del cauce a su paso por el acueducto para posibilitar el aumento del nivel del agua, muy probablemente a finales

del siglo XIX cuando se construyó la acequia de Fomento.



Figura 12. Acueducto del Barranc d'Almela.
Elaboración propia.

Molino del Barranc

El molino fue construido a principios del siglo XIX en el término de Fadrell, en la desembocadura de la nueva acequia de Almalafa que se construyó tras el reparto definitivo del agua entre Castelló y Almassora. El edificio del molino, que seguía en pie a principios del siglo XXI, era de planta rectangular, estaba situado transversalmente a la corriente de agua y constaba de tres plantas con cubierta a dos aguas. En la sala de molienda había dos pares para hacer harina, aunque en los años 20 y 30 del siglo XX también molía arroz, y en la segunda mitad del siglo XX fabricaba hielo, de ahí el nombre de Molino de Hielo. El edificio fue completamente destruido a principios del siglo XXI y en la actualidad sólo quedan vestigios de la antigua construcción.



Figura 13. Molino del Barranc.
Elaboración propia.

Acueducto del Barranquet

La acequia mayor de Castelló salva el barranco de Almassora por un punto estrecho y de fuerte pendiente mediante la construcción de un acueducto. La obra presenta una factura muy sólida de un solo arco rebajado, cuyo ojo tiene 2 metros de altura y 6,40 m de anchura. El conjunto está construido con sillares. La altura total del acueducto es de 5,40 metros y su longitud supera los 35 metros. En la parte de la corriente tiene dos tajamares de más de dos metros de longitud que están contruidos con sillares para canalizar las aguas. A finales del siglo XVIII se realizaron reformas y mejoras en el acueducto que supusieron el refuerzo de esta zona con muros contrafuertes que dejaron casi ocultos los tajamares. En la parte superior del acueducto se encuentra el canal, que inicialmente estaba descubierto, pero que ahora tiene una cubierta de hormigón. El acueducto tiene una anchura exterior de 3,30 m, de los que 2,20 m corresponden a la caja de la acequia. Los muros laterales se remataron con sillares labrados que pertenecen a las mejoras realizadas a finales del siglo XVIII.



Figura 14. Acueducto del Barranquet.
Elaboración propia.

Molino de Casalduch

El origen del molino es medieval, pero ha sufrido numerosas modificaciones que han alterado tanto el edificio original como la parte hidráulica. La base arquitectónica del edificio actual data de finales del siglo XIX. Es un edificio de grandes proporciones, dispuesto transversalmente al trazado de la acequia Major de Castelló, de tres plantas y cubierta a dos aguas. La mampostería del molino contrasta notablemente con el resto de edificios anexos que se han construido durante la segunda mitad del siglo XX. Estos últimos son grandes espacios diáfanos realizados con materiales modernos y con pocas aberturas al exterior, utilizados como almacén y para instalar maquinaria industrial. El molino tenía tres muelas y, por tanto, tres tomas de agua, así como un aliviadero para la circulación del agua, cuyos tajamares están contruidos con sillares de piedra labrada. El molino ha ido creciendo por los lados ajustándose a los límites del camino de Vinamargo o al cajón de la acequia Mayor.



Figura 15. Molino de Casalduch.
Elaboración propia.

Azud Nuevo de Castelló/Almassora

El azud de Castelló y Almassora de 1618 sólo conserva una pequeña parte de su dique, construido con grandes losas de piedra y argamasa para sujetarlas al conglomerado del cauce. Su trazado también apunta a una forma rectilínea que canalizaba el agua hasta el mismo punto actual, donde se encontraban los barrancos. La superficie del muro presenta una ligera inclinación hacia el lado que recibe la corriente. Se encuentra a escasos 20 metros del nuevo azud del siglo XIX.



Figura 16. Azud Nuevo de Castelló/Almassora.
Elaboración propia.

Azud de Castelló/Almassora

El actual azud de Castelló/Almassora es una construcción rectilínea que se dispone oblicuamente al cauce del río. Está realizado con sillares y argamasa y consiste en una presa o muro de 2,75 metros de altura y 106 metros de longitud, con una base que supera los 5 metros, reducida a 1,5 metros en la parte superior. La disposición longitudinal del azud permitía canalizar toda la lámina de agua hacia la margen izquierda del río Millares, donde se ubican las nuevas gargantas o azudes de finales del siglo XIX. Éstas se disponen paralelas al cauce del río, por lo que la entrada de agua nunca es directa. Las presas de agua forman parte de una construcción conjunta mayor que incluye, además de las tres gargantas, otras tres compuertas para la limpieza del fondo del azud. Hay tres compuertas de regulación del caudal y otras tres de limpieza para dejar pasar la grava y el lodo. El conjunto se construyó entre 1886 y 1895.



Figura 17. Azud de Castelló/Almassora.
Elaboración propia.

Molino de Catx

El conjunto edificado del molino está situado en el término de Fadrell, en el nuevo tramo de la acequia de Almalafa que cruza por el centro. La construcción es de la primera mitad del siglo XIX y presenta un cuerpo sencillo en la parte delantera con una serie de grandes patios cerrados detrás que se utilizaban como almacén y cuadros. La fachada

del complejo da al este y está formada por dos edificios alargados y adosados. El de la izquierda tiene una sola planta con un terrabasal que servía de residencia, mientras que el de la derecha tiene dos plantas y corresponde a la sala de molienda y a la vivienda de la familia molinera. La sala de molienda conserva las dos muelas fijas, pero faltan las superiores y cualquier tipo de mecanismo del molino. La llegada y los saltos de agua son las zonas que han sufrido más alteraciones. Enganchadas a las paredes quedan restos de las numerosas poleas que permitían accionar las diferentes máquinas de limpieza y cernido instaladas en el piso superior. Antes de 1887 funcionó como fábrica de papel, y aún quedan vestigios de esta actividad, aunque a partir de entonces funcionó como molino harinero.



Figura 18. Molino de Catx.
Elaboración propia.

Chimenea censal

Se trata de una chimenea de tejas relacionada con un pozo de extracción de agua para riego situado en la zona de Censal, entre la carretera de Almassora y la acequia mayor, cerca de la antigua carretera de Ribelsalbes, desde principios del siglo XX. Asociada a la chimenea existía una masía y otras instalaciones que conforman el conjunto hidráulico como el pozo, la caseta destinada a alojar el motor, la rueda de palas que elevan las aguas subterráneas

y la balsa de almacenamiento y regulación del caudal de riego. La chimenea permanece completa a pesar de su mal estado de conservación. Es de planta cuadrada con pedestal, tubo y remate. El elemento es un ejemplo típico de las primeras chimeneas aparecidas a mediados del siglo XIX (del tipo “pirámide truncada”) y muy frecuentes en nuestro país en motores de pozo durante las décadas de 1920-1930.



Figura 19. Chimenea censal.
Elaboración propia.

Molino de Cervera

El nombre del molino se debe al apellido de su constructor, el vecino de Castelló Pedro Cervera. El molino fue construido a principios del siglo XIX en la hilera de Rafalafena, en la partida rural del mismo nombre y junto a la carretera del Hondo. A mediados del siglo XIX su producción era la tercera de todos los molinos de Castelló y a finales de ese siglo vivían en el molino dos familias. Su actividad no se prolongó más allá de las primeras décadas del siglo XX, siendo posteriormente abandonado y demolido.



Figura 20. Molino de Cervera.
Elaboración propia.

Molino de Darrer

Molino situado aguas abajo de los tres construidos en el siglo XIV en el tramo comprendido entre el partidor de Coscollosa y el río Seco. El nombre de Masquefa es el apellido de su propietario en el siglo XVI. Se construyó en la desembocadura de la acequia Major de Castelló, en el término de Ramo. El molino siguió funcionando durante el siglo XIX, pero cesó su actividad como molino harinero a principios del siglo XX. La última actividad industrial fue la molienda de yeso, también con una corta duración durante las primeras décadas de ese siglo. El molino fue durante las últimas décadas una casa de labranza hasta 1993, cuando fue completamente derribado. El molino era de una sola nave de planta alargada, dispuesta transversalmente sobre la acequia con cubierta a dos aguas y tenía dos alturas. El acceso al edificio se realizaba por la fachada lateral que daba a la carretera de Molins. Posteriormente se añadieron otras dependencias más pequeñas en los extremos norte y sur. El molino tenía dos juegos de muelas.



Figura 21. Molino de Darrer.
Elaboración propia.

Acequia del Pantà

La acequia del Pantà es una infraestructura hidráulica formada por una extensa red de canales y acequias. La acequia de derivación tenía una longitud de 14 kilómetros, desde la presa de María Cristina hasta superar el barranco de Torreta y llegar al camino o vereda de La Paja, en el lado norte del municipio. Del canal de derivación nacían un total de cinco acequias de distribución (denominadas acequias número 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente de sur a norte), que en conjunto sumaban 34 kilómetros de longitud. La primera acequia de distribución aparece cuando el canal ya ha recorrido una distancia de 5,5 kilómetros, a la altura de la Cuadra de Villalón, y las cinco toman dirección este hasta llegar casi perpendicularmente a la acequia Major de Castelló, en la parte sur del término municipal, o a la acequia de Coscollosa, en el extremo más septentrional. El agua del embalse riega más de 2.000 hectáreas de terreno (24.000 fanegadas) en las pedanías de Benadressa, Estepar, Rodeo y Boalar, que anteriormente eran de secano. La construcción de esta infraestructura entre 1913 y 1925 tuvo un impacto radical en el paisaje agrícola de Castelló de la Plana porque casi igualó la superficie que representaba la huerta histórica de la acequia de regadío del río Millares.



Figura 22. Acequia del Pantà.
Elaboración propia.

Acequia de Fomento

El punto de partida de esta infraestructura se sitúa en 1872, cuando Antonio Barrachina obtiene una concesión de aguas de la rambla de la Viuda para regar 400 hectáreas de secano en el término de Benadresa. El proyecto recuperaba la propuesta de Mercader y la ampliaba notablemente. La acequia cruzaba ahora el barranco de Malvestit y llegaba hasta el río Seco y la cuadra del Ros. Al proyecto se añadió posteriormente el objetivo de abastecer de agua potable a la ciudad de Castelló de la Plana, lo que llevó a la constitución de la sociedad "Fomento Agrícola Castellonense" ese mismo año. A pesar de tener las infraestructuras construidas, el proyecto de transformación en regadío no alcanzó los objetivos previstos y de las cuatrocientas hectáreas sólo se transformaron 117, las demás continuaron siendo de secano. Al final, a principios del siglo XX, se habían transformado en regadío unas 1.500 fanegas de secano en la zona de Benadresa.



Figura 23. Acequia de Fomento.
Elaboración propia.

Fuente de la Reina

Fuente la Reina es un manantial natural de agua dulce, que da un caudal irregular pero siempre inferior a 1 m³. Su ubicación corresponde a su punto de despojo de la sierra del Desierto, y línea de conexión entre el secano y la huerta tradicional, justo donde finaliza el trazado de la acequia Mayor de Castelló. La fuente tiene una parte subterránea, una galería excavada al terreno natural para encontrar el punto donde brota el agua. A lo largo de su recorrido se pueden encontrar una serie de pozos de *aireig o ventilación que también servían para extraer los sedimentos excavados de la galería. La mayoría de los pozos están sellados, pero un par de ellos aún son visibles.



Figura 24. Fuente de la Reina.
Elaboración propia.

Molino de la Fuente

El molino se construyó justo donde termina el trazado de la acequia Mayor, en la zona de Fuente la Reina. La construcción que hoy se conserva corresponde a un edificio ampliado y retocado en los últimos siglos, con dependencias construidas para albergar los nuevos mecanismos motores del molino. El espacio más antiguo corresponde a una nave alargada dispuesta transversalmente sobre la acequia principal. El molino es de una sola planta con cubierta a dos aguas y su construcción combina la mampostería con el uso de tejas. En el interior no quedan restos de las piedras de molino ni de la maquinaria complementaria, ni de los molinillos.



Figura 25. Molino de la Fuente.
Elaboración propia.

Antiguos tabiques reales

El partididor se resuelve con un tajamar central y sillares laterales, con un rebaje para deslizar compuertas de madera. Se trata de los antiguos partididores reales que dividían el agua entre la acequia del Molino -antigua de Almassora- y la acequia Mayor -antigua de Castelló- y que se ajustaron a la nueva partición interna de aguas entre Almassora y Castelló tras la separación de aguas a finales del siglo XVIII. La intervención consistió en el desmantelamiento del lado izquierdo para estrechar el paso del agua en dirección a la población. Las proporciones actuales reflejadas en las ordenanzas son de 8,5 partes para la acequia del Molino y sólo 1,5 para la acequia Mayor, cuando antiguamente dividían 14,5 filas para Castelló y 12,5 filas para Almassora. Hace unas décadas, las acequias se forraron de hormigón respetando la partición.



Figura 26. Antiguos tabiques reales.
Elaboración propia.

Molino del Forn de Vidre

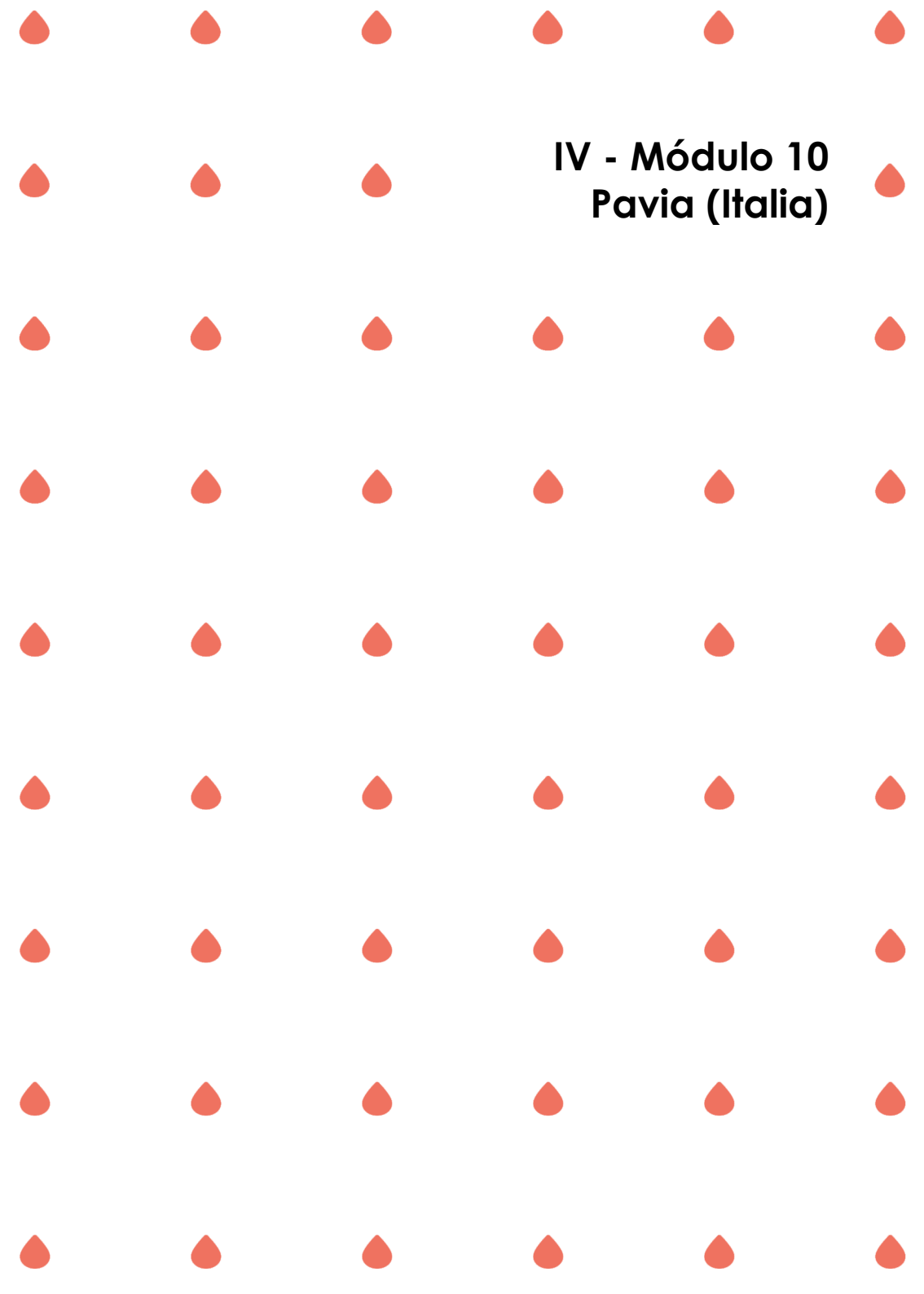
En la documentación medieval se hace referencia a un molino situado en un lugar llamado el horno de vidrio, apelativo muy sugerente sobre un posible uso industrial. Su ubicación podría corresponder a un emplazamiento que aún mantiene el topónimo en la actualidad junto a la acequia de la Obra, en el entorno de Fuente la Reina y próximo a la zona de marismas. La referencia más antigua es de 1486, para indicar que se encuentra en ruinas. En 1502 se le llama por primera vez el Molinàs, utilizándose el término al menos hasta 1566 cuando se insiste en que el lugar estuvo abandonado durante más de treinta años. De las ruinas del Molinàs sólo quedan en pie algunos muros de un edificio rectangular con tejado a dos aguas.



Figura 27. Molino del Forn de Vidre.
Elaboración propia.

Producto final

[El inventario completo se presenta en el storymap final en:
https://storymaps.arcgis.com/stories/
c6f249ec49904a428def1d5faf9ae688](https://storymaps.arcgis.com/stories/c6f249ec49904a428def1d5faf9ae688)

A decorative grid of red teardrop-shaped icons is arranged in a 10x6 pattern across the page. The icons are evenly spaced and serve as a background for the text.

IV - Módulo 10
Pavia (Italia)

IV - Módulo 10. En los orígenes del proyecto: por qué H2OMap

IV - 10.1. El Instituto Superior Taramelli-Foscolo de Pavia

El INSTITUTO SUPERIOR TARAMELLI-FOSCOLO (en adelante ISTF) se fundó en 2015 como resultado de la fusión de los dos liceos más antiguos de la ciudad de Pavia: el Liceo Científico Torquato Taramelli y el Liceo Clásico Ugo Foscolo.

Ambas escuelas destacan en sus planes de estudio la relación entre la tradición humanística y la cultura científica a través de una amplia gama de disciplinas, que incluyen lengua y literatura italiana, lengua y literatura latina, matemáticas, física, química, biología, ciencias naturales, geografía, historia, filosofía, lengua y cultura inglesa, historia del arte, ciencias del movimiento, lengua y literatura griega antigua (en el caso del Liceo Clásico) y dibujo técnico (en el caso del Liceo Científico). La misión del Instituto es proporcionar a los estudiantes, que cursan la escuela durante cinco años (de 14 a 18 años), las habilidades necesarias para acceder a cualquier universidad o instituto de educación superior.

El Liceo Clásico Ugo Foscolo se fundó en 1859, después de habersido un colegio religioso durante siglos (de los Barnabitas y los Jesuitas); el Liceo sigue ubicado en el antiguo monasterio de Santa María de Canepanova (siglos XV-XVI). El Liceo Científico Torquato Taramelli, fundado en 1923, se encuentra en un antiguo monasterio carmelita (siglo XV) que albergaba las Escuelas Normales desde 1799. ISTF cuenta con más de 1000 estudiantes, alrededor de 100 profesores y tiene una larga tradición de colaboración con la Universidad de Pavia en numerosos proyectos de orientación y profundización. Gracias a uno de ellos, el proyecto Archias, en 2018 un grupo de estudiantes de ISTF tuvo una oportunidad fructífera de encontrarse con el profesor Carlo Berizzi del Departamento de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad de Pavia.

IV - 10.2 Por qué H2OMap?

Por lo tanto, cuando el profesor Berizzi nos propuso la posibilidad de participar en el proyecto H2OMap, para ISTF fue una oportunidad extremadamente interesante y estimulante. Los objetivos fundamentales del proyecto se pueden resumir de la siguiente manera:

- Mejorar las habilidades en el uso activo y la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- Fomentar el interés por la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (conocidas como disciplinas STEM).
- Valorizar el patrimonio hídrico desde una perspectiva histórica, artística, geográfica y socioeconómica.

La estructura de estudios de nuestro Instituto busca específicamente la integración de las disciplinas científicas con las humanísticas: a partir de una profunda conciencia histórica y cultural, el conocimiento y las habilidades útiles para moldear el futuro se arraigan en el pasado, desde lo científico hasta lo digital y comunicativo.

Esta sinergia se ve reforzada por la atención constante a la construcción de la casa común europea, con una perspectiva de internacionalización lo más inclusiva posible, que apunta a minimizar los efectos de cualquier forma de desigualdad o discriminación socioeconómica, y promover el contacto, el diálogo y el intercambio fructífero entre estudiantes de diferentes realidades y países. En esta dirección, la movilidad estudiantil asociada a las Actividades de Enseñanza, Capacitación y Formación (Learning Teaching Training Activities, LTTA) ha sido una herramienta realmente valiosa en el taller destinado a crear futuros Ciudadanos Europeos.

IV - 10.3 H2OMap en tiempos de Covid-19

Por lo tanto, comenzamos con la firme intención de involucrar al mayor número posible de estudiantes y profesores de diversas disciplinas.

El grupo de trabajo estuvo compuesto por las dos docentes

referentes, una de latín y griego y otra de historia y filosofía, acompañadas por alrededor de veinte profesores, tanto de los consejos de clase como externos (especialmente profesores de idiomas, matemáticas, física, ciencias y historia). El grupo de estudiantes involucrados contó con más de 40 estudiantes de los últimos tres años, que colaboraron en la segunda fase de LTTA, originalmente programada para llevarse a cabo en Pavia en 2022.

La pandemia de Covid-19 nos obligó a replantear profundamente las actividades planificadas, pero afortunadamente, gracias al compromiso unánime de todos, esto no resultó en una distorsión ni en una disminución de la calidad del proyecto. Si bien la pandemia ralentizó significativamente y complicó el inicio del proyecto, trasladando virtualmente todas las actividades en línea, también convirtió el proyecto H2OMap en un rayo de apertura y esperanza en tiempos difíciles, como experimentamos durante la primera movilidad en España en octubre de 2021. Para permitir que todos los socios participaran en esta valiosa experiencia a pesar de las dificultades relacionadas con la pandemia, replanteamos la segunda fase de LTTA, originalmente programada para la primavera de 2022, dividiendo las actividades en dos períodos separados:

- Del 1 al 6 de mayo de 2022, hospedamos a 17 estudiantes y 3 profesores de Castelló (España).
- Del 9 al 14 de octubre de 2022, hospedamos a 20 estudiantes y 6 profesores de Elvas y Campomaior (Portugal). El mayor esfuerzo organizativo se vio ampliamente recompensado por la oportunidad de involucrar de manera más profunda y extendida a un mayor número de estudiantes, quienes adquirieron de manera más productiva y constructiva las competencias esperadas.

IV - 10.4 LTTA 2022: el Naviglio Pavese

desde el Castillo Visconteo hasta la confluencia con el Ticino. La ciudad de Pavia tiene una tradición milenaria de estrecha relación con el agua: nacida a orillas del río Ticino, compartió su nombre durante siglos. La antigua Ticinum, de hecho, fue fundada quizás en el 89 a.C. y mantuvo este nombre hasta la era lombarda. A lo largo de los siglos, a la relación privilegiada con el río se sumó una densa red de canales que atraviesan su territorio, comenzando por el Naviglio Pavese.

Por lo tanto, identificamos como caso de estudio, con el valioso apoyo del equipo del profesor Berizzi, el área urbana del Naviglio Pavese desde el Castillo Visconteo hasta la Conca del confluente, donde el Naviglio se une al Ticino, en un recorrido que abarca la ciudad y el parque, pasando por Borgo Calvenzano y el sendero que bordea el Naviglio hasta llegar a la orilla del Ticino.

Este es un recorrido que valora tanto el patrimonio artístico de la ciudad como los numerosos elementos hidráulicos de interés histórico a lo largo del Naviglio, proporcionando además indicadores útiles sobre la salud de las aguas y el entorno circundante.



*Figure 1. Estudiantes durante el evento de mapeo.
Elaboración propia*

IV - 10.5 Mapeo: Ruta a lo largo del Naviglio Pavese

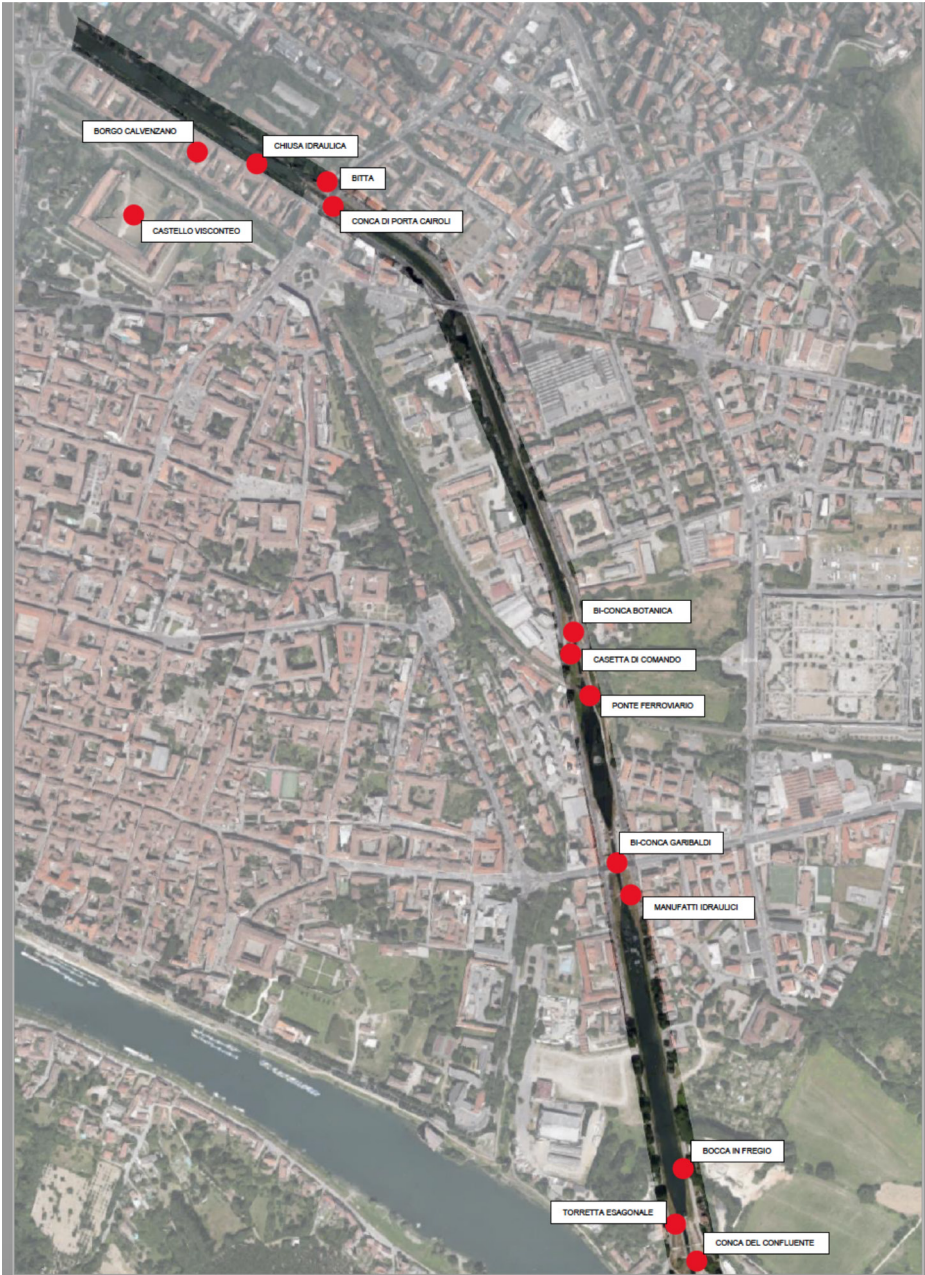


Figure 2. Mapeo de los elementos hidráulicos a lo largo del Naviglio Pavese. Elaboración propia.

Entre los monumentos de interés histórico-artístico, destaca nuestro punto de partida, el Castillo Visconteo, cuyos jardines en el siglo XIV eran regados por las aguas del Naviglio. Luego, encontramos el complejo de Borgo Calvenzano, construido en 1816 y originalmente concebido como una infraestructura comercial. Entre las estructuras hidráulicas más destacadas se encuentra la "chiusa idraulica", construida paralelamente al Naviglio Pavese a principios del siglo XIX, necesaria para desviar el exceso de agua y superar los desniveles del canal para permitir la navegación. El proyecto fue desarrollado por ingenieros de Napoleón, pero se construyó bajo el Imperio austrohúngaro. También se encuentra una "bitta", que se utilizaba para mantener estables las embarcaciones durante el llenado del depósito. Cada bitta pertenecía a una familia noble que la donaba a la ciudad y llevaba grabado el nombre y/o el símbolo de la familia para certificar su importancia. Luego encontramos la "Bi-Conca Botanica", que constituye la primera parte del monumento llamado Scala d'Acqua. El monumento está compuesto por dos dobles estanques (Botanica y Garibaldi) y el último estanque llamado Conca del Confluente. Toda la estructura fue construida en 1819. También se puede ver una "casetta di comando", donde un técnico estaba encargado de controlar la compuerta del depósito para permitir el paso de las embarcaciones, y el puente ferroviario, construido después de mediados del siglo XIX, que marca la llegada del ferrocarril a Pavia. El transporte rápido proporcionado por el tren gradualmente hizo que el canal fuera obsoleto. Luego sigue la "Bi-Conca Garibaldi", que constituye la segunda parte del monumento Scala d'Acqua y muestra todos los elementos hidráulicos que permiten abrir la compuerta. La "Bocca in fregio" es una esclusa histórica que data de principios del siglo XIX, mientras que la "Torretta esagonale" es la única torre hexagonal de ladrillo que queda en Pavia. Finalmente, llegamos a la última parte del monumento Scala d'Acqua, la "Conca del confluente", que también es la parte final del Naviglio,

donde el agua del canal confluye con el Ticino. En la realización de este recorrido, las actividades de mapeo del patrimonio hidráulico se han complementado e integrado con la observación de la flora, la fauna y las condiciones ambientales. Por ejemplo, la evidente baja calidad del agua debido a la contaminación y las condiciones ambientales, en ocasiones descuidadas y deterioradas, han puesto de manifiesto la escasa atracción y utilidad de la zona, a pesar de estar cerca del centro de la ciudad, y la urgencia social y política de propuestas de revitalización.

IV - 10.6 Impacto y perspectivas

El inicio del proyecto H2OMap coincidió con la introducción, en septiembre de 2020, de la Educación Cívica como disciplina transversal que abarca todos los niveles escolares, desde la escuela infantil hasta la escuela secundaria de segundo grado. Sus principales temas se dividen de la siguiente manera: CONSTITUCIÓN, derecho (nacional e internacional), legalidad y solidaridad; DESARROLLO SOSTENIBLE, educación ambiental, conocimiento y protección del patrimonio y del territorio; CIUDADANÍA DIGITAL.

Es evidente de inmediato la profunda coherencia de las actividades promovidas por el proyecto H2OMap con la disciplina recién introducida, ya que promueve:

- La transversalidad de las habilidades a través de la multidisciplinariedad e interdisciplinariedad.
- La internacionalización y la ciudadanía europea.
- La educación ambiental y el desarrollo sostenible (Agenda 2030), a través de la concienciación sobre los problemas de gestión del agua y los desastres hidrogeológicos, también en relación con el cambio climático.
- El desarrollo de habilidades digitales a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- La formación de ciudadanos conscientes, comenzando desde la “pequeña patria” local hasta la “casa común” europea.




IV - Módulo 11
Elvas (Portugal)










IV - Módulo 11 Patrimonio Hidráulico en Elvas

Crecimiento Poblacional y Necesidades de Agua en una Ciudad Militar

IV - 11.1 Introducción

El presente estudio de caso tiene como objetivo describir brevemente la aplicación de la metodología descrita en la guía metodológica, asociada a la investigación del patrimonio hidráulico en el municipio de Elvas, en el distrito de Portalegre, Portugal. La recopilación de datos y su organización según los descriptores permitieron la construcción de un mapa narrativo como producto final, mediante el uso del programa informático ArcGis y la aplicación QField, para la recopilación de datos, junto con la investigación bibliográfica.

IV - 11.2 Metodología

- Identificación de los elementos hidráulicos por parte de los estudiantes: proximidad al lugar de residencia de los estudiantes;
- Primera lista y uso de TIC para la investigación bibliográfica;
- Introducción al uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG);
- Uso de Google Pro para marcar e identificar puntos;
- Uso de QField para mapear puntos en el terreno.
- Formación de profesores en el uso de ArGis y construcción de Mapas Narrativos.
- Construcción del Mapa Narrativo final.

IV - 11.3 Recursos Humanos

Profesores: Biología y Geología, Matemáticas y Electricidad.
Estudiantes: Los estudiantes que formaron parte del proyecto y realizaron el estudio de caso comenzaron el proyecto en 2020, durante su 10º año (2020), y lo finalizaron en el 12º año (2023). Los estudiantes formaban parte del Curso Profesional de Producción Agrícola y del Curso Profesional

de Instalaciones Eléctricas. En ambos cursos, se trabajaron los contenidos de Sistemas de Información Geográfica de manera integrada, en articulación con el plan de estudios de diferentes disciplinas.

IV - 11.4 Construcción del Mapa Narrativo

Enlace: <https://storymaps.arcgis.com/stories/05a83a95d1ca46a9965c110edd507231>

Contexto

La ubicación geográfica de la ciudad de Elvas en el Alto Alentejo, situada en la cima de una colina, propicia períodos de sequía, a veces de más de un año. Agravando esta situación, el curso de agua permanente más cercano (el río Guadiana) se encuentra a unos 12 km.

La construcción de la ciudad, partiendo de la colina, una posición estratégica de defensa contra los invasores, constituyó con el tiempo un desafío para el almacenamiento de agua y el suministro de agua a la población entre murallas, desde la época islámica hasta el siglo XVII.

Elvas alberga ahora el conjunto de fortificaciones en forma de bastión más grande del mundo, las murallas de Elvas, que junto con el centro histórico de la ciudad son Patrimonio de la Humanidad, título otorgado por la UNESCO el 30 de junio de 2012.

Este mapa narrativo tiene como objetivo mostrar la influencia de la ubicación de Elvas como ciudad militar y la necesidad de abastecer a la población civil y militar en diferentes momentos históricos de la ciudad, donde el emblema es el Acueducto de Amoreira.

IV - 11.5 Secuencia de Ruta

La secuencia de puntos en el mapa narrativo permite iniciar el viaje desde épocas anteriores, fuera de las murallas, hasta el presente, pasando por lugares dentro de las murallas, después de la construcción del acueducto. También permite hacer referencia al río Guadiana, con la conexión de sus orillas españolas y portuguesas, a través del Puente de la Ajuda, resaltando la importancia de estos elementos y la importancia de su gestión estratégica en situaciones de conflicto.

Los puntos identificados resultan de una selección previa y la información del Mapa Narrativo está abierta, pudiendo mejorarse y ampliarse.

IV - 11.6 Tipología de Elementos Hidráulicos Identificados

- Acueducto;
- Cisterna;
- Fuente;
- Puente;
- Molinos.

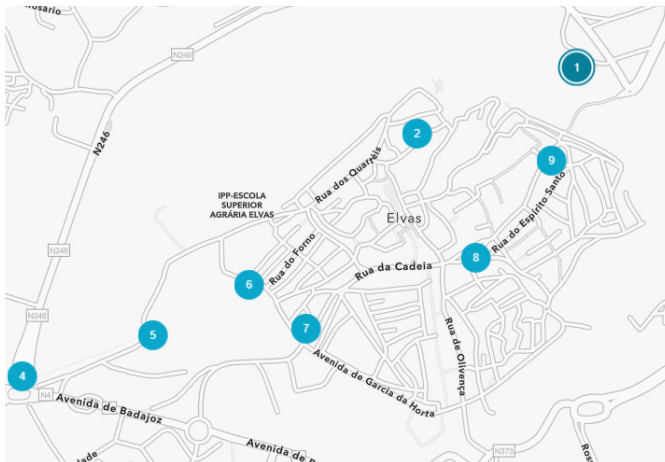


Figura 1: Mapa de elementos identificados.
Elaboración propia.

IV - 11.7 Puntos Identificados

- 1 Fonte da Prata
- 2 Poço de Alcalá
- 3 Fonte da Amoreira
- 4 Acueducto
- 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 Puente da Ajuda
- 12 Molinos do Guadiana

IV - 11.8 Público Objetivo

Estudiantes de entre 11 y 18 años. Puede ser utilizado con estudiantes más jóvenes en la versión en portugués y con objetivos específicos.

Público en general que desea conocer la relación entre la implementación de las principales fuentes dentro de las murallas y el crecimiento de la población.

IV - 11.8 Aplicación y Uso en Áreas Curriculares

Algunas áreas disciplinarias destacan en las que se podrá utilizar el mapa narrativo para la enseñanza de algunos contenidos curriculares: Historia, Idiomas Extranjeros, Portugués, Matemáticas, Educación Visual y Educación Física.

Bibliografía para la construcción del mapa narrativo

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; Julio 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 de captación, transporte, almacenamiento y distribución de agua a la plaza fuerte de Elvas, el Acueducto de Amoreira 4 siglos al servicio de la comunidad, Conferencias AIAR 2022.

NOTAS:

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
13. 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.e web.unex.es/e web/sextantegis/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
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 - Módulo 12
Campo Maior (Portugal)

IV - Módulo 12. Patrimonio hidráulico en Campo Maior

Más que agua: vida social en torno al patrimonio hidráulico

“We never know the worth of water till the well is dry.”
Thomas Fuller

Basándonos en la cita de Thomas Fuller, iniciamos nuestro trabajo en torno a la importancia del agua y las fuentes en la sociedad de Campo Maior a lo largo de los años.

IV - 12.1 Contexto

Campo Maior está situado en el interior de Portugal, en la región del Alentejo, donde los veranos son secos y calurosos y los inviernos muy fríos. A lo largo del año, en general, la temperatura oscila entre los 3 °C y los 34 °C y rara vez es inferior a -2 °C o superior a 45 °C. La probabilidad de días húmedos en Campo Maior varía a lo largo del año, sin embargo, la duración de los días de lluvia y la cantidad de precipitaciones mensuales han ido disminuyendo debido al cambio climático. Por lo tanto, es extremadamente importante preservar el agua y ponerla a disposición de toda la población. Campo Maior cuenta con varias fuentes que forman parte de su patrimonio hidráulico.

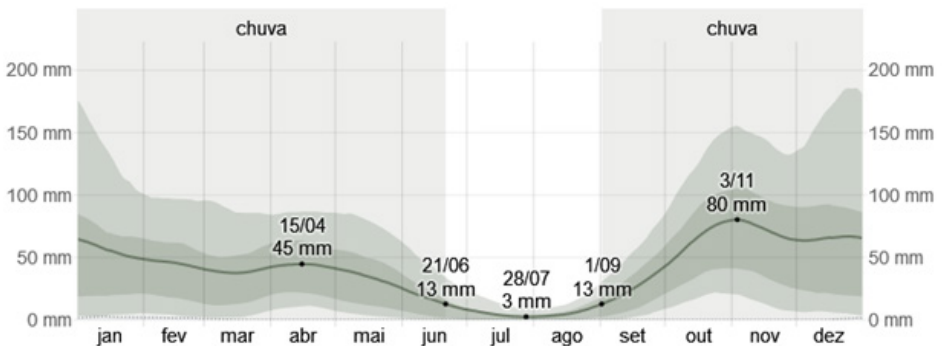


Figura 1: Diagrama de la precipitación en Campo Maior.

Fuente: <https://pt.weatherspark.com/y/32838/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Campo-Maior-Portugal-durante-o-ano>.

Campo Maior comenzó a crecer a partir de los muros del castillo. Antes del siglo XIV la mayor preocupación era mantener la villa a salvo de los ataques militares que podían venir de España, pero a partir de ese siglo y hasta el XVII, al no haber muchas guerras, la villa pudo crecer y extenderse más allá de los muros del castillo.

Ese crecimiento vino determinado por la existencia de fuentes que garantizaban el acceso de la población al agua. En este sentido, la aldea se expandió hacia las fuentes de agua: Hacia la Fonte de São Pedro (al noreste del núcleo medieval); hacia la Fonte Nova (al noroeste) y hacia la Fonte das Negras (al este).

Con la construcción de este story map queremos mostrar la importancia social y económica de algunas fuentes en la historia de Campo Maior. Las fuentes situadas fuera de las murallas del castillo tenían tres funciones principales: eran fuentes de agua potable para la población; eran lugares para dar de beber a los animales y lugares para lavar la ropa.



*Figura 2: Localización de Campo Maior.
Fuente: Instituto Geografico Nacional, Esri.*

IV - 12.2 Flujo de Trabajo

	Punto de encuentro	Animal Fuente de agua	Encontrar un trabajo	Lavadero	Ocio
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			

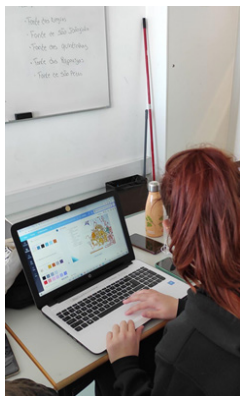
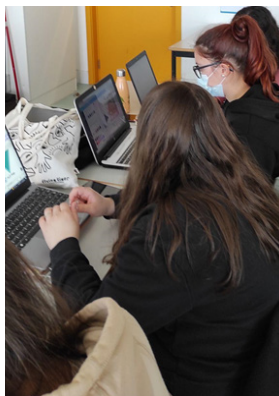
Tabla 1: catalogación con funciones de fuente de agua.

En primer lugar, pedimos a los alumnos que hicieran un estudio de todas las fuentes existentes en Campo Maior y las agruparan según las distintas funciones desempeñadas a lo largo de los años. A continuación realizamos una salida de campo para recoger los puntos cartográficos geográficos a través de la aplicación móvil y otros datos como fotografías actuales de los mismos.



*Figura 3 y 4: Grupo de estudiantes durante el mapeo hidráulico.
Elaboración propia.*

De vuelta al aula, cada alumno investigó sobre una de las fuentes, completando los datos que pudieran faltar, como la fecha de construcción, el uso pasado y presente, etc.



*Figura 5,6 y 7: Grupo de estudiantes durante el proceso de trabajo.
Elaboración propia.*

Con este trabajo aprendimos que nadie imagina que una fuente pueda ser un lugar social, pero lo era. En tiempos muy antiguos no sólo eran un punto de agua, sino también un punto de encuentro. Llevar a los animales a beber agua a una fuente no era realmente una reunión y, de hecho, podía ser una tarea difícil de hacer. Como no había otras fuentes de agua, había que llevar a los animales allí a beber.

Como punto de encuentro, era un lugar donde los hombres podían reunirse, hablar de la vida y encontrar algún trabajo en el campo. No había contrato, pero tampoco había preocupación por el trabajo ilegal como hoy en día.

Los lavaderos públicos eran un lugar donde las mujeres se reunían y, además de lavar la ropa de la familia, podían charlar un poco, ¿o deberíamos decir cotillear? En Portugal hay un dicho: “lavar a roupa suja”, cuya traducción es algo así como “lavar la ropa sucia”. Sin embargo, este dicho no se aplica particularmente a la ropa, sino especialmente a ese momento en el que alguien habla de la vida de los demás con su interlocutor. En cierto modo, los lavaderos eran un lugar de encuentro social.

Hoy en día estas fuentes son elementos decorativos debido a la fontanería doméstica. Se abandonaron e incluso algunas desaparecieron y fueron sustituidas por las lavadoras. Las fuentes ya no son “oficinas de trabajo” y nadie se imagina que hayan sido así.

Fonte Nova: Fuente bebedero de animales



*Figura 8: Fonte Nova.
Elaboración propia.*

Es una fuente con depósito de mármol y respaldo de mampostería. Tiene el escudo de Portugal y dos esferas manuelinas. Tiene agua pero no es aconsejable beber.

Situada en una de las ocurrencias de la aldea de Campo Maior, junto a la carretera que va a la aldea de Degolados, Fonte Nova es una fuente de probable edificación del siglo XVI. Integrada en un muro, está dividida en dos partes, la inferior correspondiente al depósito rectangular de piedra, una formada por el respaldo .

Fonte do Largo do Barata:



Figura 9: Fonte do Largo do Barata. Old status
Elaboración propia.

Se trata de una fuente situada en el interior de las murallas del siglo XVII pero, al estar situada en una entrada importante de la ciudad, tenía la doble función de fuente y bebedero para animales. Actualmente no está en uso.



Figura 10: Fonte do Largo do Barata. Current status
Elaboración propia.

Fonte dos Cantos de Baixo:



Figura 11: Fonte dos Cantos de Baixo. Estado anterior
Elaboración propia.



Figura 12: Fonte dos Cantos de Baixo. Estado actual
Elaboración propia.

Era el lugar donde los hombres se reunían por la mañana temprano para ser elegidos por los terratenientes para realizar algún trabajo. Sigue siendo un lugar de socialización. No tiene agua corriente

Fonte de São Francisco:



Figura 13: Fonte de São Francisco.
Elaboración propia.

Es un ejemplo de arquitectura barroca, construido en 1766. Está situado en una esquina, dispuesto teatralmente en relación con el espacio urbano circundante. Fue clasificada de interés municipal en 2014. No tiene agua corriente. Tiene una finalidad decorativa.

Chafariz da Abertura:



Figura 14: Chafariz da Abertura.
Elaboración propia.

Situada en el Largo de Sao Francisco, esta fuente era un lugar donde los animales podían beber. El agua restante se canalizaba detrás del llamado miniacueducto para uso agrícola en las tierras cercanas.

Fonte das negras:



Figura 15: Fonte das negras.
Elaboración propia.

Era un lavadero público llamado “Tanquinhos”, que funcionó hasta 1982. Se cerró porque se utilizaba poco. También era un bebedero para animales. Los caños de la fuente se cerraban por la noche para que el agua pudiera utilizarse íntegramente en el riego de los cultivos de las granjas cercanas.

Fonte do Jardim:



Figura 16: Fonte do Jardim.
Elaboración propia.

Es una fuente circular de construcción moderna y reciente, situada en una amplia zona central de Campo Maior. Se utiliza como lugar ornamental; sin embargo, se convierte en el centro de diferentes actividades como ferias, fiestas, reuniones, exposiciones y otros eventos sociales, aportando belleza y frescura a esta “calle” principal del pueblo.

IV - 12.3 Inventario



*Figura 17: Mapa elaborado de Campo Maior.
Elaboración propia.*

Cuando terminamos todo nuestro trabajo de recopilación de información y cartografía de puntos geográficos, pudimos construir nuestro mapa histórico, en el que identificamos las fuentes, destacando la importancia que cada una de ellas tuvo a lo largo de los años para la población de Campo Maior. Paralelamente a la creación del mapa histórico, y para enriquecerlo, los alumnos crearon tres rutas peatonales para conocer las fuentes de Campo Maior y según el grado de dureza del agua: agua blanda - cuatro fuentes; agua media - ocho fuentes; agua dura - doce fuentes.

Rutas del agua:

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/DAE8YfUUqIM/lmxOEoT5Vg4NrOi8Dw_7Qw/edit?utm_content=DAE8YfUUqIM&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Bibliografía:

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/

(última visita 28 de mayo del 2023)

H2O Map: Guía Metodológica

fue desarrollado durante el proyecto Erasmus+ “H2O MAp Aprendizaje Innovador mediante el mapeo del patrimonio hidráulico”, financiado por la comunidad europea.

Este libro sirve como una guía y herramienta para el análisis y la catalogación del patrimonio hidráulico, dirigido a profesores y estudiantes de secundaria para desarrollar nuevas habilidades en el campo de la tecnología de la información y la comunicación (TIC).

El objetivo es concienciar a las escuelas sobre el patrimonio hidráulico, ofreciendo una oportunidad a los estudiantes de secundaria para acercarse al mundo de la investigación y la educación universitaria, promoviendo su apreciación.