



Universitat de Lleida

TREBALL FINAL DE GRAU



ESCOLA
POLITÈCNICA SUPERIOR
UNIVERSITAT DE LLEIDA
INSPIRING THE FUTURE

Estudiant: Joan Mascarell Juan

Titulació: Grau en Disseny Digital i Tecnologies Creatives

Títol de Treball Final de Grau: **Anàlisi dels recursos hídrics a les conques internes de Catalunya: visualització de dades**

Director/a: **Rosa Maria Gil Iranzo**

Presentació

Mes: Desembre

Any: 2024

Resum

En aquest treball es presenta una anàlisi general de l'estat dels recursos hídrics de les conques internes de Catalunya, a través de la creació i visualització de gràfiques dinàmiques i interactives. Aquesta presentació de dades s'explorà a través de la plataforma Observable, seguint l'objectiu de proporcionar una perspectiva clara i accessible de la temàtica abastada.

Paraules clau: Visualització de dades, Anàlisi de Dades, Interacció Web, Recursos Hídrics, Factors Climàtics.

Abstract

This work introduces a general analysis of the state of the water resources of the internal basins of Catalonia, through the creation and visualization of dynamic and interactive graphs. This data presentation will be visualized through Observable, following the purpose of providing a clear and accessible perspective of the theme achieved.

Keywords: Data visualization, Data Analysis, Web Interaction, Water Resources, Climate Factors.

Agraïments

Especial reconeixement al suport incondicional i l'orientació de Rosa Maria Gil, tutora d'aquest treball de final de grau, per la seva dedicació i confiança. També a Júlia Martí Ochoa, amb qui aquesta idea es va convertir en una realitat.

A la meva família, no són conscients de quina manera!

Contingut

Resum.....	1
Abstract	2
Agraïments	3
1. Índex De Taules	6
2. Índex De Figures	6
3. Plantejament	9
3.1. Introducció	9
3.2. Motivació.....	10
3.3. Objectius	11
3.4. Metodologia	12
4. Marc Teòric	13
4.1. Visualització de Dades.....	13
4.1.1. Visualització Descriptiva	14
4.1.2. Visualització Analítica	17
4.1.3. Visualització exploratòria.....	18
4.2. Breu Introducció al Context Històric	19
4.3. Plantejament Actual.....	23
4.4. Influències i Models de Referència.....	24
4.4.1. Edward Tufte i els Fonaments Principals del Disseny Analític.....	24
4.4.2. Nathan Yau	25
4.4.3. Ed Hawkins i “Warming Stripes”	25
4.4.4. Visualitzacions d’Embassaments	26
4.4.5. Propostes Similars	30
5. Pla De Desenvolupament	34
5.1. Proposta Pràctica.....	34
5.1.1. Investigació i Anàlisi.....	35
5.1.2. KPI (Key Performance Indicator)	40
5.1.3. Breu Presentació i Justificació del D3.js.....	40
5.2. Dades.....	41
5.2.1. Recull de Dades	41
5.2.2. Selecció i Filtratge de les Dades.....	41

5.3. Disseny	49
5.3.1. Visualitzacions, Observable	49
5.3.2. Projecte, Observable Framework	78
5.4. Materials i Tecnologies Emprades.....	88
5.4.1. D3 amb Observable	88
4.4.3. Llenguatges de Programació: HTML, Markdown, CSS, JavaScript	89
4.4.3. Disseny: Esbossos i Prototipat	91
6. Conclusió	92
6.1. Limitacions del Treball.....	93
6.2. Derivacions	94
7. Valoració Personal.....	95
7.1. Opinió i Judici Personal	95
8. Bibliografia.....	96
8.1. Normes APA.....	96
9. Annexos.....	99
9.1. Esbossos	99
9.2. Prototipat / <i>Wireframe</i>	100

1. Índex De Taules

Taula 1. Objectius específics que abastarà el treball	11
Taula 2. Eines populars per crear visualitzacions de dades	18
Taula 3. Informació de les Conques Internes de Catalunya i la Conca de la Garona	36
Taula 4. Informació de la Conca Catalana de l'Ebre	37
Taula 5. Taula de les 5W1H.....	38
Taula 6. Taula de definició de l'audiència.	39
Taula 7. Taula d'anàlisi de les dades.....	39
Taula 8. Objectius per al desenvolupament del projecte.	40
Taula 9. Contingut de les dades.....	42

2. Índex De Figures

Figura 1. Infografia del PIB mundial del 2021	13
Figura 2. Bulletin of the Atomic Scientists. (Giorgia Lupi 2021).....	15
Figura 3. Infografia per al projecte Happy Data! (Giorgia Lupi 2020)	15
Figura 6. Exemple de visualització que acompanya una presentació	16
Figura 7. Visualització de les relacions entre les puntuacions de crítics i audiència sobre les pel·lícules de la productora A24	18
Figura 8. Estudis sobre embrions de Leonardo da Vinci entre 1510 i 1513	19
Figura 9. Moviments planetaris representats com a inclinacions cícliques al llarg del temps, 950 dC	20
Figura 10. A specimens of a chart of biography (1765). Es tracta d'un gràfic de biografies de personatges il·lustres que abasta un interval de temps molt ampli, des de 1200 aC fins a 1800 dC i compta amb uns dos mil noms	21
Figura 11. The Comercial and Polititcal Atlas (Londres, 1801). Gràfic lineal en el qual la línia groga mostra el valor de les importacions d'Anglaterra des de Dinamarca i Noruega i la vermella el de les exportacions a tots dos països des d'Anglaterra entre 1700 i 1780	21
Figura 12. Gràfic de les baixes en l'Exèrcit Francès en la campanya de Napoleó de Rússia de 1812-1813.....	22
Figura 13. Warming Stripes (2018)	25
Figura 14. Mapa geogràfic interactiu amb localitzacions dels embassaments que cobreix la CHE (Confederació Hidrogràfica de l'Ebre)	27
Figura 15. Gràfic interactiu de l'embassament d'Oliana	27
Figura 16. Situació de les conques hidrogràfiques peninsulars amb els barems d'informació recollits per cada zona.....	28
Figura 17. Volum d'aigua embassada des de 1988	29
Figura 18. Visualització creada per l'ACA on il·lustrat l'estat actual de les conques internes respecte el 100% de les reserves totals	30
Figura 19. Visualització interactiva creada per l'ACA de l'estat dels embassaments de les conques internes de Catalunya	31

Figura 20. Visualització en temps real interactiva de l'estat total i per embassament de les conques internes (ACA) i conques de l'Ebre (CHE) de Catalunya	31
Figura 21. Mapa dels embassaments de les conques internes de Catalunya, cada punt marca la capacitat i l'estat del pantà.....	32
Figura 22. Gràfica de barres que mostra comparacions dels percentatges d'aigua embassada entre els embassaments de les conques internes de Catalunya	33
Figura 23. Mapa de distribució de punts del nivell de les reserves de les conques internes.....	33
Figura 24. Els Embassaments de Catalunya	37
Figura 25. M. Borràs, J. (2007, May 6) https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mapa_comarcal_de_Catalunya.svg	50
Figura 26. Distribució geogràfica dels embassaments a les conques internes	51
Figura 27. Diagrama de barres apilades per representar l'estat actual del volum d'aigua emmagatzemada (hm ³) a les conques internes de Catalunya.....	59
Figura 28. Diagrama de barres apilades que representa el desglossament del volum actual d'aigua emmagatzemada (hm ³) per embassament	60
Figura 29. Gràfic de columnes que mostra la quantitat d'aigua emmagatzemada als embassaments en relació amb la seva capacitat total	62
Figura 30. Monitor interactiu del volum d'aigua embassada	65
Figura 31. Slider interactiu, permet un seguiment precís en intervals de 24 a 96 hores.	67
Figura 32. Selector Data d'Inici	68
Figura 33. Selector Data Final	68
Figura 34. Gràfic de línies per seguir l'evolució dels volums d'aigua emmagatzemats en diferents estacions al llarg d'un període seleccionat.	69
Figura 35. Selector d'embassaments	70
Figura 36. Gràfic de línies que mostra l'evolució d'un embassament específic durant el període seleccionat.....	71
Figura 37. Mapa de calor de l'evolució del percentatge del volum d'aigua embassada dels embassaments de les conques internes	74
Figura 38. Mapa de calor que representa l'anàlisi mensual del percentatge d'aigua embassada en cada estació, permetent identificar les variacions estacionals.....	76
Figura 39. Captura de pantalla de la pàgina principal de l'aplicació web.....	79
Figura 40. Captura de pantalla del menú desplegable.....	81
Figura 41. Captura de pantalla de la pàgina d'Estat Actual	82
Figura 42. Captura de pantalla de la pàgina del Cercador	84
Figura 43. Captura de pantalla de la pàgina del Monitor	86
Figura 44. Captura de pantalla de la pàgina de Tendències Estacionals.....	87
Figura 45. Esbossos inicials	99
Figura 46. Esbossos inicials	99
Figura 47. Esquema de la pàgina principal de l'aplicació web al Figma.....	100
Figura 48. Esquema de la distribució de la primera pàgina	100
Figura 49. Esquema de la distribució de la segona pàgina	101

Figura 50. Esquema de la distribuci3 de la tercera p3gina101
Figura 51. Esquema de la distribuci3 de la quarta p3gina 102

3. Plantejament

3.1. Introducció

Ens situem en un període on les dades impulsen el progrés i la innovació, pràcticament qualsevol aspecte humà o natural es pot traduir en dades quantitatives o qualitatives. Àmbits tan diversos com la salut, l'economia, la política, l'educació o l'esport, entre altres, aprofiten aquestes dades per obtenir una visió més precisa del món en què vivim. A més, la tecnologia i Internet han incrementat exponencialment la quantitat de dades generades diàriament, de manera que cada cop més persones necessiten adquirir habilitats per a treballar-hi i comprendre el seu significat i impacte.

Dintre del marc general del treball, aplicaré les tècniques i metodologies de la visualització de dades mitjançant una aplicació web que explora dades específiques. Aquesta disciplina es basa en la representació visual de les dades abstractes mitjançant gràfiques estadístiques i informatives, creant visualitzacions que comuniquen relacions complexes i coneixements derivats de patrons lògics de forma clara i accessible per a qualsevol públic.

La finalitat d'aquest projecte es resumeix en transformar dades hidrològiques en visualitzacions interactives i dinàmiques, prenent com a tema central la disponibilitat d'aigua a les conques internes de Catalunya. La visualització permetrà als usuaris recórrer les dades relatives a la ubicació, capacitat, estat actual i altres característiques importants dels embassaments. Mitjançant l'ús d'eines i tècniques avançades de visualització, com ara mapes interactius, gràfics dinàmics i accessibles del rol que juguen els embassaments en la gestió dels recursos hídrics i la sostenibilitat a Catalunya.

Aquesta visualització està dissenyada tant per a professionals del sector com per al públic general, contribuint a una millor comprensió de la situació actual, les tendències i els reptes associats a la infraestructura hídrica de la regió. Així, aquest projecte no tot just contribuirà la transparència i la presa de decisions informades, també promourà l'educació i la consciència social respecte a la importància de la gestió dels recursos hídrics en el context del canvi climàtic i les creixents necessitats de la societat.

3.2. Motivació

En un context de sequera persistent, les qüestions sobre l'estat de les reserves d'aigua s'han convertit en una preocupació quotidiana per a molts ciutadans a Catalunya, incloent-m'hi a mi mateix. Sovint, consultar l'estat dels embassaments és un exercici complex a causa de la dispersió de la informació, distribuïda entre diverses fonts i administracions públiques. Eines com la representació de la “gota”¹ de l'Agència Catalana de l'Aigua només ofereixen una visió general, sense aportar dades concretes ni detalls específics.

A mesura que investigava, em vaig trobar immers en un procés de recerca que implicava navegar per múltiples pàgines i mapes per obtenir una visió completa. Aquest procés em va fer reflexionar sobre la necessitat d'una eina centralitzada i intuïtiva per accedir a aquesta informació. Així, la meva motivació principal ha sigut la de dissenyar una plataforma pròpia que reuneixi i presenti, de manera clara i precisa, l'estat de les conques internes de Catalunya, facilitant l'accés a aquestes dades per a qualsevol usuari interessat.

¹ <https://aca.gencat.cat/ca/laigua/estat-del-medi-hidric/recursos-disponibles/estat-de-les-reserves-daigua-als-embassaments/index.html>

3.3. Objectius

L'objectiu general del projecte és el de promoure una comprensió més profunda i accessible de l'estat dels recursos hídrics de les conques internes a Catalunya entre la població, a partir de la creació de gràfiques dinàmiques i interactives.

Amb la finalitat d'assolir l'objectiu general del projecte, s'han establert les metes específiques que es mostren a la taula següent:

Taula 1. Objectius específics que abastarà el treball

Conèixer i contextualitzar els principis de la teoria de la visualització de dades.

Obtenir i netejar les dades recopilades per crear visualitzacions clares i compressibles.

Ajudar l'usuari a comprendre millor els nivells dels embassaments de les conques internes de Catalunya:

- Posar a la seva disposició mecanismes per establir correlacions entre diferents indicadors.
- Proporcionar dades sobre l'evolució del nivell de l'aigua per embassament.
- Mostrar com ha disminuït la disponibilitat d'aigua a Catalunya.
- Monitorar fenòmens climàtics, com la DANA, per comprendre millor el seu impacte en els recursos hídrics del territori.

Desenvolupar una aplicació interactiva que permet-hi visualitzar aquestes dades.

3.4. Metodologia

L'enfocament metodològic d'aquest treball es basa en mostrar un procés que parteix de recollir unes dades brutes a explorar-les, analitzar-les, per finalment exposar-les gràficament.

Les dades emprades en aquest projecte es recullen al catàleg de dades obertes de la Generalitat de Catalunya² (*Quantitat d'aigua als embassaments de les Conques Internes de Catalunya | Dades obertes de Catalunya*, s. f.), font de caràcter oficial per garantir la fiabilitat d'aquestes. Un cop recopilades, les dades passen per un procés de neteja i transformació per assegurar que estan preparades per a l'anàlisi i visualització. Aquesta fase inclou la identificació i gestió de valors perduts, normalització d'unitats de mesura i filtratge de dades no rellevants per als objectius del projecte.

En l'anàlisi de les dades, s'utilitzen mètodes estadístics descriptius per examinar el comportament històric de les dades. Aquest estudi és essencial per identificar els aspectes clau a destacar en les visualitzacions, com la temporalitat de les dades o les diferències entre embassaments.

Per presentar gràficament i analitzar les dades recollides, he treballat amb Observable³, una plataforma col·laborativa per explorar, analitzar, compartir dades i crear visualitzacions, que implementen la biblioteca gràfica D3.js.

² https://analisi.transparenciacatalunya.cat/Medi-Ambient/Quantitat-d-aigua-als-embassaments-de-les-Conques-/gn9e-3qhr/about_data

³ <https://observablehq.com/>

4. Marc Teòric

4.1. Visualització de Dades

Per parlar de la visualització de dades, primer cal introduir el concepte de **visualització de la informació**. D'acord amb Card, Mackinlay i Shneiderman, la visualització de la informació es defineix com *“l'ús de representacions visuals interactives de dades abstractes, no físiques, per ampliar el coneixement”* (Card et al., 1999).

Segons la recerca existent (Catalunya, 2018), es pot determinar que la visualització de dades és una branca específica de la visualització de la informació, que se centra en la representació gràfica de dades numèriques i descriptives per facilitar la comprensió i l'anàlisi. Aquest procés es realitza a través de **gràfics, mapes, diagrames** i altres eines visuals. D'aquesta manera, entenem que:

- És un model visual per representar dades com idees o conceptes.
- El disseny visual és una part essencial de com absorbim i processem la informació, facilitant així la presa de decisions.

En general, es poden identificar dues categories de visualitzacions: **les visualitzacions estàtiques i les interactives**.

Les visualitzacions **estàtiques** s'utilitzen per comunicar dades analitzades prèviament. Aquesta categoria és especialment útil per a identificar patrons i tendències globals. Com a exemple, la següent imatge mostra una visualització creada per Visual Capitalist on es fracciona el PIB de l'economia mundial de l'any 2021. Aquesta infografia exemplifica de manera excel·lent com es poden presentar dades de forma visualment atractiva, no convencional, però alhora precisa.

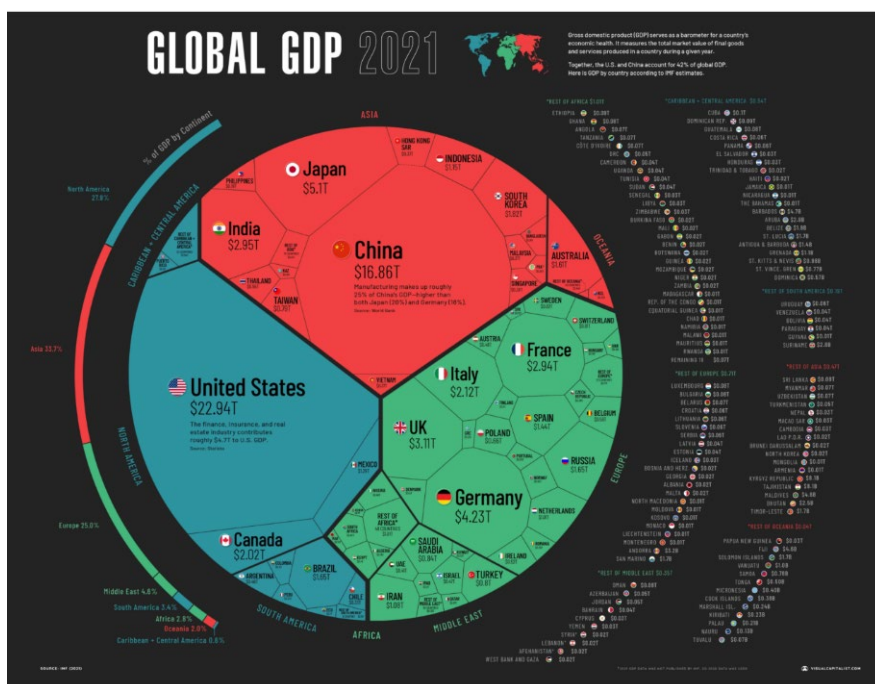


Figura 1. Infografia del PIB mundial del 2021

D'altra banda, les visualitzacions interactives serveixen per a què l'usuari pugui interactuar amb les dades. Un exemple és la visualització interactiva de The New York Times, la qual permet als usuaris traçar les seves pròpies estimacions sobre diversos indicadors econòmics i socials dels Estats Units. La interacció ens permet dirigir l'atenció de l'usuari a les dades. Amb aquesta visualització, s'aconsegueix que l'usuari reflexioni sobre l'evolució de certs punts clau en les polítiques dels Estats Units durant els governs de George Bush i Barack Obama.

Autor: Larry Buchanan, Haeyoun Park, Adam Pearce

Títol: You Draw It: What Got Better or Worse During Obama's Presidency

Any: 2017

Publicació/URL: <https://www.nytimes.com/interactive/2017/01/15/us/politics/you-draw-obama-legacy.html>

La visualització de dades s'engloba en tres objectius essencials: **descriure**, **analitzar** i **explorar**.

4.1.1. Visualització Descriptiva

La democratització de l'accés a les dades gràcies a internet, les xarxes socials i les dades obertes han dut a terme iniciatives com el periodisme de dades, que les fan servir com a principal font d'informació per generar notícies.

En aquest camp, la visualització de dades és essencial per comunicar i comprendre adequadament la informació en el context d'una narració o propòsit específic. Ens ajuda a comprendre d'alguna manera el món que ens rodeja i evitar malentesos, donant la situació que una visualització ben elaborada ens pot demostrar o alterar el significat de les dades.

Infografies.

Les infografies són representacions visuals que s'utilitzen en diferents contextos, des dels mitjans de comunicació i educació fins al màrqueting i les presentacions corporatives. Gràcies a les xarxes socials, les infografies han augmentat l'audiència de manera exponencial pels següents motius:

- La Introducció d'elements gràfics atractius, ajuda al fet que les infografies destaquen enmig del vast flux d'informació en línia.
- Estan dissenyades per ser consumides en poc temps.
- Les infografies, generalment, no requereixen coneixements previs sobre el tema tractat, la qual cosa les fa accessibles a un públic més ampli.

Un treball destacat d'infografia, són les visualitzacions creatives de la dissenyadora d'informació italiana, Giorgia Lupi⁴.

⁴ Giorgia Lupi (1981) és una dissenyadora d'informació italiana, sòcia de l'empresa de disseny Pentagram i cofundadora de la firma de recerca i disseny Acurat. (*Giorgialupi, s. f.*)

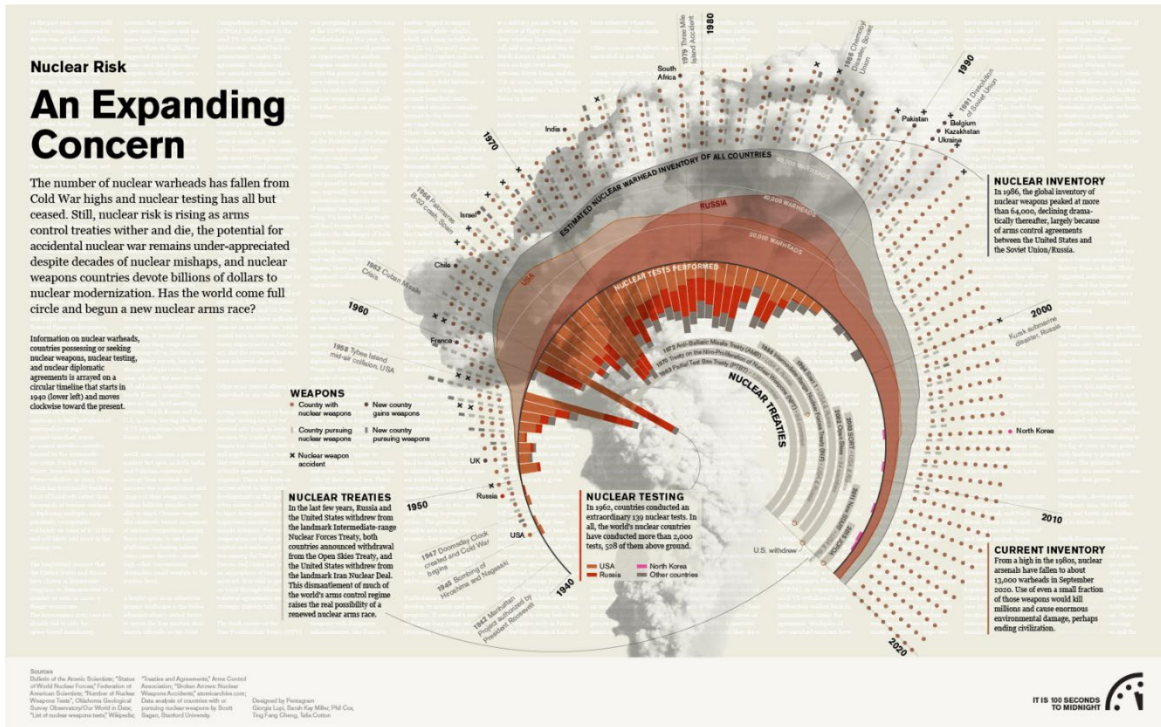


Figura 2. Bulletin of the Atomic Scientists. (Giorgia Lupi 2021)

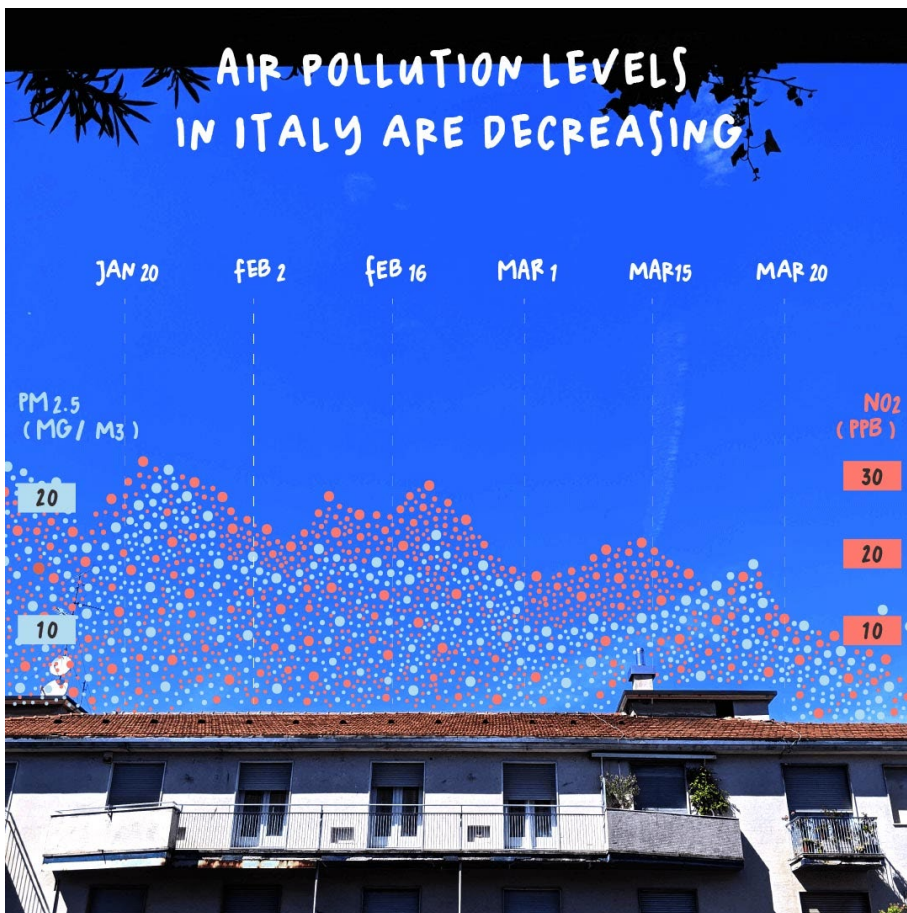


Figura 3. Infografia per al projecte Happy Data! (Giorgia Lupi 2020)

Narrativa per Desplaçament.

La narrativa per desplaçament (*scrollytelling*) és una forma de narració on l'usuari ha de desplaçar-se (amb la barra de desplaçament, el ratolí o lliscant el dit en un dispositiu tàctil) per obtenir més informació. Aquest format s'utilitza per explicar successos des de diferents punts de vista i amb diversos elements com gràfics, vídeos, animacions, fotografies i text. La interacció permet que la història es presenti en l'ordre corresponent i contempli l'atenció de l'usuari.

El Periódico ofereix una mostra excel·lent de narrativa per desplaçament, sobre la nova carrera espacial multimilionària. En aquest article digital, s'aconsegueix crear un intel·ligent disseny interactiu que reforça el missatge i perspectiva de la història.

Autor: elPeriódico

Títol: La carrera lunàtica de Musk y Bezos

Any: 2021

Publicació/URL: <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/musk-bezos-carrera-espacial-luna-sh/>

Presentacions.

Les presentacions s'han convertit en una estratègia molt comuna de comunicació per presentar la informació de manera coherent i resumida. L'ús de gràfiques o altres elements visuals determinen la forta presència de la visualització de dades en aquest context.



Figura 4. Exemple de visualització que acompanya una presentació

Vídeo.

El vídeo s'ha desenvolupat a Internet com un dels formats preferits, i la visualització de dades no n'és cap excepció. Els gràfics en moviment (*motion charts*) i els GIF són habituals per transmetre dades de manera animada i ràpida a les xarxes socials com Twitter o Instagram. A més, molts canals de Youtube i mitjans digitals aposten per formats de vídeo innovadors que integren dades i infografies dinàmiques.

Un d'aquests mitjans digitals, referent d'aquest format, és Vox Media. Al seu canal de Youtube (<https://www.youtube.com/@Vox>) hi destaquen una àmplia varietat de vídeos que fan servir la visualització de dades, com per exemple “*How America's richest donate their money*” https://www.youtube.com/watch?v=uyVCneA_e30.

4.1.2. Visualització Analítica.

Una de les aplicacions més pràctiques de les visualitzacions de dades és l'anàlisi, per extreure conclusions d'un conjunt de dades i posteriorment narrar una història o permetre la seva exploració segons els paràmetres específics. El seu principal objectiu continua sent el tractament i l'estudi de problemes complexos i que acompanyen camps generals com la medicina, la biologia, l'exèrcit, les polítiques públiques o les xarxes socials. Aquestes funcions són especialment eficaces quan la naturalesa enigmàtica del problema o l'excés de dades supera les capacitats de les tècniques d'anàlisi tradicional.

Quadre de Comandament.

Entenem com a quadre de comandament, aquella eina que permet controlar l'estat d'un sistema. Per exemple, un quadre de comandament de màrqueting permet mesurar l'efectivitat de les campanyes i les estratègies de promoció. Pot incloure mètriques com el retorn de la inversió (ROI), les taxes de conversió, l'abast de campanyes publicitàries, l'efectivitat a les xarxes socials, i altres indicadors clau.

Un quadre de comandament està destinat a usuaris experts que poden modificar el sistema monitorat. Per això, és essencial conèixer els objectius i els coneixements d'aquests usuaris.

Aplicació d'Analítica Visual.

Les aplicacions d'analítica visual són aquelles que empen tècniques estadístiques avançades per a l'exploració i interpretació de dades. Per exemple:

- Calcular mesures com la mitjana, la mediana o la correlació.
- Agrupar elements mitjançant tècniques d'anàlisi de clúster⁵.
- Construir models predictius que anticipen esdeveniments futurs, proporcionant una perspectiva integral per distints escenaris.

⁵ L'anàlisi de clúster és una tècnica d'anàlisi de dades amb la qual es pot segmentar, automàticament, un conjunt de dades en subgrups (denominats clústers) que tinguin valors similars a les seves variables. («Clusterització de dades», 2024)

4.1.3. Visualització exploratòria.

Les visualitzacions exploratòries promouen la participació del lector, estimulen el debat sobre un tema i donen resposta a multituds d'incògnites alhora que formulen noves qüestions. Aquesta categoria de visualitzacions, requereixen un equip multidisciplinari per desenvolupar històries, agrupar i analitzar dades, i dissenyar interfícies interactives.

Algunes de les eines més populars per crear visualitzacions es mostren a la taula següent:

Taula 2. Eines populars per crear visualitzacions de dades

Tableau	Programari per desenvolupar visualitzacions interactives.
Power BI	Eina de Microsoft per anàlisi de dades.
Python (matplotlib, seaborn, plotly)	Biblioteques gràfiques per crear visualitzacions en codi.
JavaScript (D3.js)	Una altra opció potent de biblioteca gràfica per produir visualitzacions dinàmiques i interactives en un espai web.

El següent cas real, il·lustra una visualització on es relaciona les puntuacions donades per crítics de cine i l'audiència a pel·lícules de la productora A24. L'objectiu d'aquesta gràfica interactiva no és proporcionar respostes específiques o concretes. En canvi, està creada per interactuar i explorar les dades de manera més oberta i flexible.

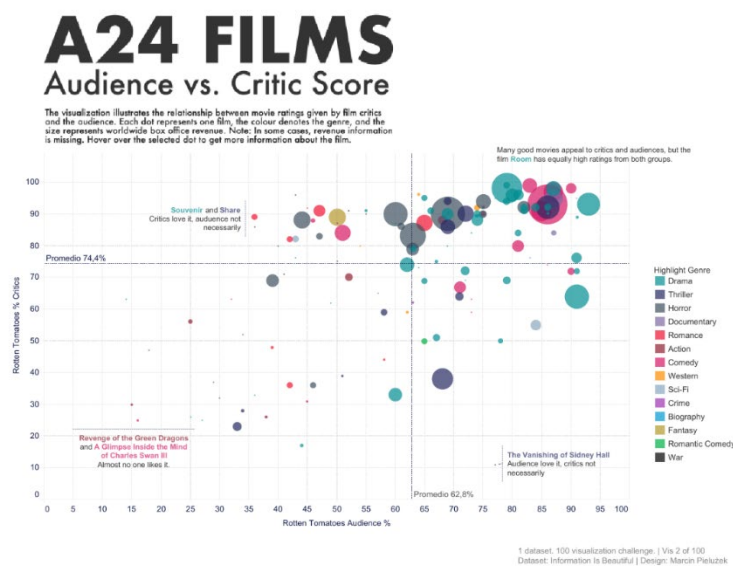


Figura 5. Visualització de les relacions entre les puntuacions de crítics i audiència sobre les pel·lícules de la productora A24

4.2. Breu Introducció al Context Històric

La visualització de dades i la seva representació gràfica són l'evidència d'un transcurs històric d'elements omnipresents en la nostra vida quotidiana. Estem rodejats de gràfics, mapes, icones, gràfiques de barres, cartells, diagrames, esquemes, etc. Que estudien i verifiquen processos generals de les qüestions humanes.

El seu inici es remunta als primers intents de representar gràficament la informació, com es pot observar en les pintures rupestres, que assenyalen els principis de la història de la comunicació. Avançant una mica en la història i deixant enrere les pintures rupestres, civilitzacions antigues com l'egípcia i la xinesa, feien servir estadístiques gràfiques per exemplificar tasques que ara com ara estarien reconegudes com a infografies. La cultura maia i la cultura asteca construeixen, de manera semblant, infografies monumentals per il·lustrar esdeveniments històrics i presagis del futur.

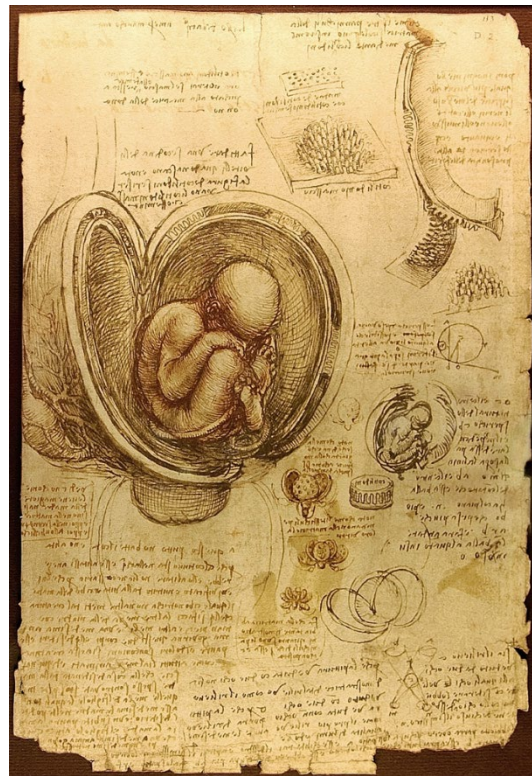


Figura 6. Estudis sobre embrions de Leonardo da Vinci entre 1510 i 1513

Durant el Renaixement es produeix un gran canvi en el pensament crític i la forma de comprendre el món. Amb tots els avenços en el coneixement i la ciència, surten idees per crear eines innovadores que faciliten la vida de l'ésser humà. Leonardo da Vinci (1452-1519) manifesta una intensa unificació entre la paraula i la imatge. Els seus manuscrits mostren una anàlisi que combinen text, dibuixos elaborats, diagrames d'enginyeria, anotacions i mesures a escala (Figura 8).

Els primers "prototips" que coneixem com a visualitzacions de dades inclouen diagrames geomètrics, taules amb les posicions estel·lars i nombrosos mapes que facilitaven la navegació i l'exploració. El matemàtic Funkhouser⁶, amb el seu llibre "*Historical Development of the Graphical Representation of Statistical Data*" (Funkhouser, 1937), considera que una figura de l'any 950 és el primer exemple de construcció gràfica. Es tracta d'un esquema quadriculat,

⁶ Howard Gray Funkhouser (1898 - 1984) va ser un matemàtic, historiador i professor associat de matemàtiques a la Universitat de Washington and Lee, particularment conegut pels seus primers treballs en la història de les metodologies gràfiques («Howard G. Funkhouser», 2024).

acompanyat d'una descripció dels moviments planetaris que representava les inclinacions cícliques al llarg del temps (Figura 9).

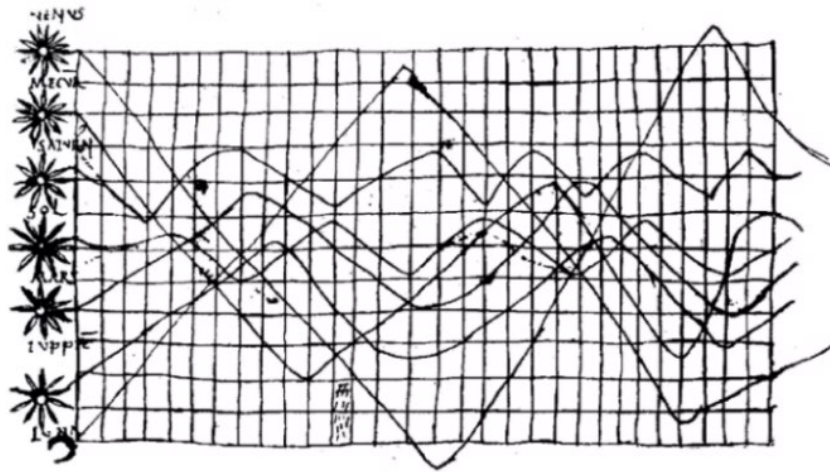


Figura 7. Moviments planetaris representats com a inclinacions cícliques al llarg del temps, 950 dC

No és senzill destacar el moment exacte on es generaran els primers gràfics estadístics. Ja hem observat que les tècniques de representació gràfica s'han emprat des de l'antiguitat, però podria dir-se que el sorgiment de les representacions visuals modernes realment comença al segle XVIII, amb *"A specimens of a chart of biography"* (Figura 10) de la mà del Joseph Priestley (1733-1804). En qualsevol cas, Edward Tufte⁷ considera que els creadors de la primera gràfica estadística són Johann Heinrich Lambert i William Playfair (1759-1823) amb el seu gràfic de coordenades sobre economia publicat l'any 1801, *"The Comercial and Polititcal Atlas (Londres)"* (Figura 11).

⁷ Edward Rolf Tufte és un professor emèrit de la Universitat de Yale, cèlebre estadista, dissenyador, artista i expert en el camp del disseny de la informació i interfícies. Autor referent de diversos llibres sobre visualització d'informació quantitativa. (The Work of Edward Tufte and Graphics Press, s. f.)

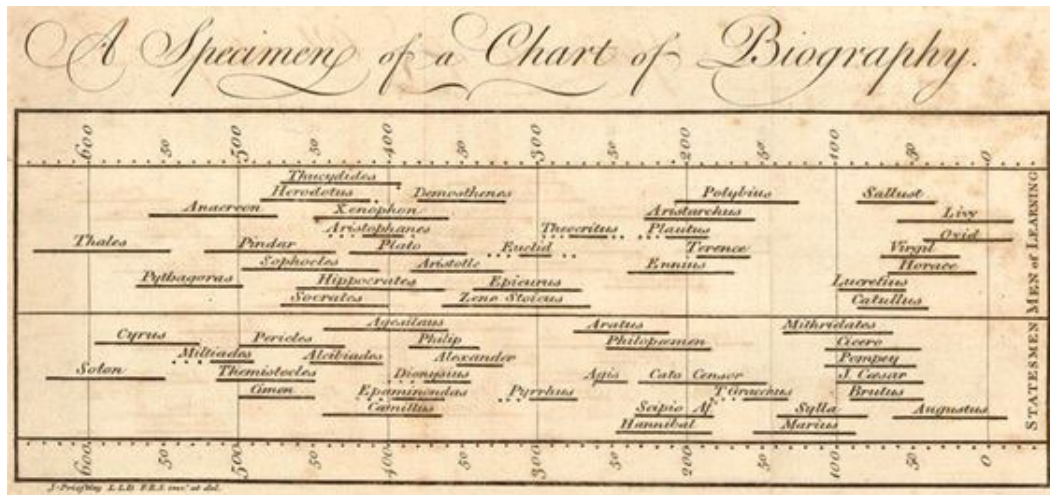


Figura 8. A specimens of a chart of biography (1765). Es tracta d'un gràfic de biografies de personatges il·lustres que abasta un interval de temps molt ampli, des de 1200 aC fins a 1800 dC i compta amb uns dos mil noms

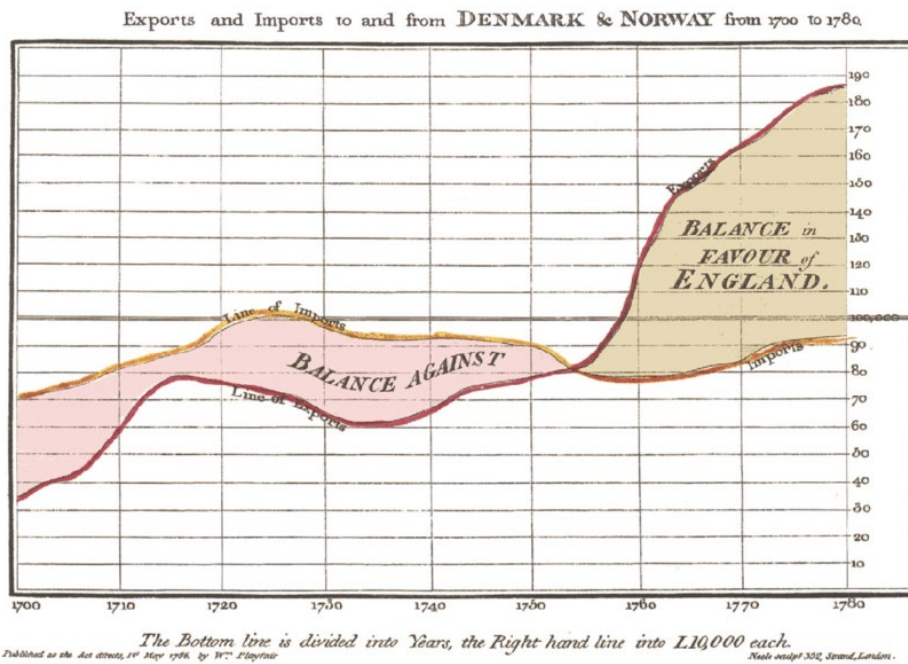


Figura 9. The Comercial and Polititcal Atlas (Londres, 1801). Gràfic lineal en el qual la línia groga mostra el valor de les importacions d'Anglaterra des de Dinamarca i Noruega i la vermella el de les exportacions a tots dos països des d'Anglaterra entre 1700 i 1780

4.3. Plantejament Actual

Parlem de la visualització de dades com una disciplina en constant evolució i una habilitat imprescindible. No fa gaire temps, la capacitat per crear representacions visuals, era un aprenentatge complementari que beneficiava a dissenyadors, periodistes i comunicadors que havien de realitzar decisions deliberades basades en relacions de dades diverses. Aquest fet ha canviat. En el món empresarial, la comunicació visual s'ha convertit en una competència indispensable i amb una gran demanda per professionals amb aquesta habilitat.

L'esdeveniment desencadenant del canvi, han estat les mateixes dades. La presa de decisió s'hi basa cada vegada més amb les dades que es generen a un ritme desmesurat, i en aquest volum, sense cap grau d'abstracció, com és el visual, resultaria confús d'entendre-ho. La informació estadística, els sistemes complexos; com els fluxos de treball, la manera en què els clients es mouen a través d'una botiga, ingressos de vendes i altres KPI (*Key Performance Indicator*)⁸, exigeixen una expressió visual.

Gràcies al creixent nombre d'eines accessibles, traduir informació a elements visuals és un mètode senzill i a l'abast de tothom, a pesar de no tenir gaires coneixements d'anàlisi de dades, o fins i tot, de disseny. La integració de la IA (intel·ligència artificial) en la visualització de dades està revolucionant aquest camp, portant-lo a nous nivells d'eficiència i precisió. La IA no només automatitza la creació de visualitzacions, sinó que pot aportar anàlisi predictiva i personalització, enriquint així les representacions gràfiques. Això, no només permet als professionals veure el que està passant en temps real, sinó també anticipar tendències futures i prendre decisions més informades.

En síntesi, la visualització de dades, amb el seu dinamisme i interactivitat, són una realitat tangible en procés de consolidació. No sols s'hi reflecteixen les dades, també com assenyalava Edward Tufte "***els principis fonamentals del disseny analític són rellevants per a les mostres d'evidència que descriuen el comportament humà***" (Tufte, 2006). Sent essencial, que continuarà existint com una eina fonamental en el futur, en permetre'ns explorar i comprendre aspectes profunds i subtils de la nostra experiència i coneixements.

⁸ KPI (*Key Performance Indicator*), conegut també com a indicador clau o mesurador d'acompliment o indicador clau de rendiment és una mesura del nivell de l'acompliment d'un procés. («Indicador clau de rendiment», 2023)

4.4. Influències i Models de Referència

A través de l'anàlisi dels principis de grans dissenyadors i referents clau, com Edward Tufte o Nathan Yau, les obres i projectes relacionats amb l'estat de les reserves d'aigua als embassaments, es declinen les directrius essencials que informen la pràctica actual i futura del meu projecte visual. Destacant la importància de la interactivitat i l'efectivitat comunicativa en la representació visual de la informació.

4.4.1. Edward Tufte i els Fonaments Principals del Disseny Analític

Edward Tufte (1942), és un professor emèrit a la Universitat de Yale, on imparteix cursos d'evidència estadística i disseny d'informació i interfícies. Les seves destacades contribucions l'han convertit en una de les màximes autoritats en el camp de la visualització d'informació quantitativa.

Autor de grans llibres influents, com ara “*The visual Display of Quantitative Information*”, “*Envisioning Information*”, “*Visual Explanation*” i “*Beautiful Evidence*”, amb aquest últim defineix els principis fonamentals del disseny analític, com a guia referent per crear visualitzacions.

- **Principi 1: Comparació.** Recomana dissenyar gràfiques que permetin comparar fàcilment diferents conjunts de dades per descobrir interdependències.
- **Principi 2: Causalitat, Mecanisme, Estructura, Explicació.** Representar, obertament, les relacions causals i els processos que expliquen les dades.
- **Principi 3: Anàlisi Multivariant.** Incloure més d'una o dues variables simultàniament.
- **Principi 4: Integració de l'Evidència.** Combinar text, gràfics i dades de manera coherent per facilitar la comprensió immediata.
- **Principi 5: Documentació.** Emprar detalls extensius i profunds per proporcionar una comprensió completa i precisa.
- **Principi 6: El Contingut és el més Important.** Subratlla la importància de construir una narrativa visual que guïï a l'usuari a través de les dades de manera lògica i coherent.

(Tufte, 2006)

L'aplicació dels principis de Tufte, impliquen: visualitzacions més coherents i transparents per a l'audiència; credibilitat de les dades mostrades amb una presentació ben documentada i detallada; i un resultat més memorable i impactant a partir d'una narrativa visual ben construïda.

4.4.2. Nathan Yau

Estadista americà i expert en el camp de la visualització de dades. Autor de llibres, com “Visualize This: The Flowing Data Guide to Design, Visualization, and Statistics” o “Data Points: Visualization That Means Something”.

Nathan Yau, és realment conegut per la seva habilitat de contribuir en la democratització de la informació, que segons ell, **“vull que les dades estiguin disponibles i siguin útils per als qui són i no són necessàriament experts en dades”** (Yau, 2007). A partir d'aquí va crear FlowingData, blog virtual on comparteix les seves idees i tècniques sobre la visualització de dades per convertir les dades en gràfics accessibles i atractius.

Aquesta idea de Nathan Yau de democratitzar la informació, ha estat un pilar fonamental durant el desenvolupament del projecte. Volent demostrar que una visualització òptima i funcional pot fer que la informació complexa sigui més comprensible, ajudant a prendre decisions informades i a comunicar-se de manera efectiva.

4.4.3. Ed Hawkins i “Warming Stripes”

Científic britànic i professor de ciències climàtiques a la Universitat de Reading. S’ha centrat en la comunicació efectiva del canvi climàtic a partir de visuals accessibles i comprensibles per al públic general.

Una de les visualitzacions més referencials, és “Warming Stripes” (Figura 13). Una representació visual senzilla però, al mateix temps influent respecte a les dades de temperatura global des de 1850 l'actualitat. Aquesta gràfica mostra una sèrie de barres verticals, cadascuna corresponent a un any, on els colors van del blau (temperatures més fredes) escalant-se fins al vermell (temperatures més càlides). La progressió del blau al vermell representa l'increment de les temperatures globals al llarg del temps, proporcionant una imatge impactant del canvi climàtic d'una manera que és immediatament comprensible.

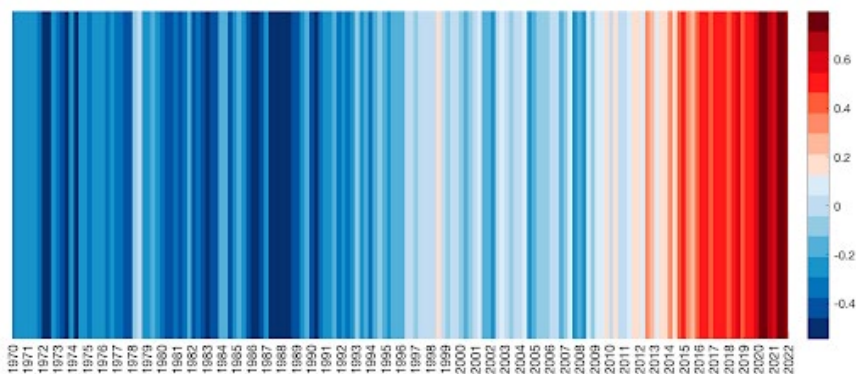


Figura 11. Warming Stripes (2018)

El resultat impactant d'aquesta visualització, és el que vull aconseguir per a les meves creacions. Representar dades climàtiques que són alarmants i complexes de manera que amb quasi sense paraules i nombres, causin una indiscutible impressió a l'usuari.

4.4.4. Visualitzacions d'Embassaments

Els embassaments a Espanya són uns indicadors crucials per a la gestió de l'aigua, aquests són administrats per entitats responsables segons la localització de l'embassament. D'acord amb això, he explorat diverses propostes i eines que recopilen dades hidrogràfiques dels embassaments per representar-les gràficament de manera interactiva o dinàmica. El propòsit establert es tracta de destacar les innovacions i enfocaments que poden influir i servir de model per a la meua pròpia proposta.

Sistema Automàtic d'Informació Hidrològica (SAIH Ebro).

El SAIH⁹ de l'Ebre és la xarxa de vigilància estesa per tota la conca de l'Ebre, territori que s'estén per nou comunitats autònomes. Hi pots consultar dades actualitzades sobre la situació de rius, embassaments i canals. També es pot consultar:

- Pluviòmetres
- Temperatura ambient
- Estacions meteorològiques
- Sistemes de rec
- Qualitat de l'aigua
- Altres xarxes:
 - Telenivómetros¹⁰
 - Piezometria¹¹
 - Piscifactories

Totes aquestes dades accessibles, es representen amb la mateixa visualització base, un mapa interactiu que destaca la distribució geogràfica dels recursos hídrics de la conca de l'Ebre. Centrant-me en la situació dels embassaments, la visualització permet als usuaris explorar les diverses preses repartides per la conca i veure en detall l'estat a través d'una gràfica lineal.

Des del meu punt de vista, és una eina essencial per a informar-se de l'estat dels recursos hídrics de la conca, però limitada per l'obsolescència del seu disseny. Per exemple, si consultem un

⁹ El SAIH pot definir-se com un sistema d'Informació en temps real, basat en la captura, transmissió i processament de valors adoptats per els variables hidrometeors lògiques i hidràuliques més significatives, en determinats punts de les conques hidrogràfiques monitorades. (*Sistema Automático de Información Hidrológica*, s. f.)

¹⁰ *Telenivómetros*, és un element de mesurament nival. (*Telenivómetros utilizados en el programa ERHIN*, s. f.)

¹¹ *Piezometria*, és un aparell que mesura a quina cota està l'aigua respecte al nivell del mar. (*Aigües subterrànies - piezometria*, s. f.)

embassament en concret i interactuem amb la gràfica, el disseny fa que la interfície sigui menys intuïtiva, i estudiar variacions lineals resulta complex perquè no saps fins a quin punt pots retrocedir amb les dades o, fins i tot, tenir una idea certa de quin és el percentatge total més recent (Figura 15). Els usuaris esperen experiències que siguin dinàmiques, ràpides i visuals. Aquest plantejament provoca que l'eina sigui menys atractiva i pràctica, desfavorint el seu ús i eficàcia.

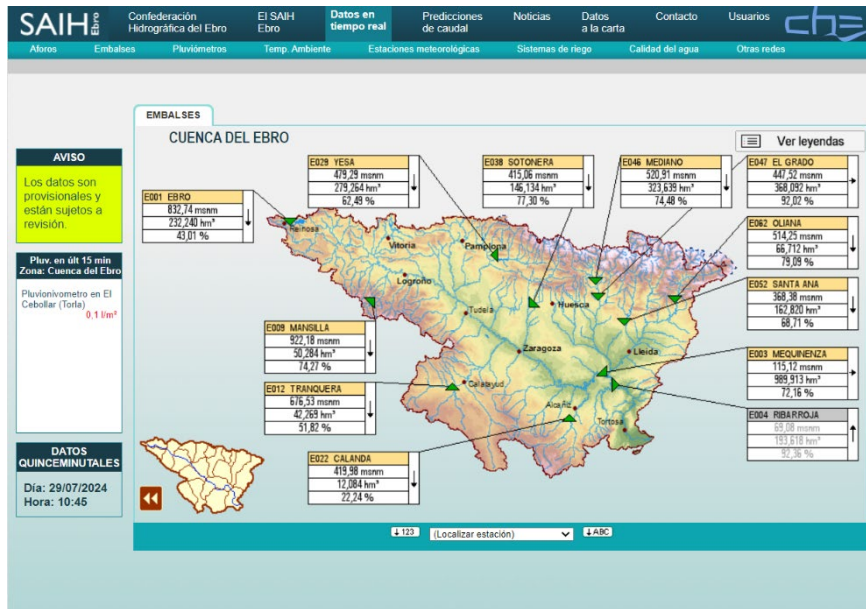


Figura 12. Mapa geogràfic interactiu amb localitzacions dels embassaments que cobreix la CHE (Confederació Hidrogràfica de l'Ebre)

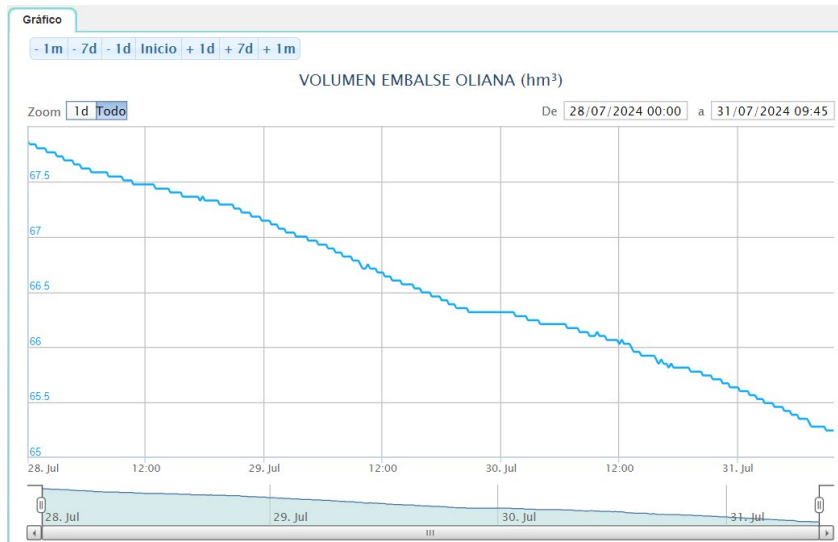


Figura 13. Gràfic interactiu de l'embassament d'Oliana

DatosRTVE: L'Estat dels Embassament a Espanya.

L'equip periodístic de *Datos* de RTVE.es va crear una notícia que s'actualitza setmanalment, amb les dades més recents del *Butlletí Hidrològic del Ministeri per a la Transició Ecològica*¹².

El reportatge conté visualitzacions que recullen dades dels embassaments de totes les conques hidrogràfiques peninsulars (Figura 16), l'evolució de l'aigua embassada conca per conca, les precipitacions acumulades amb comparacions del 2023-2024 amb 2022-2023 i la mitjana de 1981-2010. En últim lloc, una ullada a la sequera prolongada per la qual està passant una part de la superfície peninsular.

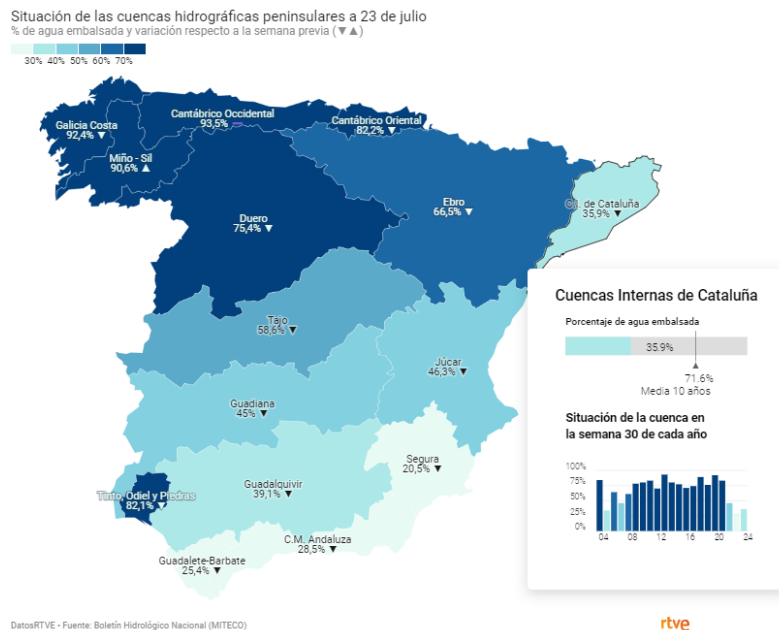


Figura 14. Situació de les conques hidrogràfiques peninsulars amb els barems d'informació recollits per cada zona

El treball d'investigació de RTVE.es, destaca per la creació de visualitzacions accessibles, informatives i significatives. A tall d'exemple, destaca el gràfic de ratlles de volum d'aigua embassada. Visualització determinada per l'ús de barres verticals i colors per mostrar variacions durant un llarg període de temps, inspirada en la visualització de Ed Hawkins de "Warming Stripes" (Figura 17).

¹² Butlletí Hidrològic és una publicació de periodicitat setmanal per l'Àrea d'Informació Hidrològica, que rep les dades que s'originen a les Confederacions Hidrogràfiques i les Administracions hidràuliques intracomunitàries, l'Agència Estatal de Meteorologia i la Xarxa Elèctrica d'Espanya. (*El Boletín Hidrológico semanal*, s. f.)

Evolució de cada cuenca hidrogràfica, y en las vertientes Atlántica y Mediterránea desde 1988

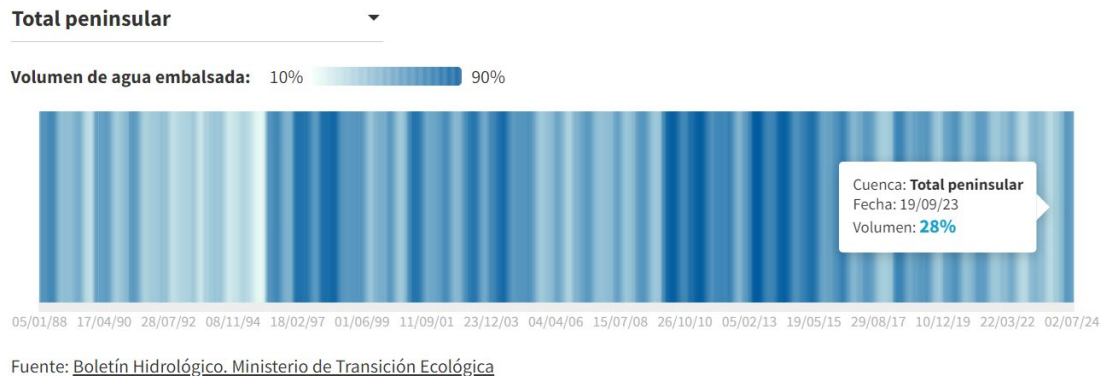


Figura 15. Volum d'aigua embassada des de 1988

Aquest projecte ha estat la referència principal per a la meua visualització, convertint-se un exemple destacat al fomentar una major comprensió de la informació a través de representacions visuals. En el que no només s'hi presenten dades de manera visualment atractiva, sinó que també es proporciona una eina poderosa per a l'anàlisi de problemes complexos com la situació dels embassaments a Espanya.

ACA (Agència Catalana de l'Aigua): Estat de les Reserves d'Aigua als Embassaments.

Per visualitzar la disposició de les reserves d'aigua dels embassaments, l'ACA¹³ ha creat una gota dinàmica que s'actualitza diàriament amb les dades que rep de l'estat dels recursos hídrics de les conques internes de Catalunya. El gràfic mostra el nivell de les reserves, amb la gota actuant com a recipient i marca el nivell total de les reserves (al 100%) com a màxim i el nivell de l'estat actual. En relació amb la meua última consulta, el nivell dels embassaments ocupava un 34,56% del total (Figura 18).

La visualització de la gota és el punt de partida del meu projecte, a partir d'aquí comença el meu interès a desenvolupar una visualització relacionada amb l'estat dels recursos hídrics de les conques internes catalanes i la recerca de propostes similars.

¹³ L'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) és l'empresa pública de la Generalitat de Catalunya que s'encarrega de la planificació i la gestió de l'aigua d'acord amb els principis bàsics de la Directiva marc de l'aigua. (*Estat de les reserves d'aigua als embassaments*, s. f.)

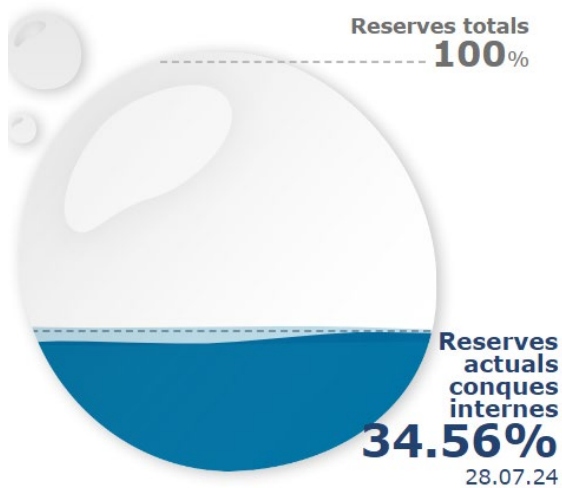


Figura 16. Visualització creada per l'ACA on il·lustrat l'estat actual de les conques internes respecte el 100% de les reserves totals

4.4.5. Propostes Similars

A continuació s'han revisat i analitzat diverses visualitzacions existents que, com també el meu treball, informen de l'estat dels embassaments de Catalunya amb visualitzacions de dades interactives. Amb la finalitat de servir-se d'aquestes representacions gràfiques com a fons d'inspiració per obtenir noves idees i expandir coneixements, garantint que el meu projecte encaixi, en tot moment, en l'escenari actual.

ACA: Estat dels Embassaments de Catalunya, Visualització Interactiva.

Autor: Agència Catalana de l'Aigua (ACA)

Any: No disponible

Publicació/URL: <https://aca.gencat.cat/ca/laigua/consulta-de-dades/dades-obertes/visualitzacio-interactiva-dades/estat-embassaments/>

Objectiu: Visualització interactiva creada per informar sobre l'estat i evolució de les conques internes de Catalunya des de l'any 2000 fins avui, amb dades actualitzades diàriament.

Descripció: La interactivitat d'aquesta visualització és a través del cursor, aquest ens permet interactuar amb els gràfics per obtenir detalls addicionals. Per defecte, es mostra la dada més recent i es pot triar l'embassament o fer cerques per data. Inclou gràfics que mostren l'evolució del volum embassat en relació amb la capacitat total, comparatives temporals, i la suma de l'estat dels embassaments de les conques internes i de l'àmbit Ter-Llobregat.

Imatges:

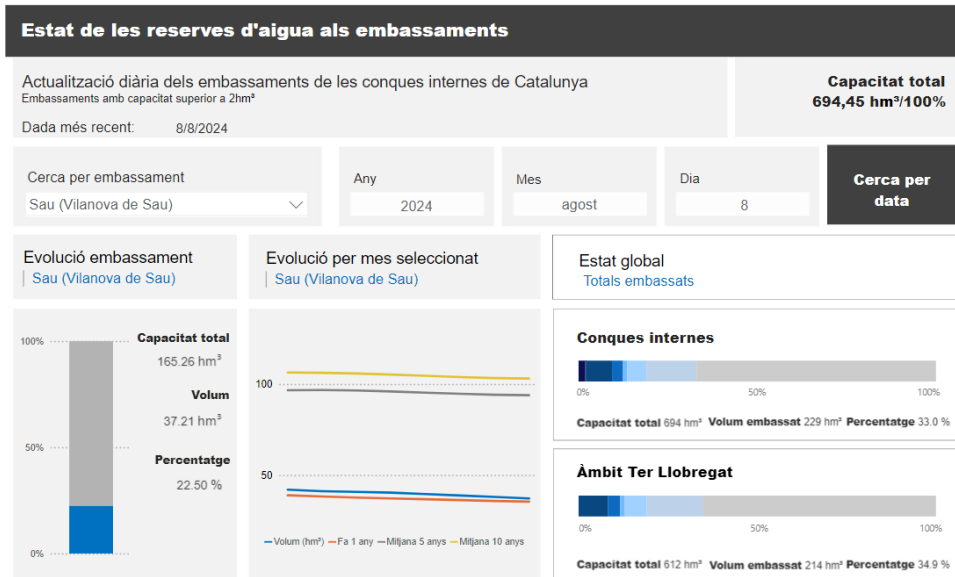


Figura 17. Visualització interactiva creada per l'ACA de l'estat dels embassaments de les conques internes de Catalunya

Diari ara: Embassaments de Catalunya.

Autor/Emissor: Diari ARA

Any: No disponible

Publicació/URL: <https://meteo.ara.cat/embassaments>

Objectiu: Representació interactiva per consultar l'estat total i per embassament de les conques internes i les conques de l'Ebre, amb dades actualitzades en temps real.

Descripció:

Es tracta d'una visualització tècnica convencional, amb gràfiques de barres que representen percentatges de volum. A través del cursor es pot consultar embassament per embassament: la capacitat total, el total de volum embassat i la diferència respecte al mes anterior.

Imatges:



Figura 18. Visualització en temps real interactiva de l'estat total i per embassament de les conques internes (ACA) i conques de l'Ebre (CHE) de Catalunya

betevé: Estat dels Embassaments a Catalunya 2024, a Temps Real.

Autor: Clara Aliaguilla i Marco Amores Sánchez amb betevé

Any: 1 de juliol de 2024

Publicació/URL: <https://beteve.cat/medi-ambient/estat-embassaments-catalunya-evolucio-sequera-pantans/>

Objectiu: Reportatge de dades per consultar la informació sobre l'estat dels embassaments a Catalunya, en temps real.

Descripció: El reportatge visualitza diferents gràfiques interactives de la situació actual de la sequera a Catalunya i l'evolució de l'aigua als pantans. Es poden consultar: una gràfica espacial amb un mapa on es representen els diferents embassaments situats pel territori català; gràfica de barres per conèixer els percentatges de cada pantà; gràfica lineal amb la variabilitat de l'estat dels embassaments del sistema Ter-Llobregat dels darrers dotze mesos; una gràfica d'àrea amb forma de torrent per veure els canvis del volum d'aigua embassada en els darrers 6 mesos; i finalment, una gràfica de columnes divergents per visualitzar la variació de les reserves del sistema Ter-Llobregat.

Imatges:

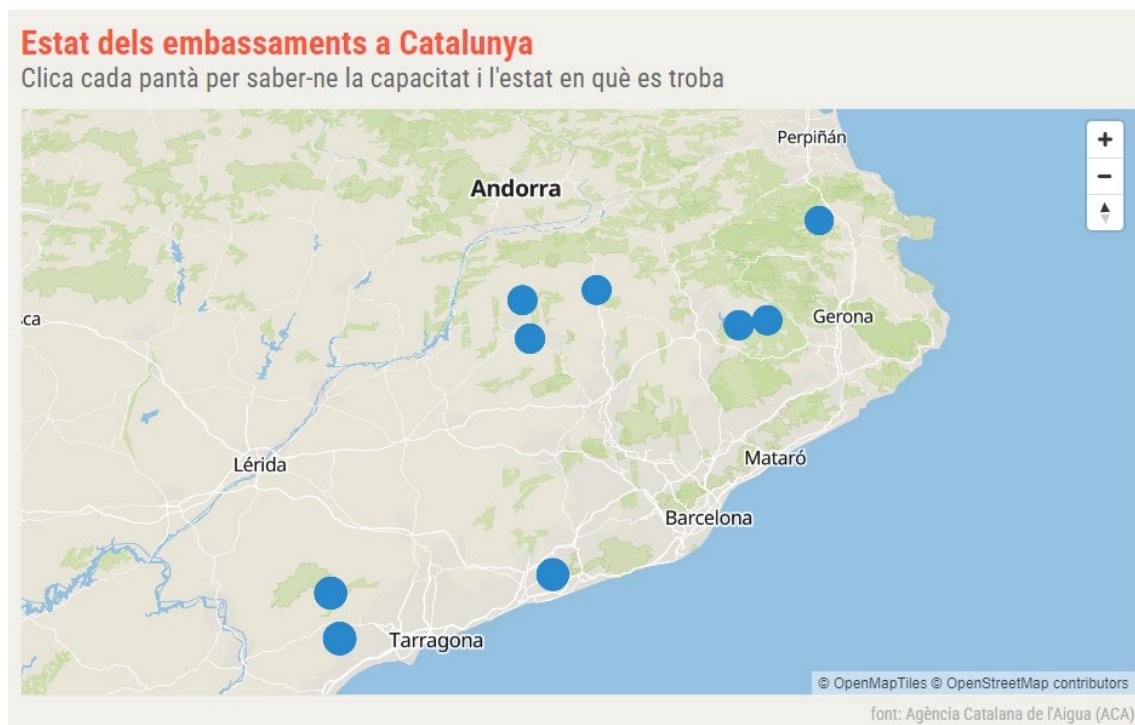


Figura 19. Mapa dels embassaments de les conques internes de Catalunya, cada punt marca la capacitat i l'estat del pantà

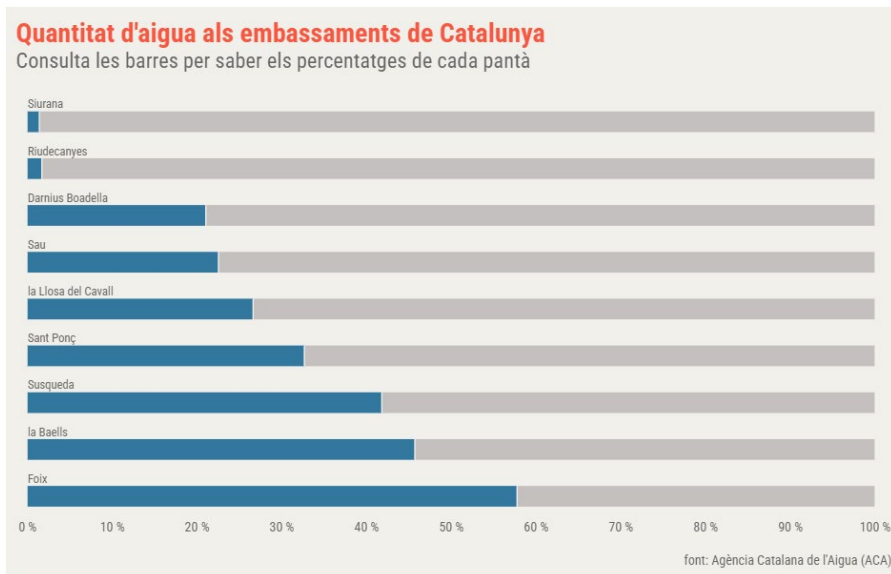


Figura 20. Gràfica de barres que mostra comparacions dels percentatges d'aigua embassada entre els embassaments de les conques internes de Catalunya

Climàtica: Estat dels Embassaments de Catalunya.

Autor/Emissor: Climàtica

Any: No disponible

Publicació/URL: <https://climatica.coop/estat-embassaments-catalunya/>

Objectiu: Anàlisi climàtica, a partir d'una visualització de dades interactiva, del nivell de les reserves de les conques internes de Catalunya.

Descripció: Mapa interactiu amb les ubicacions dels embassaments de les conques internes catalanes. Aquests s'hi representen amb cercles proporcionals respecte a la capacitat total de cada presa, el color determina el percentatge actual de volum embassat.

Imatges:

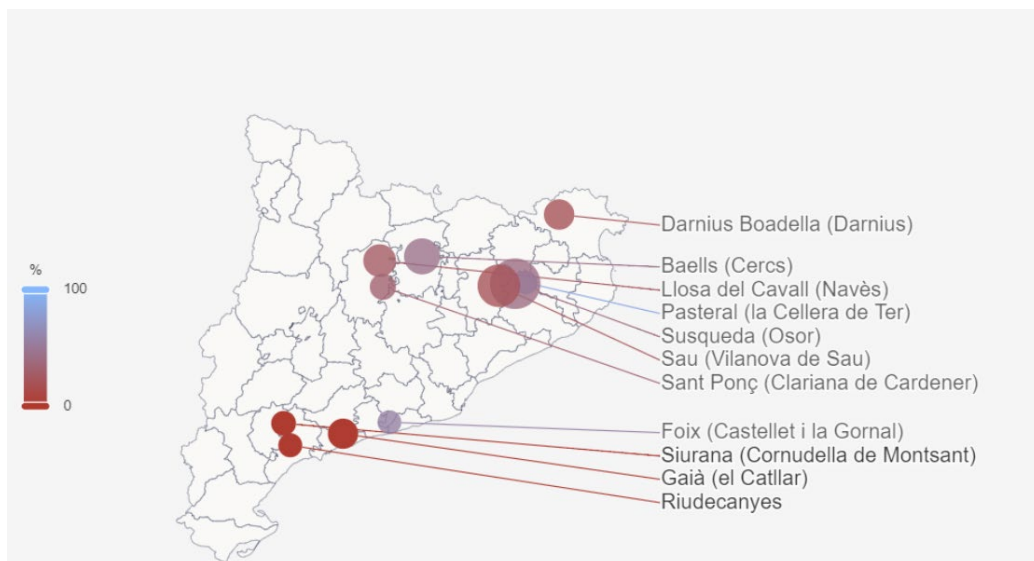


Figura 21. Mapa de distribució de punts del nivell de les reserves de les conques internes

5. Pla De Desenvolupament

5.1. Proposta Pràctica

Per crear una visualització de dades efectiva d'un tema específic, és necessari comprendre'l en profunditat. D'aquesta manera, el primer pas ha estat recollir informació sobre la gestió dels embassaments de Catalunya.

Un cop tenia definit el context, em vaig plantejar una sèrie de preguntes per formalitzar i tractar la temàtica de la disponibilitat de l'aigua de les conques internes de Catalunya. Tot seguit, vaig definir l'audiència (qui farà servir la visualització) i l'estratègia (visió general de l'anàlisi de dades). Detallada la temàtica i l'audiència, vaig establir els objectius de la visualització de dades (Com es vol ajudar l'usuari a millorar la comprensió dels nivells dels embassaments de les conques internes de Catalunya?).

Amb l'anàlisi conclusa, l'últim aspecte important amb l'estratègia fou identificar l'indicador clau de rendiment (KPI) que guiarà la visualització i assistirà a l'audiència entendre de manera ràpida i efectiva l'estat actual dels recursos hídrics de la regió.

5.1.1. Investigació i Anàlisi

La Gestió dels Embassaments de Catalunya.

Segons l'últim informe emès per l'Agència Catalana de l'Aigua (Agència Catalana de l'Aigua, 2021) considera que Catalunya, amb el seu clima mediterrani, experimenta períodes alternats de sequeres persistents i pluges intenses i breus. A més, la regió ha estat afectada per fenòmens meteorològics com la Dana d'octubre de 2019 i el temporal Glòria de 2020, que van augmentar notablement el cabal dels rius.

Aquesta variabilitat climàtica s'intensifica a causa de la urgent emergència climàtica, que provoca pluges més irregulars i fenòmens meteorològics extrems. En vista d'això, s'hi gestionen els recursos hídrics que disposa Catalunya. Els embassaments, com a estructures vitals, són essencials per a garantir les demandes (subministrament urbà i reg agrícola) i, al mateix temps, poder minimitzar el risc d'inundació.

A Catalunya existeixen 19 embassaments i la conca de la Garona que formen part de les comissions de desembassament¹⁴. Respecte a la distribució geogràfica, els embassaments se situen en dues àrees diferencials. Per una part, hi ha les **conques internes**, que són tots els rius que naixen a Catalunya i desemboquen al Mediterrani, i per l'altra, les **conques intercomunitàries**, relatives als cursos fluvials que transcorren per més d'una comunitat autònoma o més d'un país, com són les conques de l'Ebre, el Xúquer i la Garona.

L'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) és l'empresa pública de la Generalitat de Catalunya que comptat amb autoritat total en la gestió dels rius de les conques internes, d'altra banda, les confederacions hidrogràfiques de l'Ebre i el Xúquer són els organismes de l'Estat espanyol que regulen els rius a les conques intercomunitàries. La Generalitat comparteix autoritat amb aquestes confederacions.

¹⁴ Les comissions de desembassament de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) assumeixen les funcions de participació en la gestió dels recursos hídrics de les conques internes catalanes. Hi ha establertes 4 comissions de desembassament (Ter-Llobregat, Muga, Foix i Riudecanyes), corresponents als diferents trams regulats de les principals conques i sistemes del districte de coca fluvial de Catalunya. (*Comissions de desembassament de l'Agència Catalana de l'Aigua - Participa gencat*, s. f.)

Organigrama de la Gestió.

Taula 3. Informació de les Conques Internes de Catalunya i la Conca de la Garona

CONQUES INTERNES DE CATALUNYA I LA CONCA DE LA GARONA**EMBASSAMENTS**

1. Baells
2. Darnius-Boadella
3. Foix
4. Llosa del Cavall
5. Pasteral
6. Riudecanyes
7. Sant Ponç
8. Sau
9. Susqueda

Internacional

1. Garona

GESTIÓ

Agència Catalana de l'Aigua; Darnius de Boadella, Sau, Siurana, Foix, la Llosa del Cavall, Sant Ponç i la Baells.

Endesa; Susqueda i el Pasteral.

Comunitat de Regants de Riudecanyes; Riudecanyes.

CAPACITAT TOTAL

686,66 hm³

Taula 4. Informació de la Conca Catalana de l'Ebre

CONCA CATALANA DE L'EBRE

EMBASSAMENTS	
1.	Camarasa
2.	Canelles
3.	Escales
4.	Guiamets
5.	Oliana
6.	Rialb
7.	Riba-roja
8.	Talarn
9.	Terradets
10.	Siurana

CAPACITAT TOTAL 1.975,07 hm³



Figura 22. Els Embassaments de Catalunya

Temàtica.

En aquest projecte, es visualitzen dades relacionades amb la gestió dels embassaments de Catalunya. La temàtica central girarà entorn **la disponibilitat de l'aigua de les conques internes catalanes**.

He estructurat una sèrie de preguntes aplicades a l'estat de les reserves d'aigua dels embassaments, basades en l'esquema de les 5W1H¹⁵. Això m'ha permès definir criteris evidencials per assegurar que es disposa de dades adequades i demostrar una anàlisi completa.

Taula 5. Taula de les 5W1H

Que?	<ul style="list-style-type: none"> • Quina mena d'informació s'està recopilant respecte als embassaments? • Que indicadors són rellevants (nivell de l'aigua, capacitat total, variacions estacionals)?
Qui?	<ul style="list-style-type: none"> • Qui es beneficia d'aquestes dades (gestors de recursos hídrics, autoritats locals, els ciutadans)?
Quan?	<ul style="list-style-type: none"> • Amb quina freqüència s'hi recopilen les dades (diàriament, setmanalment, mensualment)?
On?	<ul style="list-style-type: none"> • On es localitzen els embassaments, monitorats, a Catalunya? • On es pot accedir a aquestes dades?
Per què	<ul style="list-style-type: none"> • Per què s'hi produeixen variacions amb els nivells dels embassaments (canvi climàtic, ús de l'aigua)?
Com?	<ul style="list-style-type: none"> • Com s'hi presenten aquestes dades? Per a la seva interpretació (gràfics, mapes interactius)

¹⁵ Concepte que fa referència a les 6 paraules interrogatives bàsiques amb anglès, 5 d'aquestes comencen per «w» (*what, when, where, who, why*) i 1 per «h» (*how*). («5W1H», 2019)

Audiència.

L'audiència inclou totes aquelles persones que faran servir la visualització de dades. Per conèixer-la i assegurar l'èxit de la visualització, he seguit els paràmetres de **relació, coneixements sobre el tema i context d'ús**.

Taula 6. Taula de definició de l'audiència.

Relació	La relació amb l'audiència ha de ser totalment heterogènia . Dirigida per a un públic general que inclou perfils de diferents edats, nivells educatius i contextos professionals. Aquesta diversitat requereix una presentació clara i comprensible de les dades, seguint el plantejament de Nathan Yau sobre l'accessibilitat i disponibilitat d'aquestes.
Coneixement sobre el tema	L'audiència té coneixements variats sobre la disponibilitat de l'aigua de les conques internes de Catalunya. La visualització, per tant, ha de proporcionar informació de context suficient i utilitzar un llenguatge accessible per a tots.
Context d'ús	La visualització ha de tenir una finalitat de context divulgatiu públic . Atès que, un dels objectius primordials és el d'informar i proporcionar a l'usuari les dades de l'evolució del nivell de l'aigua per embassament, fomentant la comprensió i l'acció d'aquesta temàtica.

Anàlisi.

Per definir l'estratègia i proporcionar una visió més completa i contextualitzada de l'estat dels embassaments, cal analitzar les dades tenint en compte els aspectes preliminars que es mostren a la taula següent.

Taula 7. Taula d'anàlisi de les dades.

Distribució dels indicadors	principals	Utilitzar histogrames i diagrames de caixa per identificar valors atípics amb més de 20 anys de dades dels nivells d'aigua embassada.
Tendències dels indicadors	principals	Detectar tendències estacionals en determinats moments de l'any per mostrar com varien els nivells d'aigua al llarg de l'any.

Objectius.

Com es vol ajudar l'usuari a millorar la comprensió dels nivells dels embassaments de les conques internes de Catalunya?

Taula 8. Objectius per al desenvolupament del projecte.

Es desitja posar a disposició de l'usuari mecanismes per establir correlacions entre diferents indicadors.

Es pretén proporcionar dades sobre l'evolució del nivell de l'aigua per embassament.

Mostrar com ha disminuït la disponibilitat d'aigua a Catalunya.

Monitorar fenòmens climàtics, com la DANA, per comprendre millor el seu impacte en els recursos hídrics del territori.

5.1.2. KPI (Key Performance Indicator)

Els indicadors ens permeten transformar dades crues en informació valuosa i comprensible. En general, existeixen tres categories clau: volum, qualitat i context. En el cas de la disponibilitat de l'aigua de les conques internes catalanes, l'indicador més adequat seria un **indicador de volum**. Aquest factor mesura la quantitat d'aigua acumulada als embassaments i és fonamental per entendre la disponibilitat de l'aigua en la regió.

L'indicador clau serà, per tant, el **percentatge d'emmagatzematge d'aigua als embassaments**. Aquest mostra el nivell de l'aigua com un percentatge de la capacitat total de l'embassament, proporcionant una mida clara i comprensible per entendre quant plena està l'aigua embassada en qualsevol moment.

5.1.3. Breu Presentació i Justificació del D3.js

D3 (Data-Driven Document), o D3.js, és una biblioteca de JavaScript gratuïta i de codi font obert per a la visualització de dades. D3 no proporciona una abstracció global per a la creació de gràfics, i encara que això pugui semblar tediós i complicat des d'un punt de vista actual, aquesta flexibilitat és el que permet un control total sobre el resultat. Així, és possible adaptar les visualitzacions a les teves necessitats sense les limitacions que sovint imposen les eines de software en línia dedicades a la representació de dades.

5.2. Dades

“Les dades per si sols no tenen cap mena de sentit; cal interpretar-les perquè adquireixin significat i es converteixin en informació” (Vesna, 2007)

En l'estudi d'aquest projecte, les dades brutes són només el punt de partida. Recollir les localitzacions dels embassaments, els nivells absoluts, els percentatges de volum embassat i altres indicadors d'estat són fonamentals, però aquestes xifres per si soles no ens expliquen res. Les dades necessiten ser analitzades i interpretades per revelar patrons, tendències i anomalies que ens permetin comprendre realment els recursos hídrics de les conques internes de Catalunya i les seves implicacions.

5.2.1. Recull de Dades

Les dades relacionades amb l'estat dels embassaments de Catalunya es poden consultar i descarregar com a dades obertes¹⁶ al catàleg de dades obertes de la Generalitat de Catalunya. Aquestes dades són proveïdes per l'Agència Catalana de l'Aigua i actualitzades diàriament.

Com a usuari tinc dues opcions per accedir i exportar les dades:

- Descarregar l'arxiu de dades en format CSV, RDF, RSS, XML, CSV per a Excel, CSV per a Excel (Europa) i TSV per a Excel.
- Utilitzar el punt final de l'API (*Application Programming Interface*)¹⁷ en format CSV o JSON.

Per accedir i exportar les dades rellevants que em permetin crear visualitzacions interactives i dinàmiques que es mantinguin actualitzades, he **utilitzat el punt final de l'API en format JSON**. L'ús de l'API em permet configurar les visualitzacions perquè recuperi automàticament les dades a intervals regulars, com diàriament, setmanalment, mensualment, etc. A més, el format JSON ofereix la flexibilitat necessària per adaptar les dades a la biblioteca del D3.js de JavaScript.

5.2.2. Selecció i Filtratge de les Dades

La selecció i filtratge de les dades relatives a l'estat dels embassaments a Catalunya, se centra a processar i preparar aquestes dades per ser visualitzades i analitzades.

¹⁶ Les dades obertes (*open data en anglès*) són conjunts de dades produïdes o recopilades per organismes públics que les administracions públiques posen a disposició de la ciutadania perquè les pugui utilitzar lliurement de manera senzilla i còmoda. (*Què són les dades obertes*, s. f.)

¹⁷ Una interfície de programació d'aplicacions (en anglès *Application Programming Interface*) és una interfície que especifica com diferents components de programes informàtics haurien d'interaccionar. O, dit d'una altra manera, és un conjunt de declaracions que defineix el contacte d'un component informàtic amb qui farà ús dels seus serveis. («API», 2024)

Dades Disponibles.

L'API de les dades inclou informació detallada, respecte:

Taula 9. Contingut de les dades.

Nom de columna	Nom de camp API	Tipus de dades
Dia	dia	Segell de temps flotant
Estació	estaci	Text
Nivell absolut	nivell_absolut	Nombre
Percentatge volum embassat (msnm)	percentatge_volum_embassat	Nombre
Volum embassat (hm³)	volum_embassat	Nombre

Descripció.

Dia: Cada dia en què s'ha pres la mesura, registrades des del 2000 fins a la data actual.

Estacions: Embassament on s'ha pres la mesura;

Darnius Boadella (Darnius) / Sau (Vilanova de Sau) / Susqueda (Osor) / la Baells (Cercs) / la Llosa del Cavall (Navès) / Sant Ponç (Clariana de Cardener) / Foix (Castellet i la Gornal) / Siurana (Cornudella de Montsant) / Riudecanyes.

Nivell absolut (msnm): Indica l'altura de la superfície de l'aigua de l'embassament respecte al nivell del mar.

Percentatge volum embassat (%): Percentatge de volum d'aigua amb relació a la capacitat màxima de l'embassament.

Volum d'aigua embassada (hm³): Volum d'aigua (hm³) al qual correspon el nivell mesurat.

Estructura, Processament i Components del Codi.

A continuació, presentaré el desglossament del filtratge i processament aplicat a les dades. Aquest procés s'ha realitzat a Observable, entorn de quadern per explorar, analitzar i compartir dades que treballa amb D3.js. A Observable vaig crear un *notebook* específic per les dades i a partir d'aquest quadern es construeixen les visualitzacions que conformen el projecte. El repte d'aquesta tasca rau en la variabilitat de l'estructura i les funcions pròpies per cada dada.

1. Variables i Constants globals.

- ``dadesTotals`` (dades brutes): Constant que utilitza *fetch* per obtenir les dades des de l'URL específica del punt final de l'API en format JSON (<https://analisi.transparenciacatalunya.cat/resource/gn9e-3qhr.json?>), per defecte l'API té un límit de retorn de 1000 files de dades alhora en consultar el conjunt de dades.

Per consultar més de 1000 files, existeixen dues opcions:

- Utilitzant el paràmetre ``$offset=`` per saltar files i obtenir blocs addicionals de dades.
- Utilitzant el paràmetre ``$límit=`` per establir el nombre de files a retornar en una consulta.

```
dadesTotals = fetch(
  "https://analisi.transparenciacatalunya.cat/resource/gn9e-3qhr.json?$límit=4000"
).then((response) => response.json())
```

- ``dadeTotalsGrafica``: Es tracta d'un nou *array* on cada element és el resultat de passar el corresponent element de ``dadesTotals`` a la funció ``mapaDades``.

```
dadesTotalsGrafica = dadesTotals.map(mapaDades)
```

- ``llistaEstacions`` i ``llistaEstacionsL``: Llistes que contenen els noms de les estacions en dos formats; format curt i un altre detallat.

```
llistaEstacions = llistaCompletaEstacions()
llistaEstacionsL = llistaCompletaEstacionsL()
```

- ``ultimDia``: Variable que pren la data (``Dia``) del primer element de l'*array* ``dadesTotalsGrafica``. Serveix com a referència temporal, per exemple, per comparar altres dates o filtrar dades segons aquesta data específica.

```
ultimDia = dadesTotalsGrafica[0].Dia
```

- ``primerDia``: Aquesta variable agafa el valor del dia (propietat ``Dia``) del darrer element de l'*array* ``dadesTotalsGrafica``.

```
primerDia = dadesTotalsGrafica[dadesTotalsGrafica.length - 1].Dia
```

2. Funcions per Manipular i Processar Dades.

- `mapaDades`: La funció `mapaDades` rep un paràmetre anomenat `dato`, que és un objecte amb diverses propietats. El propòsit de la funció se basa en transformar aquest objecte en un nou objecte amb les propietats formatades i calculades segons les necessitats. La funció retorna un nou objecte amb les següents propietats:
 - `Dia`: Converteix el valor de `dato.dia` en un objecte `Date`. Així em permet treballar amb dates i hores en JavaScript.
 - `Estacio`: Extreu una subcadena de `dato.estaci` començant des del caràcter en la posició 15 fins al final de la cadena. Això assumeix que la cadena `dato.estaci` té un format específic i que els primers 15 caràcters no són rellevants per aquest camp.
 - `EstacioL`: Inclou el valor complet de `dato.estaci` sense cap modificació. Aquesta propietat es conserva per a referència directa.
 - `Nivell_Absolut`: Converteix el valor de `dato.nivell_absolut` en un nombre de tipus `float`. D'aquesta manera em puc assegurar que els càlculs numèrics es realitzin correctament.
 - `Percentatge`: Converteix el valor `dato.percentatge_volum_embassat` en un nombre de tipus `float`. Aquesta propietat representa el percentatge de volum embassat.
 - `Volum_Embassat`: Converteix el valor `dato.volum_embassat` en un nombre de tipus `float`. Aquesta propietat representa el volum embassat actual.
 - `Volum_Total`: Calcula el volum total a partir del volum embassat i el percentatge de volum embassat.

```
function mapaDades(dato) {
  return {
    Dia: new Date(dato.dia),
    Estacio: dato.estaci.slice(15),
    EstacioL: dato.estaci,
    Nivell_Absolut: parseFloat(dato.nivell_absolut),
    Percentatge: parseFloat(dato.percentatge_volum_embassat),
    Volum_Embassat: parseFloat(dato.volum_embassat),
    Volum_Total:
      (parseFloat(dato.volum_embassat) /
        parseFloat(dato.percentatge_volum_embassat)) *
      100
  };
}
```

- `llistaCompletaEstacions`: Aquesta funció recorre tots els elements de l'array `dadesTotalsGrafica` i crea una llista (`llista Embassaments`) que conté només les estacions (`Estacio`) úniques, sense duplicats. *Format curt*.

```
function llistaCompletaEstacions() {
  var llistaEmbassaments = [];
  dadesTotalsGrafica.forEach(function (embassament) {
    if (llistaEmbassaments.indexOf(embassament.Estacio) == -1) {
      llistaEmbassaments.push(embassament.Estacio);
    }
  });
  return llistaEmbassaments;
}
```

- `llistaCompletaEstacionsL``: Aquesta funció recorre tots els elements de l'array `dadesTotalsGrafica`` i crea una llista (`llista Embassaments``) que conté només les estacions (`EstacioL``) úniques, sense duplicats. *Format Detallat*.

```
function llistaCompletaEstacionsL() {
  var llistaEmbassaments = [];
  dadesTotalsGrafica.forEach(function (embassament) {
    if (llistaEmbassaments.indexOf(embassament.EstacioL) == -1) {
      llistaEmbassaments.push(embassament.EstacioL);
    }
  });
  return llistaEmbassaments;
}
```

- `igualDia``: Funció que compara dues dates (`data1`` i `data2``) per determinar si ambdues representen el mateix dia del calendari, sense tenir en compte l'hora, minuts o els segons. D'aquesta manera puc filtrar les dades diàries.

```
function igualDia(data1, data2) {
  return (
    data1.getFullYear() == data2.getFullYear() &&
    data1.getMonth() == data2.getMonth() &&
    data1.getDate() == data2.getDate()
  );
}
```

- `llistaDadesUltimDia``: Filtra les dades processades per obtenir, únicament, els registres disponibles de l'últim dia.

```
llistaDadesUltimDia = dadesTotalsGrafica.filter(function (embassament) {
  return igualDia(embassament.Dia, dadesTotalsGrafica[0].Dia);
})
```

- `difDataDies``: Calcula la diferència entre dues dates (`data1`` i `data2``). Converteix les dates a mil·lisegons amb `valueOf``, resta les dates i divideix el

resultat pel nombre de mil·lisegons que hi ha en una dia (1000 ms * 60 s * 60 min * 24 h) per obtenir la diferència en dies.

```
function difDataDies(data1, data2) {
  return (data1.valueOf() - data2.valueOf()) / (1000 * 60 * 60 * 24);
}
```

- ``menorIgualDia``: Funció que comprova si la ``data1`` és anterior o igual a la ``data2``. Retorna `true` si la diferència és menor o igual a zero (`data1 <= data2`), i `false` en cas contrari.

```
function menorIgualDia(data1, data2) {
  return difDataDies(data1, data2) <= 0;
}
```

- ``entreDosDates``: Retorna una funció que serveix per comprovar si la data (``Dia``) d'un embassament està entre dos límits, ``diaInici`` i ``dia Final``, incloent aquests dos dies.

```
function entreDosDates(diaInici, diaFinal) {
  return function (embassament) {
    return (
      menorIgualDia(diaInici, embassament.Dia) &&
      menorIgualDia(embassament.Dia, diaFinal)
    );
  };
}
```

- ``difDataHores``: Aquesta funció retorna el nombre d'hores de diferència entre ``data1`` i ``data2``.

```
function difDataHores(data1, data2) {
  return (data1.valueOf() - data2.valueOf()) / (1000 * 60 * 60);
}
```

- ``diferenciaHores``: Funció que retorna una altra funció, la qual s'utilitza per filtrar embassaments segons la diferència d'hores entre una data específica (``ultimDia``) i la data associada a l'embassament (``embassamentDia``).

```
function diferenciaHores(hores) {
  return function (embassament) {
    return difDataHores(ultimDia, embassament.Dia) <= hores;
  };
}
```

- `filtraEstacio``: Funció que retorna una altra funció per filtrar embassaments segons la estació determinada.

```
function filtraEstacio(estacio) {
  return function (embassament) {
    return estacio === embassament.Estacio;
  };
} // fi filtraEstacio
```

- **Funcions auxiliars:** Funcions com `suma``, `volum``, `percentatge``, `volumTotal`` i `average`` que ajuden a calcular diferents mètriques de les dades processades.

```
//Funcions auxiliars - SUMA
function suma(array) {
  function plus(a, b) {
    return a + b;
  }
  return array.reduce(plus);
}
//Funcions auxiliars - VOLUM
function volum(embassament) {
  return embassament.Volum_Embassat;
}
//Funcions auxiliars - PERCENTATGE
function percentatge(embassament) {
  return embassament.Percentatge;
}
//Funcions auxiliars - volumTOTAL
function volumTotal(embassament) {
  return embassament.Volum_Total;
}
//Funcions auxiliars - MITJANA d'un array
function average(array) {
  function plus(a, b) {
    return a + b;
  }
  return array.reduce(plus) / array.length;
}
```

3. Càlculs Totals.

- `totalVolum`` i `capacitatTotal``: Calculen el volum i la capacitat total emprant funcions de suma i les llistes filtrades. Soles tenen sentit en la llista de tots els embassaments per cada dia.

- ``mitjanaVolum``: Variable que calcula la mitjana del volum de la llista de dades d'embassaments que se li assigna.
- ``mitjanaPercentatge``: Variable que calcula la mitjana del percentatge de la llista de dades d'embassaments que se li assigna.

```
totalVolum = suma(llistaDadesUltimDia.map(volum))
capacitatTotal = suma(llistaDadesUltimDia.map(volumTotal))
totalVolumEmbassat = suma(llistaDadesUltimDia.map(volum))
```

4. Mapeig de Volums.

- ``mapaVolums``: Crea una estructura amb el nom de l'estació i el seu volum embassat.

```
function mapaVolums(embassament) {
  return {
    name: embassament.Estacio,
    value: embassament.Volum_Embassat
  };
}
```

Aquesta dinàmica em permet amb total llibertat seleccionar i mostrar exactament allò que vull destacar en funció de les preguntes que plantejo a les dades. Així, l'anàlisi no només esdevé com una eina de comprensió sinó també una expressió de la intenció i l'enfocament com a investigador.

5.3. Disseny

5.3.1. Visualitzacions, Observable

Un cop treballades les dades i establerta una estructura jeràrquica per a les quantitats, a Observable, he partit del *notebook* de les dades per començar a crear gràfiques. A més de seguir els esbossos que es poden trobar als [annexos](#). En total, he desenvolupat vuit gràfiques interactives i dinàmiques:

1. **Mapa de bombolles** per a la visualització d'entitats.
2. **Dos gràfics de barres apilades** que representen proporcions sobre un total.
3. **Gràfic de columnes** per mostrar magnituds de diferents categories.
4. **Dues gràfiques de línies** per il·lustrar canvis al llarg del temps.
5. **Dos mapes de calor** per representar tendències estacionals i detectar patrons.

Mapa de Bombolles.

Segons *Data Viz Project* (Ferdio, s. f.), els mapes de bombolles són una combinació d'un gràfic de bombolles i un mapa. utilitzats per visualitzar ubicacions i proporcions de manera senzilla. Aquests tipus de mapes permet veure patrons espacials o distribucions de dades en una regió determinada.

Primer Contacte.

Per tal de facilitar una comprensió detallada de la distribució geogràfica dels embassaments i avaluar la capacitat i l'estat actual de cadascun, és necessari crear un mapa de bombolles que representi els embassaments de les conques internes de Catalunya.

Com a primer pas, he trobat un mapa comarcal de Catalunya en format SVG (*Scalable Vector Graphics*)¹⁸, el qual he obtingut de [Wikimedia Commons](#), un repositori de contingut lliure allotjat per la Fundació *Wikimedia*.

¹⁸ *Scalable Vector Graphics* és una família d'especificacions d'un format de fitxer basat en XML per descriure gràfics vectorials bidimensionals, tant estàtics com dinàmics. («Scalable Vector Graphics», 2024)



Figura 23. M. Borràs, J. (2007, May 6)

https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mapa_comarcal_de_Catalunya.svg

Per ubicar els pantans al mapa, vaig utilitzar com a referència la visualització de [Climàtica](#), que també es basa en un mapa comarcal de Catalunya per mostrar la ubicació dels embassaments. Aquesta visualització permet descarregar una imatge en format .png, que posteriorment vaig editar amb *Adobe Illustrator* per ajustar-ne les dimensions i fer-les coincidir amb el meu fitxer SVG del mapa. A més, vaig reduir l'opacitat de la imatge descarregada per identificar amb precisió els eixos de coordenades x i y del mapa SVG, els quals indiquen les ubicacions aproximades dels embassaments dins de cada comarca.

Amb el mapa en format SVG i les ubicacions de les coordenades de cada pantà definides, vaig poder iniciar la creació del mapa de bombolles. Les capacitats de cada embassament es van consultar en el llistat d'embassaments que formes part de les comissions de desembassament (disponible a aca.gencat.cat). A més de les dades de capacitat, vaig voler incloure el percentatge de volum embassat actual de cada pantà, representat a través d'una escala de colors per facilitar la comprensió de l'estat actual de cada embassament.

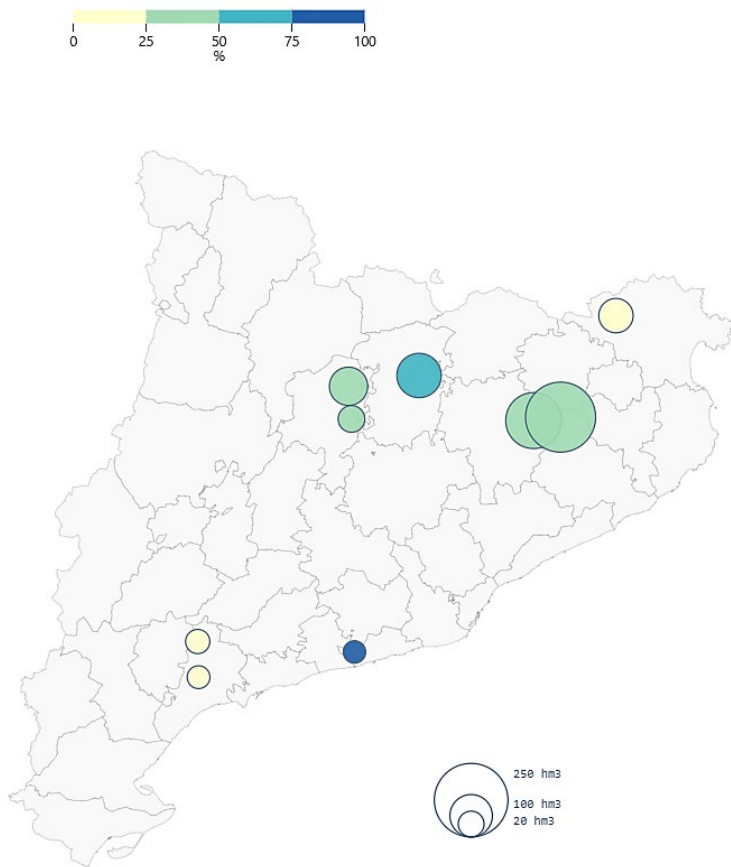
Aplicació.

Figura 24. Distribució geogràfica dels embassaments a les conques internes

```
viewof mapCat = {
  // Creació del contenidor SVG utilitzant d3 i carregant l'arxiu SVG del mapa
  const svgContainer = d3
    .create("div")
    .html(await FileAttachment("mapCatGran@4.svg").text());

  // Selecció de l'element SVG dins del contenidor per a la manipulació
  // posterior
  const svg = svgContainer.select("svg").attr("height", 600); // Set the
  // desired height

  // Llista de noms de les estacions que representen els pantans
  const estacions = [
    "Darnius Boadella (Darnius)",
    "Sau (Vilanova de Sau)",
    "Susqueda (Osor)",
    "la Baells (Cercs)",
    "la Llosa del Cavall (Navès)",
  ]
}
```

```

    "Sant Ponç (Clariana de Cardener)",
    "Foix (Castellet i la Gornal)",
    "Siurana (Cornudella de Montsant)",
    "Riudecanyes"
];

// Coordenades de cada pantà en l'SVG (cx, cy)
const pantans = [
  { cx: 433.3301, cy: 117.6844 }, // Darnius Boadella (Darnius)
  { cx: 374.6579, cy: 192.6312 }, // Sau (Vilanova de Sau)
  { cx: 393.8301, cy: 190.1844 }, // Susqueda (Osor)
  { cx: 292.8301, cy: 160.4344 }, // la Baells (Cercs)
  { cx: 242.491, cy: 168.1545 }, // la Llosa del Cavall (Navès)
  { cx: 244.6173, cy: 191.4743 }, // Sant Ponç (Clariana de Cerdener)
  { cx: 246.7237, cy: 357.8892 }, // Foix (Castellet i la Gornal)
  { cx: 134.8514, cy: 350.4357 }, // Siurana (Cornudella de Montsant)
  { cx: 135.4684, cy: 375.8998 } // Riudecanyes
];

// Capacitats màximes dels embassaments
const capacitats = [
  61.1, // Darnius Boadella (Darnius)
  165.26, // Sau (Vilanova de Sau)
  233.0, // Susqueda (Osor)
  109.43, // la Baells (Cercs)
  80.0, // la Llosa del Cavall (Navès)
  24.38, // Sant Ponç (Clariana de Cerdener)
  3.74, // Foix (Castellet i la Gornal)
  12.22, // Siurana (Cornudella de Montsant)
  5.32 // Riudecanyes
];

// Escala lineal per determinar el radi dels cercles en funció de la
// capacitat
const escalaRadi = d3
  .scaleLinear()
  .domain([d3.min(capacitats), d3.max(capacitats)]) // Domini basat en les
  // capacitats mínimes i màximes
  .range([8, 25]); // Rang de radis de 5px a 20px

// Escala de color per als cercles en funció del percentatge d'ompliment
const color = d3
  .scaleThreshold()

```

```

    .domain([25, 50, 75, 100]) // Dominis per determinar les categories de
    color
    .range(["#FFFFCC", "#A1DAB4", "#41B6C4", "#225EA8"]); // Colors per a cada
    rang

    // Funció per dibuixar els cercles representatius dels pantans
    function dibuixarCercle(pantano, index) {
        //
        //
        var nomEstacio = estacions[index];
        var estacio = llistaDadesUltimDia.filter(filtraEstacio(nomEstacio));
        var percent;
        var colorP;
        if (estacio.length > 0) {
            percent = estacio[0].Percentatge;
            colorP = color(percent);
        } else {
            percent = "ND ";
            colorP = "white";
        }

        const radio = escalaRadi(capacitats[index]); // Calcular el radi basat en
        la capacitat
        svg
            .append("circle")
            .attr("index", index)
            .attr("classe", "pantanos")
            .attr("estacio", estacions[index])
            .attr("capacitat", capacitats[index])
            .attr("percentatge", percent)
            .attr("cx", pantano.cx) // Coordenada x
            .attr("cy", pantano.cy) // Coordenada y
            .attr("r", radio) // Radi del cercle
            .attr("stroke", "#415a77") // Color del contorn
            .attr("fill", colorP) // Color de l'ompliment basat en el percentatge
            .attr("opacity", 0.9); // Opacitat del cercle
        }

        // Dibuix dels cercles per a cada pantà
        pantans.forEach(dibuixarCercle);

        // Posicions per a l'escala de referència dels radis
        let cxe = 330; // Coordenada x de l'escala
        let cye = 490; // Coordenada y de l'escala

```

```

let cxt = 360; // Coordenada x del text de l'escala
const radisEscala = [20, 100, 250]; // Valors de capacitat per a l'escala

// Funció per dibuixar l'escala de referència de radis
function dibuixarEscalaCercle(r) {
  const radio = escalaRadi(r); // Calcular el radi basat en la capacitat
  svg
    .append("circle")
    .attr("classe", "no")
    .attr("cx", cxe)
    .attr("cy", cye - radio)
    .attr("r", radio)
    .attr("fill", "none")
    .attr("stroke", "#415a77"); // Contorn negre
  svg
    .append("text")
    .text(() => r + " hm3") // Text que indica la capacitat en hm3
    .attr("classe", "no")
    .attr("y", cye - 2 * radio + 10)
    .attr("x", cxt)
    .attr("font-size", 9)
    .attr("font-family", "monospace")
    .attr("fill", "#415a77");
}

// Dibuir l'escala de referència per als radis
radisEscala.forEach(dibuixarEscalaCercle);

// Texts ocults inicialment, utilitzats per mostrar informació en passar el
// ratolí per sobre dels cercles
svg
  .append("text")
  .attr("id", "textLinea1")
  .attr("classe", "pantanos")
  .text(" linea 1")
  .attr("y", 420)
  .attr("x", 150)
  .attr("font-size", 12)
  .attr("font-family", "monospace")
  .attr("fill", "#415a77");

svg
  .append("text")

```

```

.attr("id", "textLinea2")
.attr("classe", "pantanos")
.text("linea 2")
.attr("y", 440)
.attr("x", 150)
.attr("font-size", 12)
.attr("font-family", "monospace")
.attr("fill", "#415a77");

svg
.append("text")
.attr("id", "textLinea3")
.attr("classe", "pantanos")
.text("")
.attr("y", 460)
.attr("x", 150)
.attr("font-size", 12)
.attr("font-family", "monospace")
.attr("fill", "#415a77");

// Selecció de tots els cercles amb la classe "pantanos"
let cercles = svg.selectAll("circle").filter(function (d, i, nodes) {
  return d3.select(this).attr("classe") == "pantanos";
});

// Selecció de tots els textos amb la classe "pantanos"
let textos = svg.selectAll("text").filter(function (d, i, nodes) {
  return d3.select(this).attr("classe") == "pantanos";
});

// Ocultar els textos inicialment
textos.style("visibility", "hidden");

// Variables per als textos informatius
let text1 = svg.select("#textLinea1"); // Text per al nom de l'estació
let text2 = svg.select("#textLinea2"); // Text per a la capacitat
let text3 = svg.select("#textLinea3"); // Text per al percentatge

// Events per a quan el ratolí passa per sobre dels cercles
cercles.on("mouseover", function (event) {
  cercles.style("opacity", 0.2); // Reduir opacitat de tots els cercles
  let cercleOver = d3.select(this); // Seleccionar el cercle actual

```

```

    cercleOver.style("opacity", 1); // Restaurar l'opacitat del cercle
    seleccionat
    textos.style("visibility", "visible"); // Mostrar els textos
    actualitzaTextos(cercleOver); // Actualitzar el contingut dels textos
  });

  cercles.on("mouseout", function () {
    cercles.style("opacity", 0.9); // Restaurar opacitat de tots els cercles
    textos.style("visibility", "hidden"); // Ocultar els textos
  });

  svg.selectAll("#background").on("click", function () {
    cercles.style("opacity", 0.9); // Restaurar opacitat de tots els cercles
  });

  // Funció per actualitzar els textos informatius
  function actualitzaTextos(cercle) {
    text1.text(() => "Estació: " + cercle.attr("estacio"));
    text2.text(() => "Capacitat: " + cercle.attr("capacitat") + " hm3");
    text3.text(() => "Percentatge: " + cercle.attr("percentatge") + "%");
  }

  return svgContainer.node(); // Retornar el contenidor SVG completat
}

```

``mapCat``:

Contenidor i Mapa SVG:

- Crea un contenidor SVG amb `d3`, carregant el fitxer ``mapCatGran@4.svg`` i ajustant l'alçada a 600.

Dades de les Estacions:

- Defineix les estacions i coordenades (posició ``cx``, ``cy``) dels embassaments, amb les capacitats màximes de cada un.

Ecales:

- *Radi*: Escala lineal basada en les capacitats per definir la mida dels cercles.
- *Color*: Escala per determinar el color segons el percentatge d'ompliment.

Funcions:

- *Dibuixar Cercle*: Genera cercles en cada ubicació (``cx``, ``cy``) amb color segons el percentatge d'ompliment i radi segons la capacitat.
- *Escala de Radis*: Dibuixa una referència per a radis de capacitat (``hm3``) amb una escala visual al mapa.
- *Textos Informatius*: Texts amagats inicialment que mostren informació en passar el ratolí sobre els embassaments (nom de l'estació, capacitat, percentatge d'ompliment).

Interacció:

- *Ratolí a sobre*: Redueix l'opacitat dels altres cercles, mostra i actualitza els textos informatius.
- *Ratolí fora*: Restableix l'opacitat dels cercles i amaga els textos.

Anàlisi.

Aquesta visualització transforma dades complexes en informació accessible i efectiva per mostrar tant la distribució geogràfica com l'estat actual dels embassaments en termes de capacitat i ubicació relativa.

Diagrames de Barres Apilades.

A Observable *Plot* hi ha diversos exemples per crear gràfics de barres apilades. Segons el *Catàleg de Visualització de Dades*¹⁹, els gràfics de barres apilades segmenten les seves barres en múltiples conjunts de dades, apilant una barra sobre l'altra. Aquestes gràfiques s'utilitzen per mostrar com una categoria més gran es divideix en categories més petites i per il·lustrar la relació de cada part respecte la quantitat total.

Existeixen dos tipus de barres apilades:

- **Gràfiques de barres apilades simples:** En aquesta classe, cada valor d'un segment s'apila al costat de l'anterior. El valor total de la barra és la suma de tots els segments de valors agregats.
- **Gràfiques de barres apilades 100%:** Mostren el percentatge que representa cada grup respecte al total. Cada barra es representa com un percentatge de la totalitat, i això permet comparar les proporcions de cada valor dins de cada grup.

Primer Contacte.

Vaig decidir crear gràfics de barres apilades simples per representar l'estat de les reserves d'aigua de les conques internes de Catalunya, com també ho fa la visualització de la [gota de l'ACA](#). Si bé la gota és una visualització estèticament agradable, presenta diverses limitacions pel que fa a la representació clara i precisa de l'estat real de les reserves d'aigua.

El principal problema d'aquest tipus de visualització rau en la complexitat d'associar visualment la superfície del cercle amb la quantitat real d'aigua. Per exemple, si la gota està al 25% del seu volum total, l'usuari podria interpretar incorrectament la mida de la porció visual, ja que la percepció humana no és lineal quan es tracta d'àrees o volums. La nostra intuïció sovint subestima la relació entre àrees i valors percentuals, de manera que un 25% de volum dins d'un cercle o una forma similar pot semblar més petit o més gran del que realment és, i això pot donar lloc a errors d'interpretació.

Aquesta reflexió em va portar a considerar com crear una visualització més pràctica i coherent. Vaig concloure que un gràfic de barres apilades ofereix una relació més directa entre la longitud de la barra i el valor representat. A més, em vaig plantejar la pregunta: ***Dins de l'estat actual del volum embassat, quin és el percentatge que ocupa cada embassament?*** Aquesta informació ajudaria a identificar quins embassaments es troben en una situació més crítica o són rellevants segons la seva capacitat.

¹⁹ *The Data Visualization Catalogue* és un projecte de Severino Ribeca per desenvolupar una biblioteca (no basada en codi) de diferents tipus de visualització d'informació. L'espai web serveix com un recurs d'aprenentatge i inspiració per a qui es dediqui a treballar amb visualitzacions de dades. (*About: The Data Visualisation Catalogue*, s. f.)

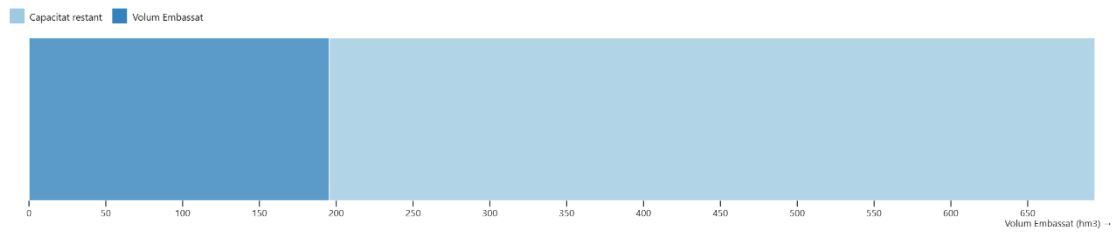
Aplicació.

Figura 25. Diagrama de barres apilades per representar l'estat actual del volum d'aigua emmagatzemada (hm³) a les conques internes de Catalunya

```

EstatCapacitatTotal = Plot.plot({
  color: {
    scheme: "Blues",
    legend: true
  },
  width,
  height: 200,

  x: {
    label: "Volum Embassat (hm3)"
  },

  marks: [
    Plot.barX(
      dataPieTotal,
      Plot.stackX({
        x: "volum",
        fill: "estacio",
        fillOpacity: 0.8,
        inset: 0.5,
        channels: {},
        tip: {
          format: {
            Estacio: true
          }
        }
      })
    )
  ]
})

```

`CapacitatTotal` :

- **Configuració:** Gràfic de barres apilades, amplada `width` i alçada 200.
- **Color:** Esquema "Blues" amb llegenda.
- **Eix X:** Etiqueta "Volum Embassat (hm³)".
- **Marks:**
 - `Plot.barX(...)` : Barres apilades a partir de `dataPieTotal`.
 - *Atributs:* `x: "volum"`, `fill: "estacio"`, opacitat 0.8, espaiat 0.5 i consells emergents (`tip`) que mostren `Estacio`.

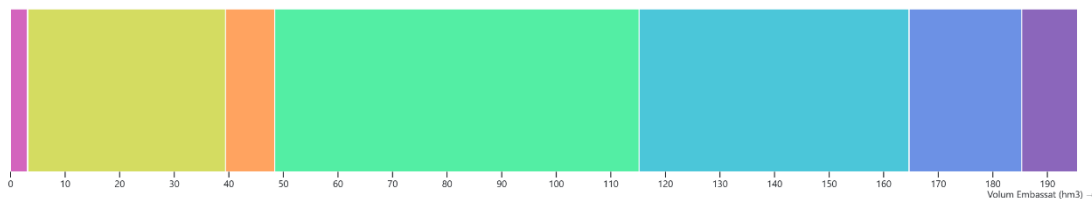


Figura 26. Diagrama de barres apilades que representa el desglossament del volum actual d'aigua emmagatzemada (hm³) per embassament

```
CapacitatPerEmbassament = Plot.plot({
  color: {
    scheme: "Rainbow",
    legend: false
  },
  width,
  height: 200,

  x: {
    label: "Volum Embassat (hm3)"
  },

  marks: [
    Plot.barX(
      dataPieLlistaEmbassaments,
      Plot.stackX({
        x: "volum",
        fill: "estacio",
        fillOpacity: 0.8,
        inset: 0.5,
        channels: {},
        tip: true
      })
    )
  ]
})
```

```
)
]
})
```

``CapacitatPerEmbassament`` :

- **Configuració:** Gràfic de barres apilades amb amplada ``width`` i alçada de 200.
- **Color:** Esquema de colors "Rainbow" sense llegenda.
- **Eix X:** Etiqueta "Volum Embassat (hm³)".
- **Marks:**
 - ``Plot.barX(...)`` : Barres apilades basades en ``dataPieLlistaEmbassaments``.
 - *Atributs:* ``x: "volum"`, `fill: "estacio"`, opacitat de 0.8, espaiat de 0.5 i consells emergents activats (`tip: true`)`.

Anàlisi.

En conjunt, les barres tenen una relació directa i lineal entre la seva longitud i el valor que representen. Aquesta simplicitat permet als usuaris interpretar la informació amb precisió, sense necessitat d'ajustos mentals com els que requereix la visualització en forma de gota. El disseny és clar i facilita una comparació ràpida entre la capacitat total, l'aigua disponible actual i el detall de l'aigua disponible segons l'estat actual de cada embassament.

Gràfic de Columnes.

Segons *Data Viz Project*, un gràfic de barres consisteix en barres rectangulars amb una longitud proporcional als valors que representen. Un dels eixos mostra les categories específiques que es comparen, mentre que l'altre eix representa els valors discrets. Aquests tipus de gràfic és ideal per a la presentació visual de dades categòriques, és a dir, dades agrupades en categories discretes, com els mesos de l'any, grups d'edat o talles de sabates. Generalment, aquestes categories són qualitatives.

Primer Contacte.

Per analitzar la distribució d'aigua embassada als diferents pantans, he creat un gràfic de barres rectangulars que mostra el volum total embassat en hectòmetres cúbics (Hm³) de les 9 estacions monitorades, així com el percentatge d'aigua actualment disponible a cadascun. L'eix vertical representa el volum total en hectòmetres cúbics, mentre que l'eix horitzontal presenta cada embassament específic per nom.

Aplicació.

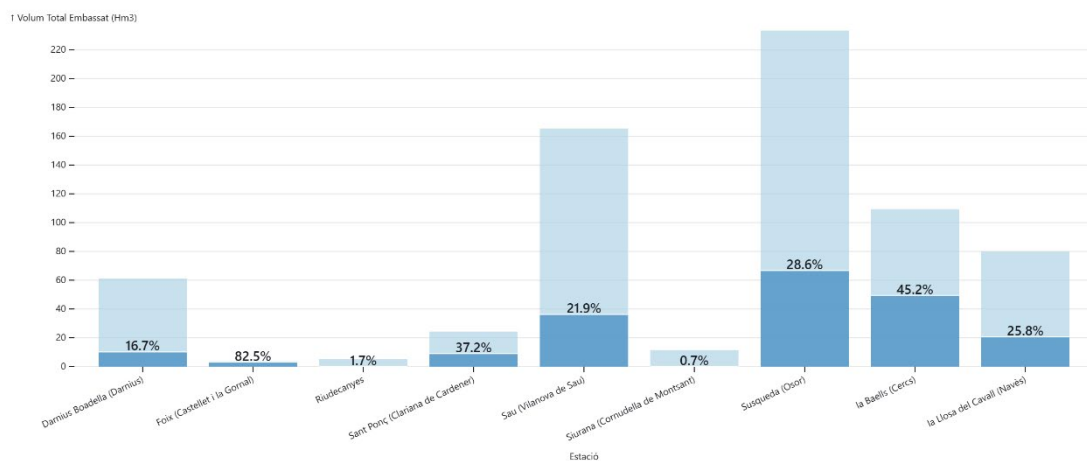


Figura 27. Gràfic de columnes que mostra la quantitat d'aigua emmagatzemada als embassaments en relació amb la seva capacitat total

```

GraficColmnes = Plot.plot({
  width,
  marginBottom: 100,
  marginLeft: 70,
  x: {
    padding: 0.2,
    tickRotate: -25,
    label: "Estació"
  },
  y: {
    grid: true,
    label: "Volum Total Embassat (Hm3)"
  }
})

```

```
    },
    marks: [
      Plot.barY(llistaDadesUltimDia, {
        x: "Estacio",
        y: "Volum_Total",
        fill: "#B1D5E7",
        fillOpacity: 0.7,
        channels: {},
        tip: true
      }),
      Plot.barY(llistaDadesUltimDia, {
        x: "Estacio",
        y: "Volum_Embassat",
        fill: "#5A9BCA",
        fillOpacity: 0.9
      }),
      Plot.tickY(llistaDadesUltimDia, {
        x: "Estacio",
        y: "Volum_Embassat",
        stroke: "white"
      }),
      Plot.text(llistaDadesUltimDia, {
        x: "Estacio",
        y: "Volum_Embassat",
        dy: "-6",
        text: (d, i) => llistaDadesUltimDia[i].Percentatge + "%",
        fontSize: 12,
        fontWeight: 600
      })
    ]
  })
}
```

``GraficColumnnes``:

- **Configuració:** Gràfic de barres amb amplada ``width``, marge inferior de 100 i marge esquerre de 70.
- **Eix X:** ``Estació`` amb rotació de les etiquetes a -25° i espaiat.
- **Eix Y:** Graella activada i etiqueta "Volum Total Embassat (Hm³)".
- **Marks:**
 - ``Plot.barY(...)`` (1): Barra pel volum total embassat (``Volum_Total``), color blau clar i opacitat de 0.7.
 - ``Plot.barY(...)`` (2): Barra pel volum embassat (``Volum_Embassat``), color blau fosc i opacitat de 0.9.
 - ``Plot.tickY(...)`` : Marca blanca per a cada ``Volum_Embassat``.
 - ``Plot.text(...)`` : Text del percentatge embassat per damunt de cada barra, amb mida de lletra 12 i gruix 600.

Anàlisi.

El resultat és una eina efectiva per comparar els percentatges de volum embassat entre les diferents estacions. Aquest forma de visualització resulta eficaç per oferir una doble perspectiva: per una banda, permet als usuaris veure la capacitat màxima de cada embassament, i per l'altra, facilita una ràpida comprensió visual de quina part de la capacitat és visualitzada actualment.

Gràfic de Línies.

Data Viz Project determina que els gràfics de línies són un tipus de gràfic que representa la informació mitjançant una sèrie de punts de dades, anomenats “marcadors”, connectats per segments de línies rectes. Aquest tipus de gràfic s'utilitza principalment per mostrar valors quantitatius al llarg d'un interval de temps continu i és especialment útil per visualitzar tendències i relacions (quan s'agrupen amb altres línies). A més, proporciona una visió general de l'evolució dins d'un període determinat, mostrant com s'ha desenvolupat durant aquest interval.

➔ *MONITOR*

Primer Contacte.

La variabilitat climàtica que afecta el territori s'està intensificant a causa de l'emergència climàtica, que genera pluges més irregulars i fenòmens meteorològics extrems. Davant d'aquesta realitat, vaig decidir crear una visualització de dades per monitorar i comparar l'evolució dels embassaments al llarg del temps, amb especial èmfasi en les darreres “n” hores. Aquest valor “n” és accionable per l'usuari, cosa que li permet triar un interval d'entre 24 i 96 hores.

Aplicació.

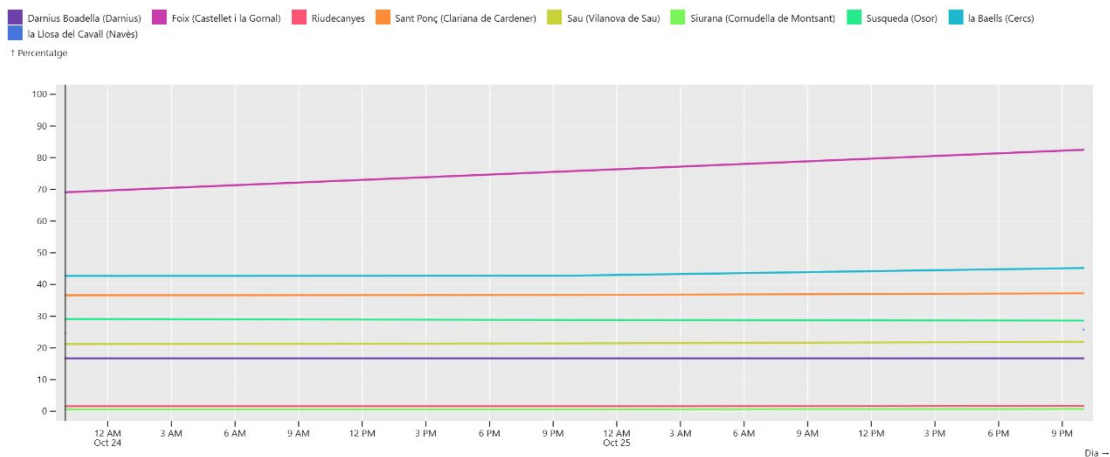


Figura 28. Monitor interactiu del volum d'aigua embassada

```

Monitor = Plot.plot({
  width,
  marginTop: 40,
  marginBottom: 40,
  marginLeft: 50,

  color: { scheme: "Rainbow", legend: true },
  y: { domain: [0, 100] },
  inset: 10,
  marks: [
    Plot.frame({ fill: "#eaeaea" }),
    Plot.gridY({ stroke: "white", strokeOpacity: 0.3 }),
    Plot.gridX({ stroke: "white", strokeOpacity: 1 }),
    Plot.line(dadesDifHores, {
      x: "Dia",
      y: "Percentatge",
      stroke: "Estacio",
      strokeWidth: 2,
      tip: {
        format: {
          Estacio: true,
          Percentatge: true,
          x: (d) => d.toLocaleDateString()
        }
      }
    }),
    Plot.ruleX([dadesDifHores[dadesDifHores.length - 1].Dia])
  ]
})

```

`Monitor`:

- **Configuració:** Gràfic de línies amb amplada `width`, marges superiors/inferiors de 40 i marge esquerre de 50.
- **Color:** Esquema "Rainbow" amb llegenda.
- **Eix Y:** Domini de 0 a 100.
- **Marks:**
 - `Plot.frame(...)` : Fons gris clar.
 - `Plot.gridY(...)` i `Plot.gridX(...)` : Graelles Y i X, amb diferents opacitats.
 - `Plot.line(...)` : Línia basada en `dadesDifHores`, mostra percentatges per dia i estació amb consell emergent formatat.
 - `Plot.ruleX(...)` : Línia vertical en l'últim valor de `Dia` de `dadesDifHores`.



Figura 29. Slider interactiu, permet un seguiment precís en intervals de 24 a 96 hores.

```
viewof tempsEnhores = Inputs.range([96, 24], {
  value: 48,
  label: "Hores Prèvies",
  step: 12
})
```

`viewof tempsEnhores` :

- **`Inputs.range([96,24]), { value: 48, label: “Hores Prèvies”, step: 12}`** : Crea un selector de rang interactiu per triar hores prèvies (entre 24 i 96 hores, amb passos de 12 hores). El valor seleccionat (`tempsEnhores`) s'utilitza després per ajustar el rang de dades de la gràfica.

Anàlisi.

Aquesta visualització és una eina pràctica i flexible per monitorar els canvis recents en els nivells dels embassaments, amb la possibilitat de configurar l'interval d'observació entre 24 i 96 hores. Això permet fer un seguiment en temps real dels efectes de fenòmens climàtics extrems com tempestes, sequeres o pluges irregulars, detectant tant tendències immediates com patrons més estables en les reserves d'aigua.

➔ *CERCADOR*

Primer Contacte.

Durant la meua recerca, vaig trobar diversos articles i estudis que documentaven episodis històrics de sequera al territori català. A la darrera dècada del segle XXI, es van registrar quatre episodis de sequera importants, el més rellevant es va produir en el 2004 fins al 2008, quan alguns embassaments catalans vorejaren el 20% de les seves reserves. Aquest fet em va portar a qüestionar-me si l'episodi de sequera que vivim des del 2021 està seguint un patró encara més sever que el del 2004.

La base de dades relacionades amb l'estat dels embassaments de Catalunya proporciona registres des de l'any 2000 (concretament el 02/01/2000) fins a l'última actualització disponible de l'Agència Catalana de l'Aigua. Amb aquesta informació, he desenvolupat una visualització interactiva que permet analitzar l'evolució dels volums d'aigua emmagatzemats en diferents estacions al llarg d'un període seleccionat. Aquesta eina també ofereix la possibilitat de centrar-se en un embassament específic, per observar la seva mitjana i l'evolució del volum embassat durant el mateix període.

Aplicació.

Data d'Inci




Figura 30. Selector Data d'Inici

```
viewof dataInici = Inputs.date({
  label: "Data d'Inci",
  value: new Date(ultimDia.getFullYear().toString()),
  range: [primerDia, ultimDia]
})
```

``viewof dataInici`` :

- **`label`** : "Data d'Inci", mostra un títol descriptiu per al selector.
- **`value`** : La data inicial per defecte, que es fixa com l'any complet del dia final (``ultimDia``).
- **`range`** : Delimita el rang de dates disponibles des del primer (``primerDia``) fins a l'últim dia (``ultimDia``).

Data Final




Figura 31. Selector Data Final

```
viewof dataFinal = Inputs.date({ label: "Data Final", value: ultimDia })
```

``viewof dataFinal`` :

- **`label`** : Mostra "Data Final" com a títol del selector.
- **`value`** : Estableix ``ultimDia`` com la data seleccionada inicial per defecte.

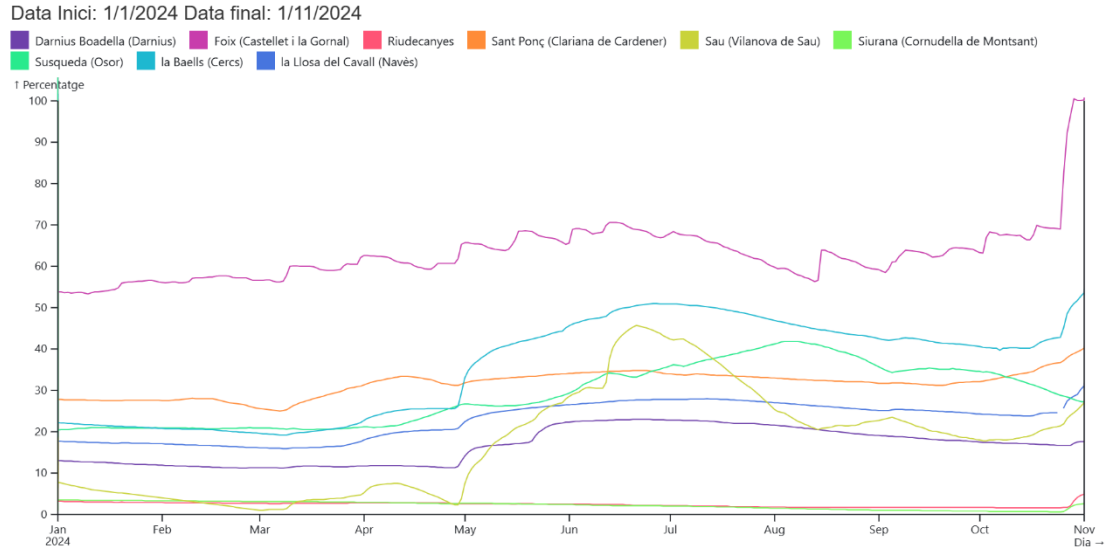


Figura 32. Gràfic de línies per seguir l'evolució dels volums d'aigua emmagatzemats en diferents estacions al llarg d'un període seleccionat.

```

grafPeriode = Plot.plot({
  subtitle:
    "Data Inici: " +
    dataInici.toLocaleDateString() +
    " Data final: " +
    dataFinal.toLocaleDateString(),

  color: { scheme: "Rainbow", legend: true },
  width,
  x: {
    domain: [dataInici, dataFinal],
    clamp: true
  },

  y: { domain: [0, 100] },

  marks: [
    Plot.lineY(dadesTotalsGrafica, {
      x: "Dia",
      y: "Percentatge",
      stroke: "Estacio",
      strokeWidth: 1,
      channels: {},
      tip: {
        format: {
          Estacio: true,
        }
      }
    })
  ]
})

```

```

    Percentatge: true,
    x: (d) => d.toLocaleDateString()
  }
}
)),
Plot.ruleY([0]),
Plot.ruleX([dataInici]),
Plot.ruleX([dataFinal])
]
})

```

``grafPeriode`` :

- **`subtitle`** : Mostra el rang de dates seleccionat com a subtítol del gràfic, usant les dates ``dataInici`` i ``dataFinal`` en format local.
- **`color`** : Utilitza una paleta de colors “Rainbow” per diferenciar les estacions.
- **`x`** : Configura l’eix X per mostrar les dates entre ``dataInici`` i ``dataFinal``, i limita el rang (``clamp``).
- **`y`** : Estableix l’eix Y amb un domini de 0 a 100 per representar el percentatge.
- Marks
 - Línies (``Plot.lineY``): Mostra els percentatges per cada estació amb dades de ``dadesTotalsGrafica``, amb informació d’estació i percentatge mostrada al passar el ratolí (``tip``).
 - Línies de Referència (``Plot.ruleY`` i ``Plot.ruleX``): Afegeix una línia horitzontal a `Y=0` i línies verticals a ``dataInici`` i ``dataFinal``.

Selecciona Embassamnet:

Riudecanyes ▼

Figura 33. Selector d'embassaments

```

viewof selectEstacio = Inputs.select(llistaEstacions, {
  label: "Selecciona Embassamnet:"
})

```

`viewof selectEstacio` :

- **`Inputs.select(...)`** : Crea un menú desplegable.
 - **`llistaEstacions`** : Llista d'opcions que es mostren al menú. Cada element és una estació possible.
 - **`label: "Selecciona Embassament:"`** : Etiqueta que es mostra al costat del menú desplegable, indicant a l'usuari què seleccionar.

Foix (Castellet i la Gornal)

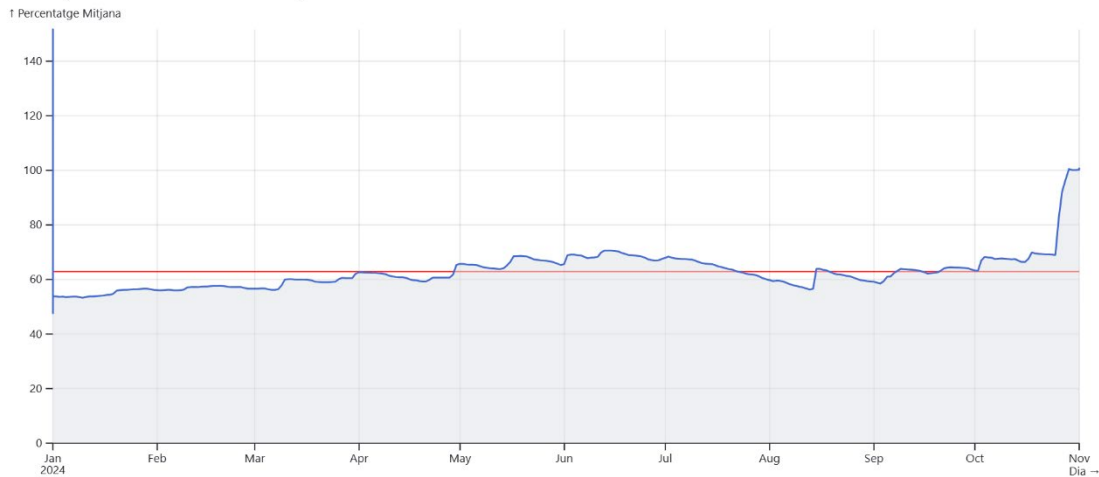


Figura 34. Gràfic de línies que mostra l'evolució d'un embassament específic durant el període seleccionat.

```
grafMitja = Plot.plot({
  title: selectEstacio,
  width,

  grid: true,
  x: {
    domain: domini,
    clamp: true
  },
  y: {
    label: "Percentatge Mitjana"
  },
  marks: [
    Plot.ruleY([0]),
    Plot.ruleY([mitjanaPercentatgeEntreDates], {
      stroke: "red",
      strokeWidth: 1,
      channels: {
        mitjana: "mitjanaPercentatge"
      }
    })
  ]
})
```

```

    },
    tip: true
  )),
  Plot.areaY(dadesSelect, {
    x: "Dia",
    y: "Percentatge",
    fillOpacity: 0.5,
    fill: "#dee2e6"
  )),
  Plot.lineY(dadesSelect, {
    x: "Dia",
    y: "Percentatge",
    stroke: "Estacio",
    channels: {
      //Dia: "Dia",
      //Estacio: "Estacio"
    },
    tip: {
      format: {
        Estacio: true,
        Percentatge: true,
        x: (d) => d.toLocaleDateString()
      }
    }
  })
]
})

```

``grafMitja`` :

- **Configuració:** Gràfic amb títol (``selectEstacio``), amplada (``width``), graella activa i eix X limitat per ``domini``.
- **Eix Y:** Etiqueta "Percentatge Mitjana".
- **Marks:**
 - ``Plot.ruleY([0])`` : Línia a $Y=0$.
 - ``Plot.ruleY([mitjanaPercentatgeEntreDates], {...})`` : Línia horitzontal vermella indicant la mitjana.
 - ``Plot.areaY(dadesSelect, {...})`` : Àrea sota ``dadesSelect``, amb opacitat 0.5 i color gris clar.
 - ``Plot.lineY(dadesSelect, {...})`` : Línia que segueix ``dadesSelect``, amb consells emergents per ``Estacio``, ``Percentatge`` i data (``x``).

Anàlisi.

La capacitat de seleccionar un rang de dates facilita l'observació de tendències en els volums d'aigua embassada, i això permet identificar clarament patrons de canvi al llarg del temps. Les fluctuacions pronunciades mostren amb precisió les pujades i baixades d'aigua, que sovint responen a la influència de patrons estacionals i fenòmens meteorològics locals com pluges intenses o episodis de sequera.

D'altra banda, la segona gràfica ofereix una visió detallada d'un embassament en particular, incloent-hi la seva mitjana i l'evolució del seu volum embassat. Aquesta funció resulta especialment útil per a una gestió més específica i informada dels recursos hídrics de cada embassament, adaptant les decisions a les característiques i necessitats de cada cas concret.

Heat Map.

Segons *Data Viz Project*, un heat map, o mapa de calor, és una visualització de dades en què els valors individuals d'una matriu es representen mitjançant variacions de color. Aquest tipus de gràfic són especialment útils per mostrar la variabilitat entre múltiples variables i per identificar patrons de correlació de manera visual i intuïtiva.

Primer contacte.

Un aspecte que he trobat a faltar en les visualitzacions de dades relacionades amb l'estat dels embassaments catalans és la presència d'un mapa de calor que permeti observar l'evolució de cada embassament al llarg del temps. A diferència d'altres gràfics, que es limiten a mostrar valors puntuals o variacions concretes, el mapa de calor facilita la identificació de tendències generals i ajuda a entendre la capacitat de recuperació dels embassaments després de cada episodi sec o humit.

➔ *TENDÈNCIES ESTACIONALS*

Aplicació.

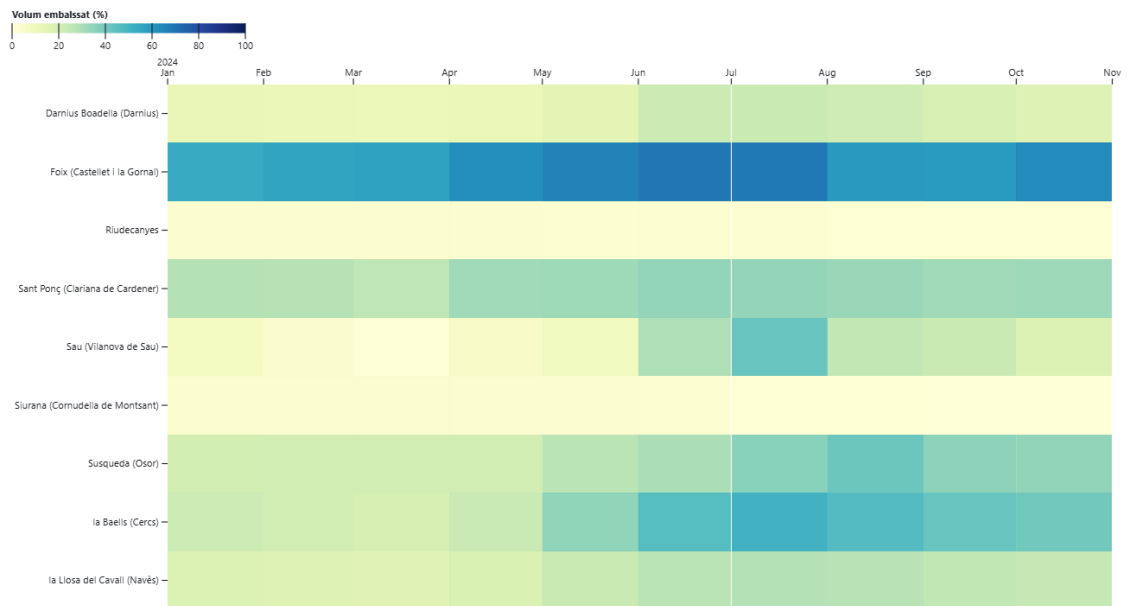


Figura 35. Mapa de calor de l'evolució del percentatge del volum d'aigua embassada dels embassaments de les conques internes

```
HeatMap = Plot.plot({
  marginLeft: 160,
  width,
  height: 600,
  marginBottom: 30,
  padding: 0,
  round: false,
  label: null,
  x: {
    domain: [dataInici, dataFinal],
    clamp: true,
    axis: "top"
  },
  color: {
    scheme: "YlGnBu",
    legend: true,
    label: "Volum embalsat (%)",
    domain: [0, 100]
  },
  marks: [
    Plot.barX(dadesTotalsGrafica, {
      x: "Dia",
```

```

    y: "Estacio",
    interval: "month",
    inset: 0.5,
    fill: "Percentatge",
    title: "Percentatge"
  })
]
})

```

`HeatMap` :

- **Configuració:** Gràfic de barres verticals, amplada `width`, alçada 600, marges laterals 160 (esquerra) i 30 (baix).
- **Eix X:** Domini entre `dataInici` i `dataFinal`, eix a dalt i valors ajustats dins el domini.
- **Color:** Esquema "YlGnBu" amb domini 0-100%, amb llegenda i etiqueta "Volum embassat (%)".
- **Marks:**
 - `Plot.barX(...)` : Barres verticals basades en `dadesTotalsGrafica`.
 - Atributs:
 - `x` : `Dia`.
 - `y` : `Estacio`.
 - `interval` : Mes.
 - `fill` : `Percentatge` amb consell de valor (`title`).

Anàlisi.

Aquesta gràfica mostra la variació del nivell d'aigua en els embassaments catalans durant un període llarg de temps, des del 2000 fins a l'última actualització de dades disponible. Les tonalitats clares (grocs i verds) representen els valors més baixos del percentatge d'aigua embassada, mentre que les tonalitats fosques (blau fosc) indiquen els percentatges més alts.

→ TENDÈNCIES ESTACIONALS

Aplicació.

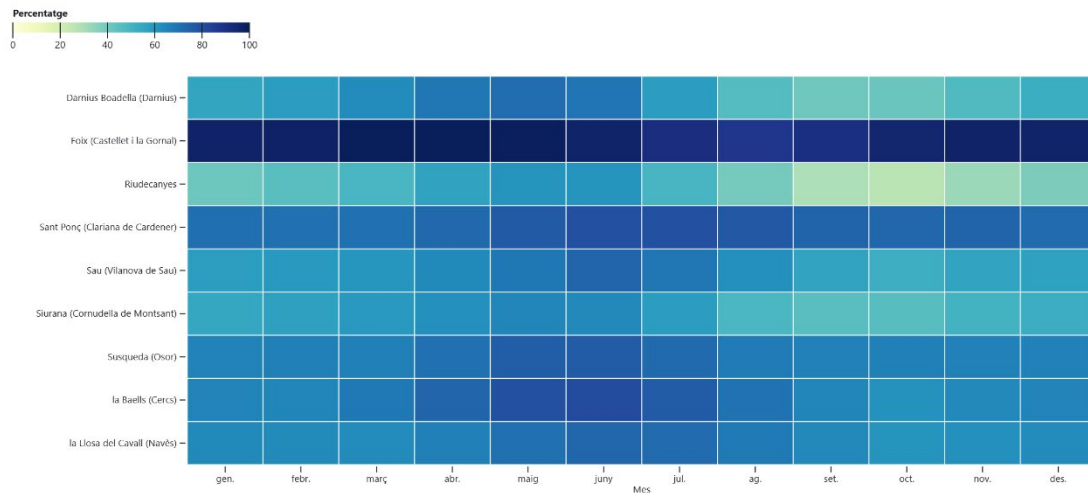


Figura 36. Mapa de calor que representa l'anàlisi mensual del percentatge d'aigua embassada en cada estació, permetent identificar les variacions estacionals

```

TendenciasEstacionales = Plot.plot({
  height: 460,
  width,
  marginLeft: 180,
  padding: 0,
  y: { label: null },
  x: {
    label: "Mes",
    tickFormat: Plot.formatMonth("cat", "short")
  },
  color: { scheme: "YlGnBu", legend: true, zero: true, domain: [0, 100] },
  marks: [
    Plot.cell(
      dadesTotalsGrafica,
      Plot.group(
        { fill: "mean" },
        {
          x: (d) => d.Dia.getUTCMonth(),
          y: "Estacio",
          fill: "Percentatge",
          inset: 0.5,
          tip: {
            format: {
              Estacio: true,
            }
          }
        }
      )
    )
  ]
})

```

```

        Percentatge: true,
        x: Plot.formatMonth("cat", "short")
    }
}
)
)
]
})

```

`Tendències Estacionals` :

- **Configuració:** Gràfic de cel·les amb amplada `width`, alçada 460, marge esquerre de 180, i sense etiquetes a l'eix Y.
- **Eix X:** Etiqueta "Mes" amb format de mes curt en català.
- **Color:** Esquema "YlGnBu" amb domini de 0 a 100, amb llegenda i zero inclòs.
- **Marks:**
 - `Plot.cell(...)` : Crea cel·les agrupades amb `dadesTotalsGrafica`.
 - Atributs:
 - `x` : Mes del valor `Dia`.
 - `y` : `Estacio`.
 - `fill` : Mitjana del `Percentatge` amb opacitat ajustada.
 - Consell emergent (`tip`): Mostra `Estacio`, `Percentatge`, i mes en format curt català.

Anàlisi.

Aquesta visualització mostra les variacions mensuals mitjanes, en percentatge, per cada embassament al llarg de l'any, oferint una visió detallada del comportament estacional. Permet observar com cada embassament respon al cicle anual de pluges i sequera, rellevant tendències diferenciades. Per exemple, els mesos d'estiu solen presentar un descens en el nivell d'aigua, mentre que a la primavera i la tardor apareixen colors més foscos, indicant una recuperació a causa de les pluges.

5.3.2. Projecte, *Observable Framework*

Observable ofereix la possibilitat de desenvolupar llocs web estàtics de codi obert especialitzats en aplicacions de dades²⁰. A través d'aquesta plataforma, he creat un espai web interactiu que analitza en temps real les situacions actuals dels embassaments de les conques internes de Catalunya. A més, de proporcionar eines que permeten situar aquests esdeveniments en el context de tendències recents i històriques. Aquest projecte està disponible a <https://tfgdissenydigital.observablehq.cloud/embassaments-cat/>.

Per a desenvolupar el marc de l'aplicació, *Framework* té l'avantatge que no se centra en un sol llenguatge, com ara JavaScript, Python o R. *Framework* és poliglota i permet reunir diversos idiomes de programació. Aquest aspecte és especialment valuós per a aplicacions de dades que accepten treballar amb el llenguatge de programació preferit per a l'anàlisi, però que també es vol aprofitar tot el potencial de JavaScript per crear gràfics interactius.

Un concepte clau de les aplicacions de dades del *Framework* és la reactivitat automàtica, com també passa amb els *Observable Notebooks*. Aquesta característica permet que el codi es torni a executar automàticament quan hi ha canvis en les variables. Gràcies a aquesta reactivitat, la creació d'aplicacions de dades complexes són més senzilles de comprendre i mantenir, ja que no hi cal gestionar manualment l'actualització de dades o components.

Així doncs, *Framework* ofereix una solució completa, per poder centrar-se en la creativitat i les tasques de més valor, sense perdre el temps amb la configuració de problemes tècnics o menors.

²⁰ Una *aplicació de dades*, segons Observable, és un programa que és principalment una visualització de dades. (*What is Framework? | Observable Framework*, s. f.)

Aplicació Web.

Per iniciar a desenvolupar l'aplicació de dades, he seguit el tutorial “*Getting started*” de *Framework* (<https://observablehq.com/framework/getting-started>), que recull tota la informació necessària per configurar un entorn de desenvolupament local. A través d'un exercici, he creat un projecte per adaptar el meu espai web interactiu. Un cop creat el projecte, segueixo un procés iteratiu on deso els canvis als fitxers del meu editor mentre previsualitzo el resultat al meu navegador.

En aquest procés, he utilitzat tecnologies i eines fonamentals per al desenvolupament de la interfície, com HTML, CSS i Markdown. HTML permet estructurar el contingut de la pàgina web, definint la seva jerarquia i organització; el CSS ha estat clau per a dissenyar l'estil, afegint colors, tipografies i altres elements que milloren l'aspecte visual; i el Markdown m'ha ajudat a crear documents de text pla formatat, facilitant l'escriptura de contingut estructurat que es pot convertir en HTML.

L'entorn web presenta un enfocament senzill i eficient, optimitzat per a la consulta de dades de la gestió dels embassaments catalans. El disseny esta orientat per garantir una solució pràctica de la informació, mentre que l'organització i els recursos visuals estan seleccionats per proporcionar una experiència d'usuari intuïtiva i accessible. L'estructura equilibrada, projecta estabilitat i fiabilitat, ja que pretenc comunicar en tot moment informació tècnica i de caràcter oficial.

Pàgina Principal.



Figura 37. Captura de pantalla de la pàgina principal de l'aplicació web

La pàgina principal és el punt de partida del projecte, on es presenta el propòsit i la informació sobre la gestió dels embassaments de les conques internes de Catalunya. L'aspecte general ofereix una estructura equilibrada i organitzada. Fent ús de l'espai en blanc, deixant que el contingut es destaquï sense resultar sobrecarregat.

Al centre de la pàgina se situa el títol, “*Estat dels Embassaments de Catalunya*”, destacant-se de manera contundent i aportant un pes visual a l'objectiu de la pàgina. A sota del títol es troba el text informatiu:

“Aquest projecte presenta una anàlisi general de l'estat dels recursos hídrics de les conques internes de Catalunya, a partir de la creació i visualització de gràfiques dinàmiques i interactives. Aquesta presentació de dades segueix l'objectiu de proporcionar una perspectiva clara i accessible de la temàtica abastada.

Per a més informació relacionada amb l'estat de les reserves d'aigua als embassaments i la gestió de l'aigua a Catalunya, visita la pàgina de [l'Agència Catalana de l'Aigua](#).

Dades adquirides del portal de [dades obertes de Catalunya](#)”

Aquest text introdueix el propòsit general, fent referència a les fonts de dades utilitzades, enllaços a [l'Agència Catalana de l'Aigua](#) i al portal de [dades obertes de Catalunya](#), reforçant la transparència i la fiabilitat de la informació abastada.

Menú Desplegable.



Figura 38. Captura de pantalla del menú desplegable

A l'esquerra de la pàgina principal es situa el menú desplegable o la barra de navegació lateral que ofereix una millora significativa de l'organització, navegació i eficiència del lloc web. A més optimitza l'experiència d'usuari tant en dispositius de sobretaula com en mòbils o tauletes tàctils. Quan està activat, el menú es llisca des de la part esquerra de la pantalla, cobrint una part del contingut. De forma predeterminada estarà activat segons el dispositiu que accedim a la web, adaptant-se de forma responsiva a qualsevol aparell. La barra de navegació ofereix accés ràpid a les següents seccions:

1. **Embassaments Catalunya**: redirigeix l'usuari a la pàgina principal, on es presenta el context general del treball.
2. **Gestió dels embassaments de Catalunya**: secció que ofereix un informe introductor sobre el context general de la gestió dels embassaments a Catalunya.
3. **Estat Actual**: pàgina que permet monitorar i analitzar l'estat actual dels embassaments de les conques internes mitjançant gràfiques interactives.
4. **Cercador**: eina interactiva que permet als usuaris explorar l'evolució del volum d'aigua embassada dels embassaments de les conques internes de Catalunya.
5. **Monitor**: visualització interactiva que analitza dinàmicament l'evolució del percentatge de volum d'aigua embassada durant les últimes hores.
6. **Tendències Estacionals**: visualització interactiva que analitza el percentatge mensual d'aigua emmagatzemada en cada estació per identificar variacions estacionals.

Estat Actual.

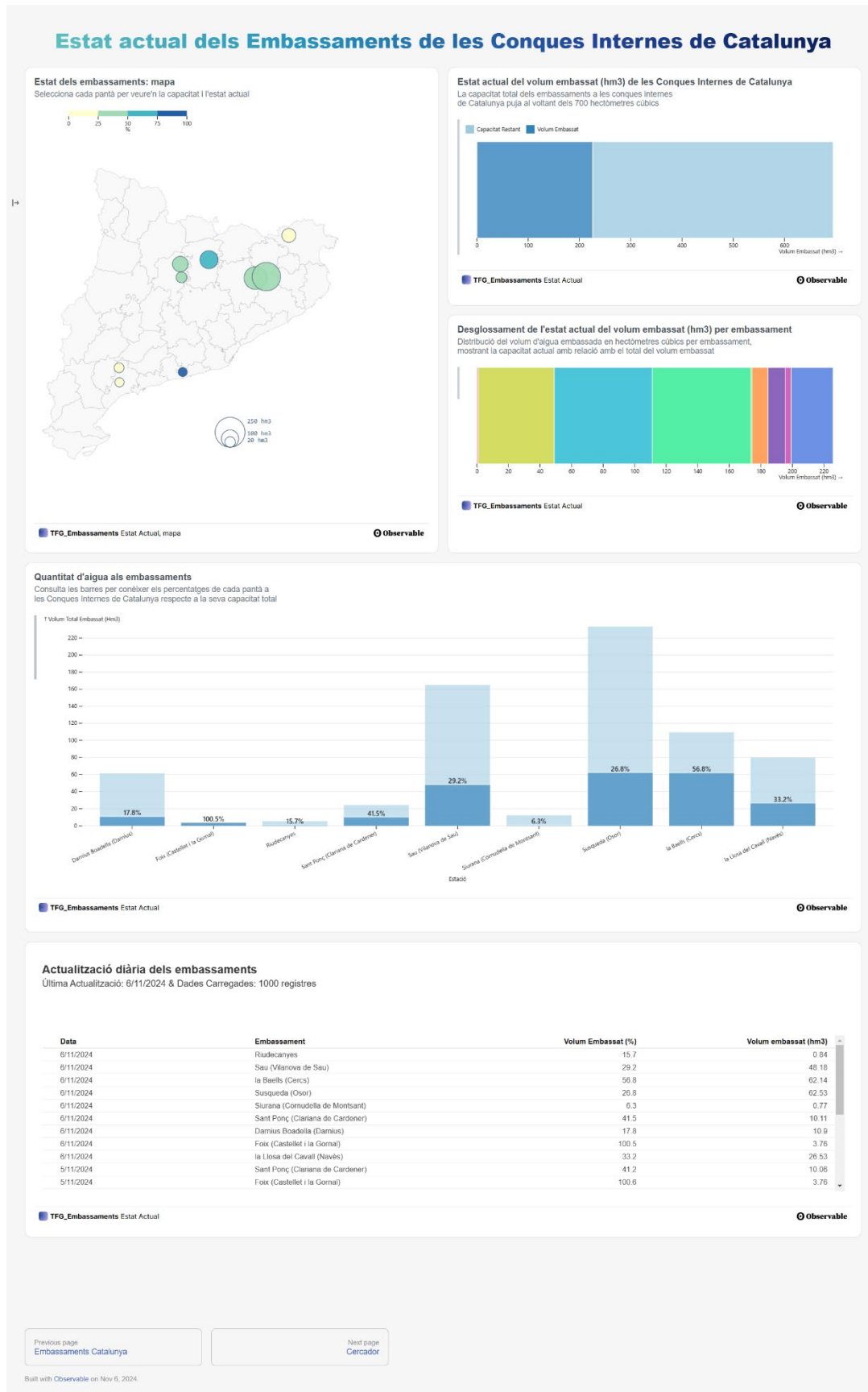


Figura 39. Captura de pantalla de la pàgina d'Estat Actual

La pàgina d'*Estat Actual* es tracta d'un tipus de quadre comandament de l'estat i evolució actual dels embassaments de les conques internes de Catalunya. Aquestes dades s'actualitzen diàriament (12:00 h del migdia aproximadament, si no hi ha incidències – dades agregades del dia anterior).

Distribució de les dades:

- **Diagrames de barres apilades** que mostren l'estat actual del volum (hm³) de les conques internes de Catalunya, i un desglossament de l'estat actual, detallat per embassament.
- **Mapa interactiu** amb la ubicació relativa de cada embassament i utilitza la variable visual de la grandària per representar la capacitat màxima de cada un, mentre que el color indica l'estat actual del volum embassat.
- **Gràfic de columnes** per consultar el percentatge d'aigua embassada de cada pantà en relació amb la seva capacitat total.
- **Tauler resum** de les dades que s'estan recopilant, un total de 1000 registres de dades.

Interactivitat i filtres:

- **La interactivitat es produeix a través del cursor**, permet llegir en detall els valors d'una gràfica (detalls baix demanda).

Cercador.

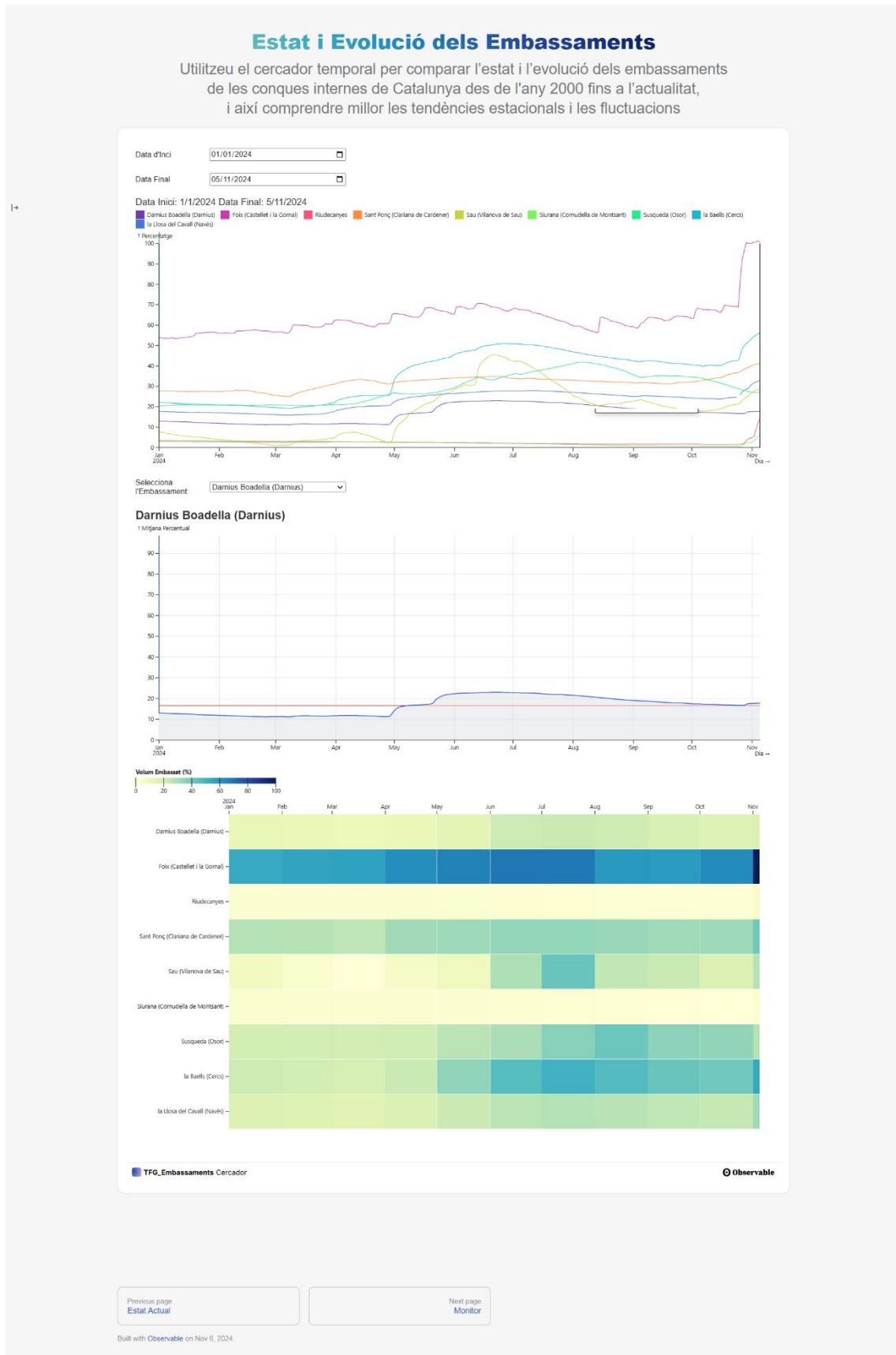


Figura 40. Captura de pantalla de la pàgina del Cercador

El *Cercador* és una visualització interactiva que permet explorar l'evolució del volum d'aigua dels embassaments a les conques internes de Catalunya des de l'any 2000 fins al dia d'avui, convertint-se amb una eina potent per comprendre com han canviat aquests nivells al llarg del temps.

En primer lloc, se selecciona un interval temps utilitzant els selectors interactius de *data d'Inici* i *data final*. Un cop escollit el període, la gràfica principal mostrarà l'evolució del percentatge de volum embassat per cadascuna de les estacions seleccionades, la segona gràfica se centra en l'evolució temporal del volum d'un embassat concret i la tercera és un mapa de calor que mostra el volum d'aigua en percentatges per cada embassament i cada any. Aquesta flexibilitat temporal és essencial per observar tendències estacionals o comparacions any a any.

A més, es pot interactuar per obtenir detalls addicionals, com ara els valors exactes en punts específics. També hi ha l'opció de seleccionar un embassament concret per veure'n l'evolució detallada durant el període escollit i la mitjana del percentatge del volum embassat, per ajudar a comparar els valors diaris amb la mitjana del període.

Distribució de les dades:

- **Gràfics de línies** per analitzar de manera interactiva l'evolució dels volums d'aigua embassada a les estacions registrades durant un període de temps seleccionat, amb l'opció de centrar-se en un embassament concret i així examinar la mitjana i l'evolució de forma més detallada.
- **Heatmap** per visualitzar la variància entre les múltiples variables i mostrar patrons de correlació.

Interactivitat i filtres:

- **Interactivitat a partir del cursor**, s'hi permet llegir en detall els valors d'una gràfica.
- **Zoom**, en ampliar o reduir la gràfica per obtenir una anàlisi més precisa d'un període de temps específic o de les dades d'interès.
- **Filtratge de dades**, on se selecciona un interval de dates utilitzant els selectors interactius de *data d'Inici* i *data Final*.

Monitor.

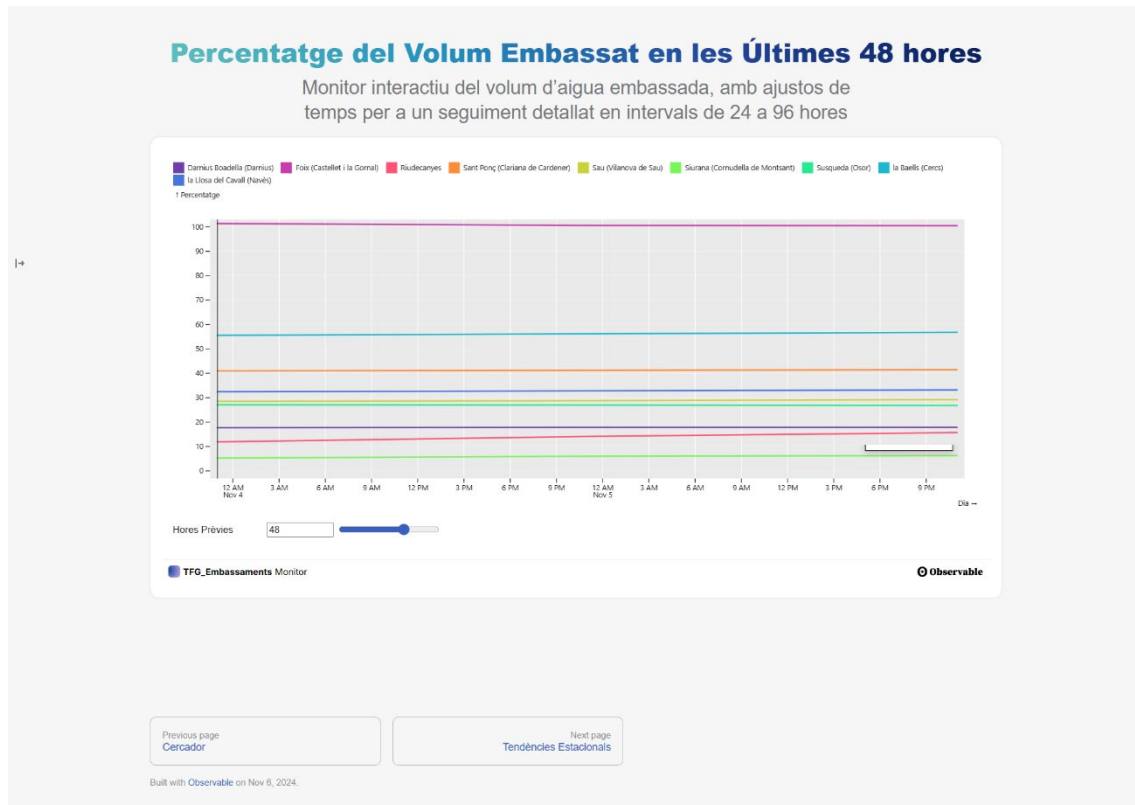


Figura 41. Captura de pantalla de la pàgina del Monitor

El *Monitor* és un gràfic de línies que supervisa l'evolució del percentatge de volum d'aigua embassada durant les últimes hores. S'hi permet ajustar el període de temps utilitzant un *slider* que permet escollir entre un rang de 24 a 96 hores, amb increments de 12 hores.

Es tracta d'una eina pràctica per monitorar canvis recents en els embassaments, especialment en situacions en què les condicions meteorològiques poden tenir un impacte significatiu en un curt període de temps.

Distribució de les dades:

- **Gràfica de línies** que ajuda a aportar un enfocament general dintre de l'interval predeterminat, per veure com s'ha desenvolupat durant aquell període.

Interactivitat i filtres:

- **Filtratge de dades** a partir d'un *input* interactiu que permet als usuaris modificar valors i veure resultats en temps real.
- **Interactivitat a partir del cursor**, s'hi permet llegir en detall els valors d'una gràfica.

Tendències Estacionals.

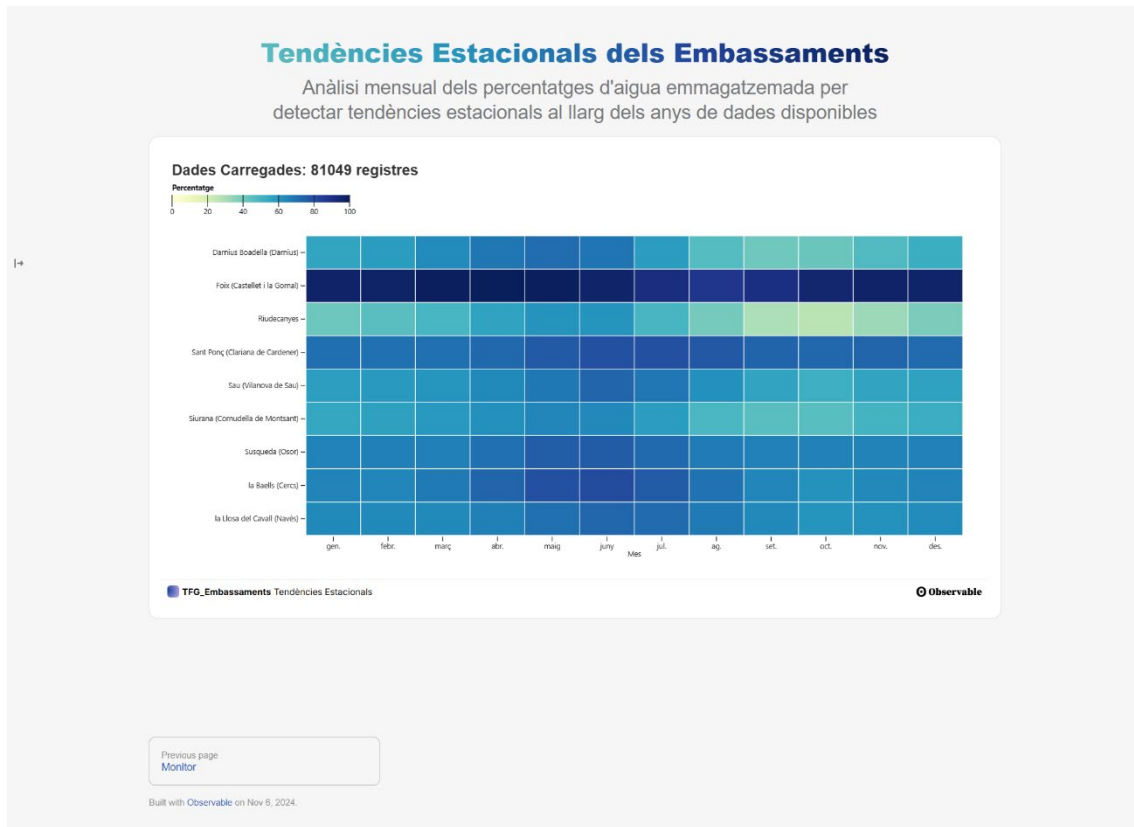


Figura 42. Captura de pantalla de la pàgina de Tendències Estacionals

A la darrera secció de l'apartat web, trobem un mapa de calor per analitzar l'evolució mensual del percentatge d'aigua embassada segons l'estació. Aquesta eina proporciona una visió global de les dades agregades per mes i estació, això permet observar quins canvis o patrons estacionals es repeteixen any rere any en els embassaments i comprendre millor com les estacions de l'any afecten als nivells d'aigua.

Distribució de les dades:

- **Heatmap** per visualitzar la variància entre les múltiples variables i mostrar tendències i patrons estacionals.

Interactivitat i filtres:

- **Interactivitat en passar el cursor** sobre qualsevol cel·la per veure informació addicional, com el percentatge exacte d'aigua embassada durant aquell mes en una estació determinada.

5.4. Materials i Tecnologies Emprades

5.4.1. D3 amb Observable

D3.

D3 (*Data-Driven Document*), o D3.js, és una biblioteca de JavaScript gratuïta i de codi font obert per a la visualització de dades. Permet crear gràfics dinàmics i interactius amb contingut basat en dades, generats a través de la vinculació de dades (*data binding*²¹) on les parts individuals de les dades implícites que s'hi desitja visualitzar estan vinculades a elements individuals en la pàgina. D'aquesta manera, si les dades canvien, els elements també.

Observable.

Observable és l'única plataforma de flux de treball per explorar, analitzar i compartir dades, capaç de suportar tota la potència de D3. La plataforma ofereix dues maneres de treballar:

Quaderns de Treball (Notebooks).

Els quaderns de treball d'Observable són documents interactius i editables definits per codi. Permeten als usuaris accedir ràpidament a les seves dades i combinar text, anàlisi i visualitzacions de dades al mateix lloc. L'objectiu dels quaderns és el de col·laborar i compartir, de manera que més persones puguin explorar, treballar i contribuir a les discussions sobre dades. El procediment de treball dels *notebooks* és el següent:

1. Carregar dades adjuntant arxius locals o full de càlcul, connectar-se a una API, i per als usuaris amb subscripció de pagament de *Enterprise* i *Pro*, connectar-se a bases de dades o arxius en el núvol.
2. Visualitzar les dades amb el *Plot*²².
3. Afegir interactivitat a les visualitzacions a través de les entrades d'Observable.

Projectes (Projects).

Els projectes permeten crear i gestionar quadres de comandament, informes i aplicacions per a compartir en equip o amb el públic. Es desenvolupen a través d'*Observable Framework*²³, generador de llocs estàtics de codi font obert per a aplicacions de dades, taulers de control, informes i molt més. Inclou un servidor de vista prèvia per al desenvolupament local i una interfície de línia d'obres per automatitzar les compilacions de desplegaments.

²¹ *Data binding* és la característica més important del D3. En una aplicació basada en D3, existeixen dades que pretenem visualitzar. Cada peça individual de les dades, anomenat *datum*, s'unirà a un element individual en la pàgina (en general un element SVG). La dada s'utilitzarà per establir algun atribut de l'element al qual està vinculat, així l'element reflecteix visualment la dada. (Morgan, 2024)

²² *Observable Plot* és una biblioteca de JavaScript gratuïta i de codi font obert per visualitzar dades tabulars, centrada en accelerar l'anàlisi exploratòria de dades. Té una interfície concisa, memorable i expressiva. (*What is Plot? | Observable Plot*, s. f.)

²³ (*What is Framework? | Observable Framework*, s. f.)

Motius d'Ús.

Visualitzacions Dinàmiques i Interactives.

La idea general de D3 és l'enllaçament de les dades, ja que ens permet aplicar operacions específiques per introduir, actualitzar i eliminar elements del DOM (Document Object Model)²⁴ basant-se en un conjunt de dades. Tot i que aquest concepte pot semblar vagament intuïtiu per a gràfics estàtics, és fonamental per gestionar variacions en les dades i actualitzar la visualització de manera eficient. Aquest enfocament permet actualitzacions ràpides i transicions animades, fent que la biblioteca sigui especialment útil per a visualitzacions dinàmiques i interactives.

Coneixements i Familiaritat amb JavaScript.

D3.js s'hi basa en JavaScript, llenguatge amb el qual ja estic familiaritzat a l'haver cursat assignatures de programació, disseny i desenvolupament web al llarg dels meus estudis en el grau. Així, esdevé una oportunitat per aprofundir i expandir els coneixements adquirits amb aquest llenguatge clau de programació. A més D3.js fa ús d'estàndards web com SVG (Scalable Vector Graphics), HTML i CSS, tots ells conceptes que també he treballat àmpliament.

Implementació.

En l'aplicació pràctica, el D3 està disponible per defecte als quaderns de treball de la biblioteca estàndard d'Observable. Amb els quaderns he seguit el procés de treball iteratiu de carregar les dades connectant-me a l'API de l'estat dels embassaments de Catalunya; un cop tenia les dades filtrades i processades començava a crear gràfiques i analitzar les dades a partir dels resultats visuals; amb les gràfiques establertes per al projecte, aplicava la interacció a través de les entrades d'Observable; i finalment, amb l'Observable *Framework*, vaig construir i personalitzar el projecte gràfic seguint el prototipat web.

4.4.3. Llenguatges de Programació: HTML, Markdown, CSS, JavaScript

HTML són les sigles de *HiperText Markup Language* (llenguatge de marcat de hipertext). El hipertext és un text que s'enllaça amb altres textos o documents, i el marcat és un sistema per anotar text en els documents. En altres paraules, HTML és un llenguatge per anotar text a documents que s'enllacen entre si.

Markdown és una eina de conversió de text HTML que d'acord amb la investigació (*Daring Fireball: Markdown*, s. f.), aquest ens permet escriure amb un format de text senzill fàcil de llegir i escriure, i després convertir-lo a HTML estructuralment vàlid.

²⁴ Quan el nostre navegador carrega un arxiu HTML, crea un model intern dels elements conegut com a Model d'Objectes del Document o DOM. A diferència del mateix arxiu HTML, que és un arxiu estàtic, el DOM és un model dinàmic de la pàgina que es pot modificar emprant JavaScript. (Morgan, 2024)

CSS, abreviatura de *Cascading Style Sheets* (fulls d'estil en cascada), aquest llenguatge ens dona més control sobre l'aspecte dels elements de la pàgina. Permetent-nos anul·lar l'aparença predeterminada dels elements, com la seva grandària, color i lletra.

JavaScript és un llenguatge script basat en objectes, que s'utilitza per agregar interactivitat i dinamisme a les pàgines web, o altres aplicacions.

Motius d'Ús.

Estàndard Web Universal.

HTML és el llenguatge de marcatge estàndard per a la creació de pàgines web, el que assegura que el contingut sigui accessible i comprensible en qualsevol navegador.

Estilització i Disseny.

El CSS permet aplicar estils visuals a l'HTML, definint colors, tipografies, marges, alineacions i altres elements de disseny per crear una representació atractiva i coherent en el projecte.

Interactivitat i Dinàmica.

El motiu principal de programar en JavaScript es resumeix en què les visualitzacions són dinàmiques i interactives. *Dinàmiques* significa que la visualització es pot modificar durant el temps; com ha estat l'entrada de dades actualitzades. *Interactives* fa referència al fet que l'usuari pot manipular la visualització; per exemple, seleccionar un pantà per consultar informació detallada.

Implementació.

Quaderns de Treball.

Els quaderns són un entorn en el qual pots combinar text en format (Markdown) i codi HTML/CSS/JavaScript en un document interactiu.

Observable Framework (Projectes).

Els projectes d'*Observable Framework* s'escriuen amb pàgines Markdown simples, que combinen gràfics interactius i entrades en JavaScript reactiu. Les dades es poden generar i carregar des de diverses fonts i llenguatges de programació com SQL, Python, R i HTML. *Framework* ho compila en un lloc web estàtic que ofereix càrregues de pàgina instantànies. Aquest sistema també inclou una selecció de temes, reixes i biblioteques dissenyades per crear visualitzacions de dades adaptables a qualsevol dispositiu.

4.4.3. Disseny: Esbossos i Prototipat

Procreate

Procreate és una aplicació per a iPad dissenyada per crear il·lustracions i dibuixos digitals, centrada a potenciar la creativitat i la flexibilitat de l'artista. La seva interfície intuïtiva i la precisió que ofereix l'ús de l'Apple Pencil faciliten el desenvolupament d'esbossos ràpids com de creacions detallades.

Figma

Figma és una eina basada en la web que s'utilitza per al disseny d'interfícies d'usuari (UI), prototipat, i col·laboració en temps real. És ideal per crear *wireframes*²⁵, esquemes i prototips interactius d'aplicacions.

Motius d'Ús

Aquestes eines et permeten optimitzar el procés creatiu i tècnic, garantint un producte final que no només sigui visualment atractiu, també funcional i ben dissenyat des del punt de vista de l'experiència d'usuari.

Implementació

La combinació de Procreate i Figma ofereix un flux de treball complet des de la conceptualització inicial fins al disseny final. Procreate s'utilitza en les primeres etapes del projecte per realitzar esbossos ràpids i explorats, mentre que Figma se centra en la materialització del disseny i la seva execució.

²⁵ Un *wireframe* per a un lloc web, també conegut com un esquema de pàgina o plànol de pantalla, és una guia visual que representa l'esquelet o estructura bàsica d'un lloc web. («Wireframe (disseny web)», 2024)

6. Conclusió

Al llarg d'aquest treball de final de grau, s'han complert i superat tots els objectius per promoure una comprensió més profunda i accessible de l'estat dels recursos hídrics de les conques internes de Catalunya.

He assentat un context general de la teoria de la visualització de dades, a partir d'una recerca sòlida seguint fonts acadèmiques, articles periodístics, llibres d'autors referencials i recursos en línia. Assolida la part teòrica, vaig obtenir i netejar el recull de dades per crear visualitzacions informatives, precises i coherents. Amb aquestes representacions, s'ha proporcionat a l'usuari eines que permeten visualitzar de forma gràfica l'evolució del nivell d'aigua en els embassaments.

Finalment, he desenvolupat una plataforma interactiva que no només visualitza aquestes dades de manera senzilla i clara, sinó que permet a l'usuari explorar tendències estacionals, convertint-se en un espai útil per a la presa de decisions informades sobre la gestió dels recursos hídrics a Catalunya. Les observacions finals són aquestes:

- **Estat Actual:** Es pot determinar que la major part de les conques internes de Catalunya estan en una situació precària, amb diversos embassaments per sota del 30% de la seva capacitat. Aquesta situació reflecteix un risc potencial de manca d'aigua, especialment en embassaments clau com Sau, Susqueda i Darnius Boadella, que podrien tenir un impacte significatiu en el subministrament d'aigua si no es prenen mesures necessàries.
- **Cercador:** Permet seleccionar un interval temporal concret de totes les dades dels embassaments catalans, que actualment corresponen a un període de més de 20 anys. Podem veure que els embassaments segueixen un patró estacional previsible, però també apunten a possibles adversitats, especialment en els últims anys, amb evidència de tonalitats clares i nivells d'aigua baixos en diversos d'ells. Aquesta situació pot ser un reflex de factors com el canvi climàtic i al mateix temps un ús més intensiu dels recursos hídrics, subratllant la necessitat de gestionar de manera adequada l'aigua disponible en el futur.
- **Monitor:** Com he mencionat, el *monitor* és una eina pràctica per monitorar canvis recents en els embassaments, especialment en situacions en què les condicions meteorològiques poden tenir un impacte significatiu en un curt període de temps.
- **Tendències Estacionals:** Aquesta eina et proporciona una vista global de les dades agrupades per mes i estació, sent evident que els embassaments tendeixen a tenir un percentatge de volum embassat més alt durant els mesos d'abril a juny. També és rellevant destacar que l'embassament de Foix segueix un patró estacional constant, al presentar una moderada variabilitat al llarg dels mesos.

6.1. Limitacions del Treball

Les limitacions que s'han posat per davant i he hagut de superar, o per les quals he trobat solucions alternatives, han aparegut en la fase final del projecte durant el desenvolupament de l'aplicació interactiva a Observable Framework.

Desenvolupar un projecte amb Observable *Framework* requereix coneixements profunds de diversos llenguatges de programació, dels quals no tinc una base sòlida. Aquest entorn segueix una estructura pròpia i complexa, combinant entrades lògiques i múltiples biblioteques. A més, tot el que es crea dins d'un Observable *Notebook* ha de ser exportat al *Framework*, aquest procés implica reorganitzar l'estructura de dades, el codi de cada gràfica i cada entrada, requerint molt de temps i un treball considerable de programació. Davant d'aquestes adversitats, vaig trobar una alternativa més eficient: exportar les gràfiques mitjançant Iframes²⁶, opció més senzilla, que no depèn d'una reestructuració completa del codi, ja que es basa directament en el *Notebook*, i això permet integrar les visualitzacions de manera més àgil i eficient.

Tot i que l'ús de Iframes ofereix una solució més senzilla per exportar gràfiques, també presenta certes limitacions. Generen un codi propietari que inclou marques d'aigua i altres components. A més, cada Iframe funciona com un mòdul de programari tancat, la qual cosa pot provocar redundància de codi quan s'actualitzen múltiples Iframes en una mateixa pàgina.

²⁶ *Iframe* (*inline frame* o marc incorporat) és un element HTML que permet insertar o incrustar un document HTML dins d'un document HTML principal. («iframe», 2023)

6.2. Derivacions

La plataforma creada ofereix una eina eficaç per comprendre i monitorar la disponibilitat de l'aigua de les conques internes catalanes. En l'àmbit pràctic, aquesta eina té un gran potencial d'aplicació pràctica en diverses entitats públiques i mitjans de comunicació que necessiten informació precisa i actualitzada sobre la gestió dels recursos hídrics.

Administracions públiques, especialment aquelles que gestionen recursos hídrics com l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) i el Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, podrien fer un ús seguit d'aquesta eina per prendre decisions informades sobre la distribució de l'aigua en situacions de sequera, planificació de nous recursos hídrics o en moments de crisi climàtica.

A més, els mitjans de comunicació, tant de premsa escrita com digital (per exemple, El Periódico, La Vanguardia, Ara o TV3) podrien accedir aquesta visualització per informar el públic general sobre l'estat dels embassaments de forma clara i comprensible. Aquesta eina visual facilita la difusió d'informació crítica i oficial sobre la gestió de l'aigua, especialment en períodes de sequera, quan l'interès públic en aquest tema augmenta.

En referència a futures aplicacions, se suggereixen diverses millores tecnològiques que poden augmentar l'eficiència i l'abast de la visualització. Per exemple, es podria integrar amb sistemes de predicció meteorològica, prediccions sobre els nivells futurs dels embassaments en funció de les precipitacions esperades. A més, l'eina podria adaptar-se per a altres regions o àmbits com la gestió agrícola, on els usuaris necessiten planificar el reg en funció de les reserves d'aigua. Una alternativa eficient es basa a afegir més dades per cobrir tots els embassaments de Catalunya i visualitzar la distribució entre les conques internes amb la conca catalana de l'Ebre.

En definitiva, es tracta d'una aplicació que obre la porta a noves formes de gestionar i comunicar informació crítica sobre els recursos hídrics a Catalunya.

7. Valoració Personal

7.1. Opinió i Judici Personal

La idea d'enfrontar-me a una tasca que, a primera vista, semblava senzilla – crear visualitzacions de dades estàtiques – no em generava grans expectatives. Tot i això, a mesura que anava avançant, vaig veure com el projecte adquiria una complexitat que em va obligar a replantejar-me la manera d'enforçar-lo. Durant el procés de transformació cap a una aplicació interactiva, he comprès que aquest repte anava més enllà, tant en l'àmbit tècnic com personal.

Treballar amb Observable ha sigut una experiència basada en descobriments i superacions. Aquesta eina no només m'ha obert la possibilitat de treballar amb dades de manera visual, també m'ha permès aprofundir en conceptes de programació i visualització que fins ara no dominava del tot. La interactivitat que ofereix la plataforma m'ha mostrat com les dades no són tot just valors numèrics o gràfics, sinó una eina poderosa per comunicar idees, generar nous coneixements i respondre preguntes, cosa que considero un assoliment important.

Per acabar, l'experiència m'ha ensenyat la importància de l'adaptabilitat i la perseverança. He comprovat que els moments d'incertesa són una part natural de qualsevol procés d'aprenentatge i que són precisament aquests reptes els que em permeten evolucionar com a persona i com a professional.

8. Bibliografia

8.1. Normes APA

5W1H. (2019). En *Wiktionary, the free dictionary.*

<https://en.wiktionary.org/w/index.php?title=5W1H&oldid=57826874>

About: The Data Visualisation Catalogue. (s. f.). Recuperado 31 de agosto de 2024, de

<https://datavizcatalogue.com/about.html>

Agència Catalana de l'Aigua. (2021). La gestió dels embassaments a Catalunya.

Aigües subterrànies—Piezometria. (s. f.). Agència Catalana de l'Aigua. Recuperado 31 de julio de

2024, de <http://aca.gencat.cat/ca/laigua/estat-del-medi-hidric/recursos-disponibles/aigues-subterrànies-piezometria/index.html>

API. (2024). En *Wikipedia, la enciclopedia libre.*

<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=API&oldid=161011533>

Card, S. K., Mackinlay, J., & Shneiderman, B. (1999). *Readings in information visualization: Using vision to think.* Morgan Kaufmann.

<https://books.google.es/books?hl=ca&lr=&id=wdh2gqWfQmgC&oi=fnd&pg=PR13&dq=Readings+In+Information+Visualization+Using+Vision+To+Think&ots=opADbwpNIv&sig=roQXBKXfOrGKDyC-BD2kf-rUnXE>

Catalunya, G. (2018). Guia de visualització de dades. 978-84-393-9734-2, 101.

Clusterització de dades. (2024). En *Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure.*

https://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Clusteritzaci%C3%B3_de_dades&oldid=33670581

Comissions de desembassament de l'Agència Catalana de l'Aigua—Participa gencat.

(s. f.). Recuperado 24 de agosto de 2024, de <https://participa.gencat.cat/assemblees/comissions-desembassament-agencia-catalana-aigua>

Daring Fireball: Markdown. (s. f.). Recuperado 23 de agosto de 2024, de

<https://daringfireball.net/projects/markdown/>

El Boletín Hidrológico semanal. (s. f.). *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto*

Demográfico. Recuperado 31 de julio de 2024, de <https://www.miteco.gob.es/ca/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/boletin-hidrologico.html>

- Estat de les reserves d'aigua als embassaments. (s. f.).** *Agència Catalana de l'Aigua.*
Recuperado 2 de agosto de 2024, de <http://aca.gencat.cat/ca/laigua/estat-del-medi-hidric/recursos-disponibles/estat-de-les-reserves-daigua-als-embassaments/index.html>
- Ferdio. (s. f.).** *Bubble Map.* Data Viz Project. Recuperado 27 de octubre de 2024, de <https://datavizproject.com/data-type/bubble-map-chart/>
- Funkhouser, H. G. (1937).** Historical Development of the Graphical Representation of Statistical Data. *Osiris*, 3, 269-404. JSTOR.
- Giorgialupi.* (s. f.). Giorgialupi. Recuperado 26 de julio de 2024, de <http://giorgialupi.com>
- Howard G. Funkhouser. (2024).** En *Wikipedia.*
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Howard_G._Funkhouser&oldid=122659620
- Iframe. (2023).** En *Wikipedia, la enciclopedia libre.*
<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Iframe&oldid=153725739>
- Indicador clau de rendiment. (2023).** En *Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure.*
https://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Indicador_clau_de_rendiment&oldid=32146296
- Morgan, N. (2024).** *JavaScript Crash Cou.* Published by No Starch Press®, Inc.
- Quantitat d'aigua als embassaments de les Conques Internes de Catalunya | Dades obertes de Catalunya. (s. f.).** Recuperado 1 de noviembre de 2024, de https://analisi.transparenciacatalunya.cat/Medi-Ambient/Quantitat-d-aigua-als-embassaments-de-les-Conques-/gn9e-3qhr/about_data
- Què són les dades obertes. (s. f.).** *Administració digital.* Recuperado 8 de agosto de 2024, de <http://administracioidigital.gencat.cat/ca/dades/dades-obertes/les-dades-obertes/que-son-les-dades-obertes/>
- Scalable Vector Graphics. (2024).** En *Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure.*
https://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Scalable_Vector_Graphics&oldid=33532396
- Sistema Automático de Información Hidrológica. (s. f.).** *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.* Recuperado 30 de julio de 2024, de <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/saih.html>

Teleniómetros utilizados en el programa ERHIN. (s. f.).

The Work of Edward Tufte and Graphics Press. (s. f.). Recuperado 26 de julio de 2024,
de <https://www.edwardtufte.com/tufte/>

Tufte, E. R. (2006). *Beautiful Evidence*. Graphics Press.
<https://books.google.es/books?id=v302PAAACAAJ>

Vesna, V. (Ed.). (2007). *Database Aesthetics: Art in the Age of Information Overflow*.
University of Minnesota Press. <https://doi.org/10.5749/j.ctts7q7>

What is Framework? | Observable Framework. (s. f.). Recuperado 23 de agosto de 2024,
de <https://observablehq.com/framework/what-is-framework>

What is Plot? | Observable Plot. (s. f.). Recuperado 23 de agosto de 2024, de
<https://observablehq.com/plot/what-is-plot>

Wireframe (disseny web). (2024). En *Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure*.
[https://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Wireframe_\(disseny_web\)&oldid=341814](https://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Wireframe_(disseny_web)&oldid=341814)

51

Yau, N. (2007, julio 4). About Nathan. *FlowingData*. <https://flowingdata.com/about-nathan/>

9. Annexos

9.1. Esbossos

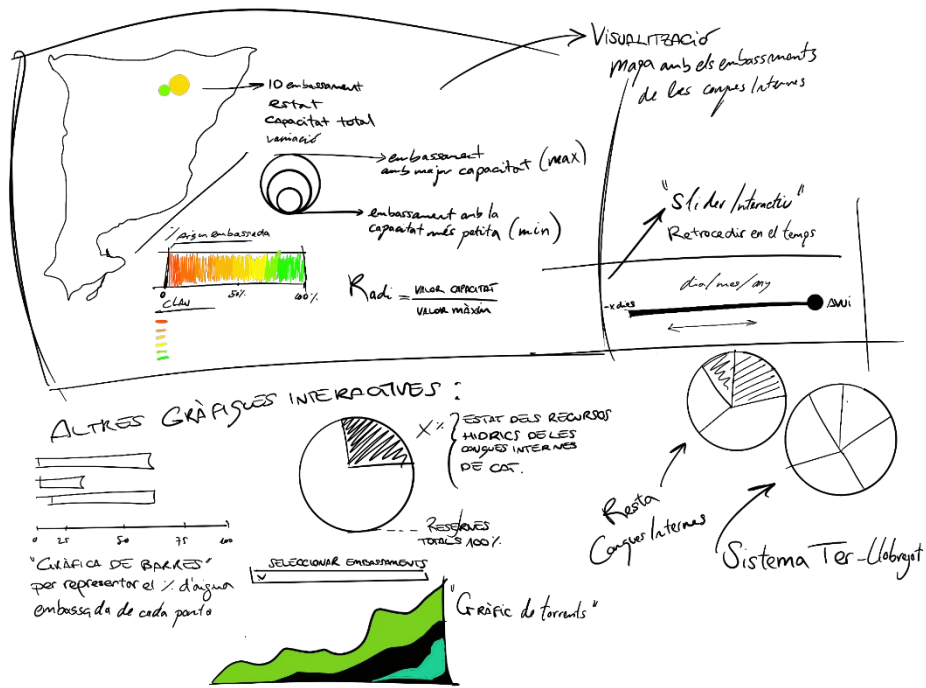


Figura 43. Esbossos inicials

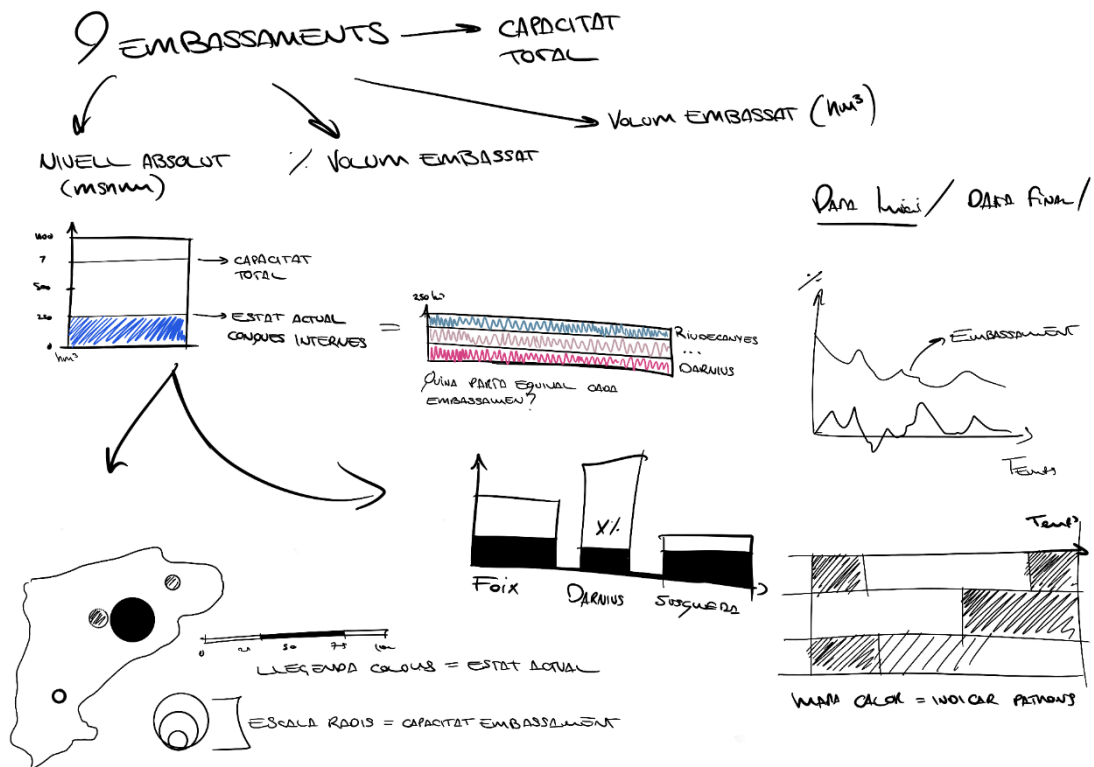


Figura 44. Esbossos inicials

9.2. Prototipat / Wireframe

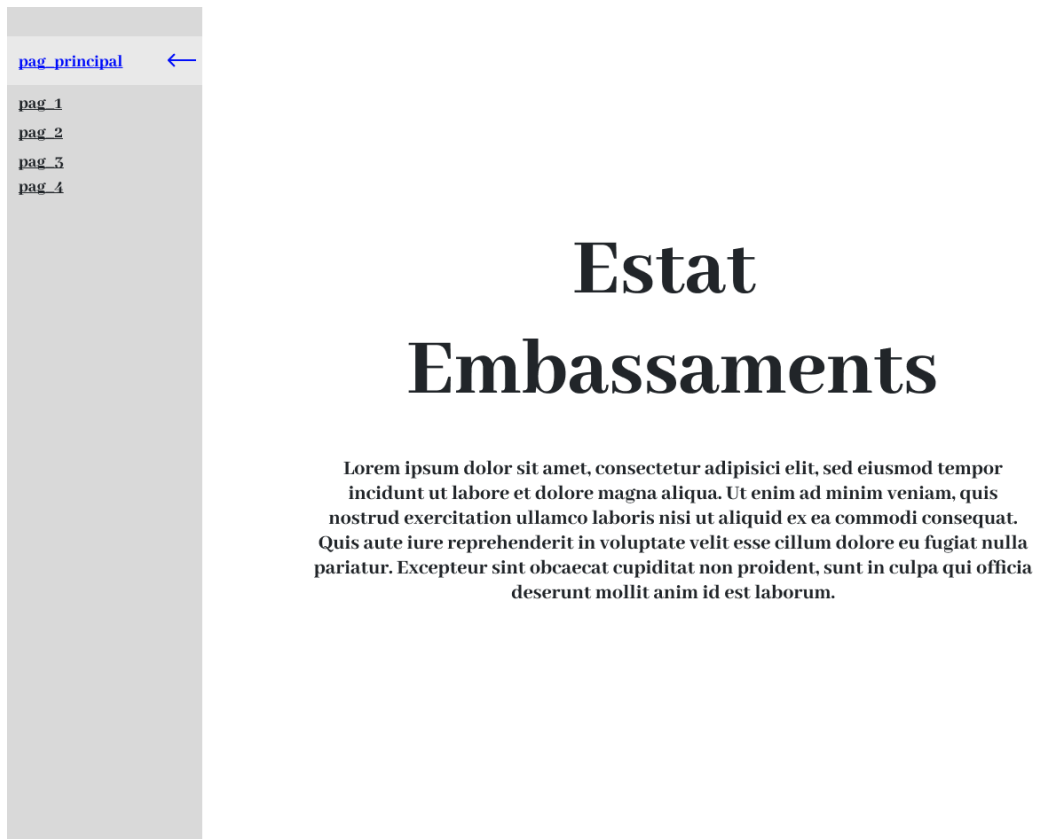


Figura 45. Esquema de la pàgina principal de l'aplicació web al Figma

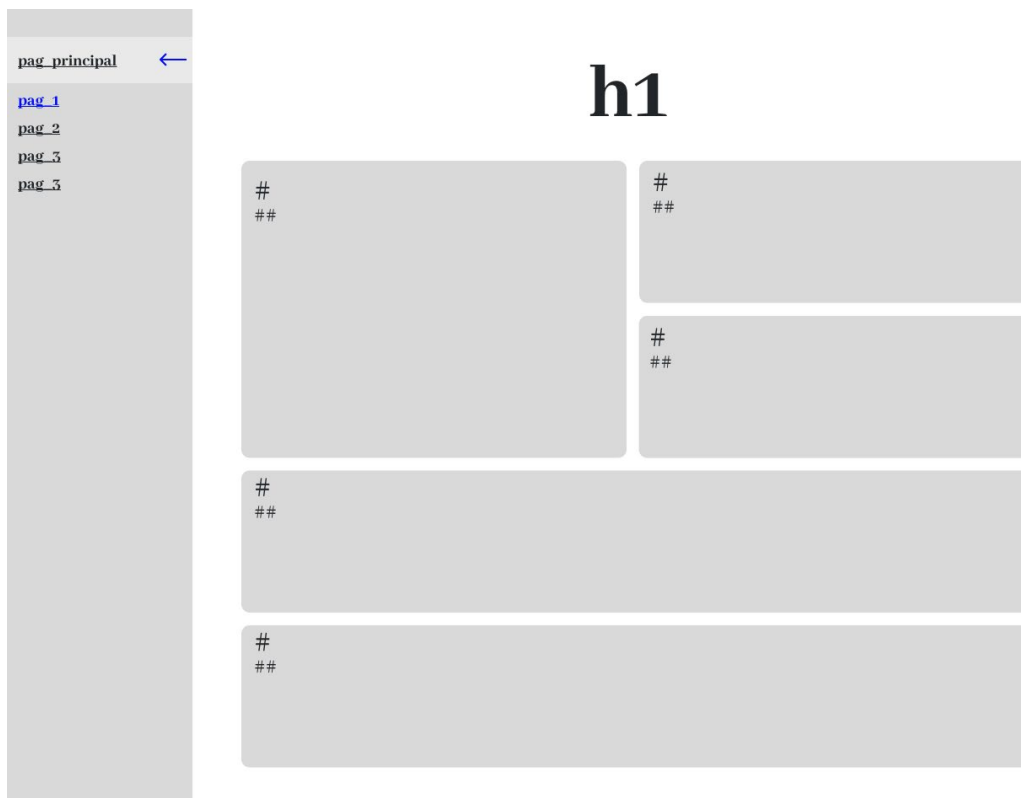


Figura 46. Esquema de la distribució de la primera pàgina

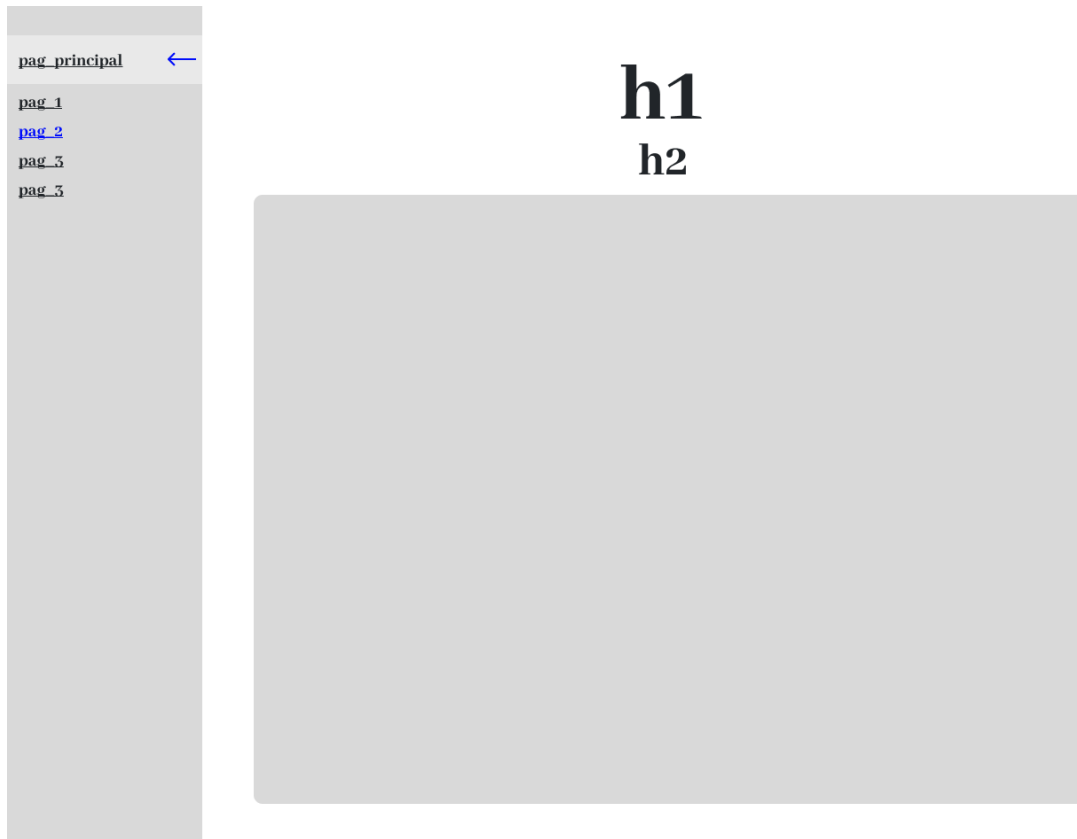


Figura 47. Esquema de la distribuci3 de la segona p3gina



Figura 48. Esquema de la distribuci3 de la tercera p3gina

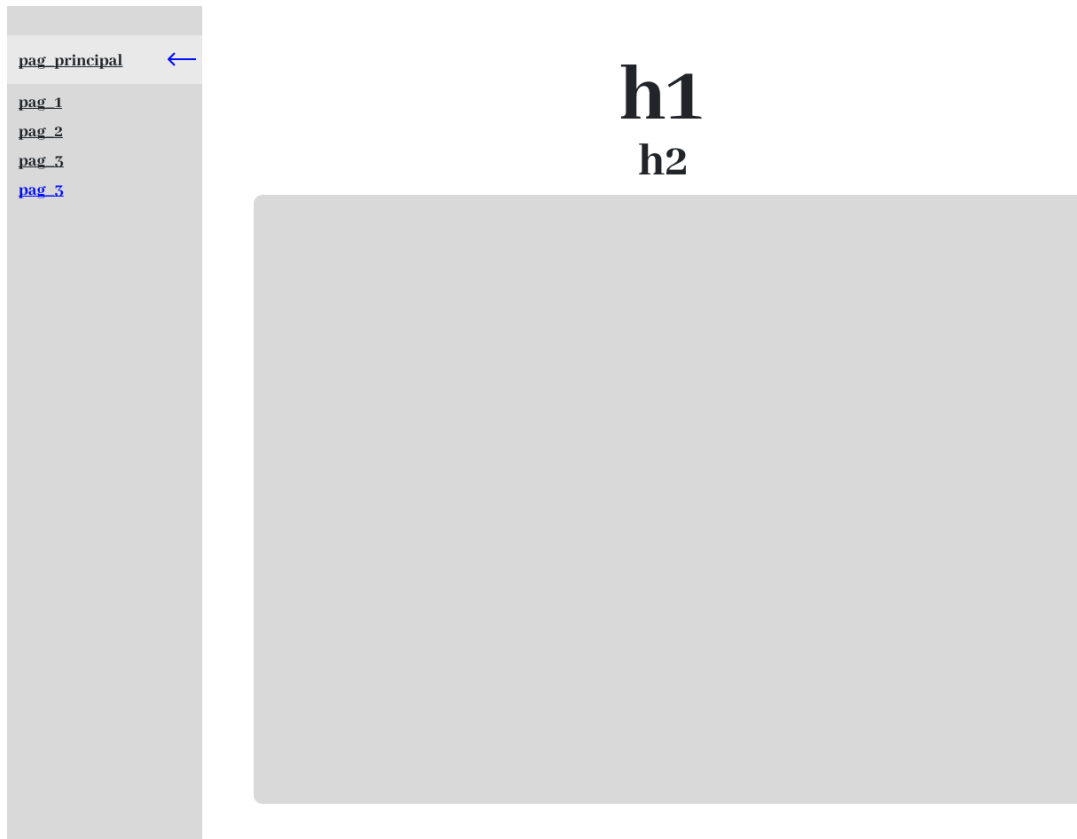


Figura 49. Esquema de la distribució de la quarta pàgina

