

# **Estratègia de recàrrega dels aqüífers del delta del Llobregat d'Aigües de Barcelona.**

Aigües de Barcelona, Empresa Metropolitana  
de Gestió del Cicle Integral de l'Aigua, S.A.

28 d'octubre de 2025



**Aigües de  
Barcelona**

La gestió responsable

# ***Index:***

***Context***

***Experiències de recàrrega***

***Estudis i actualització dades***

***ASTR vs ASR***

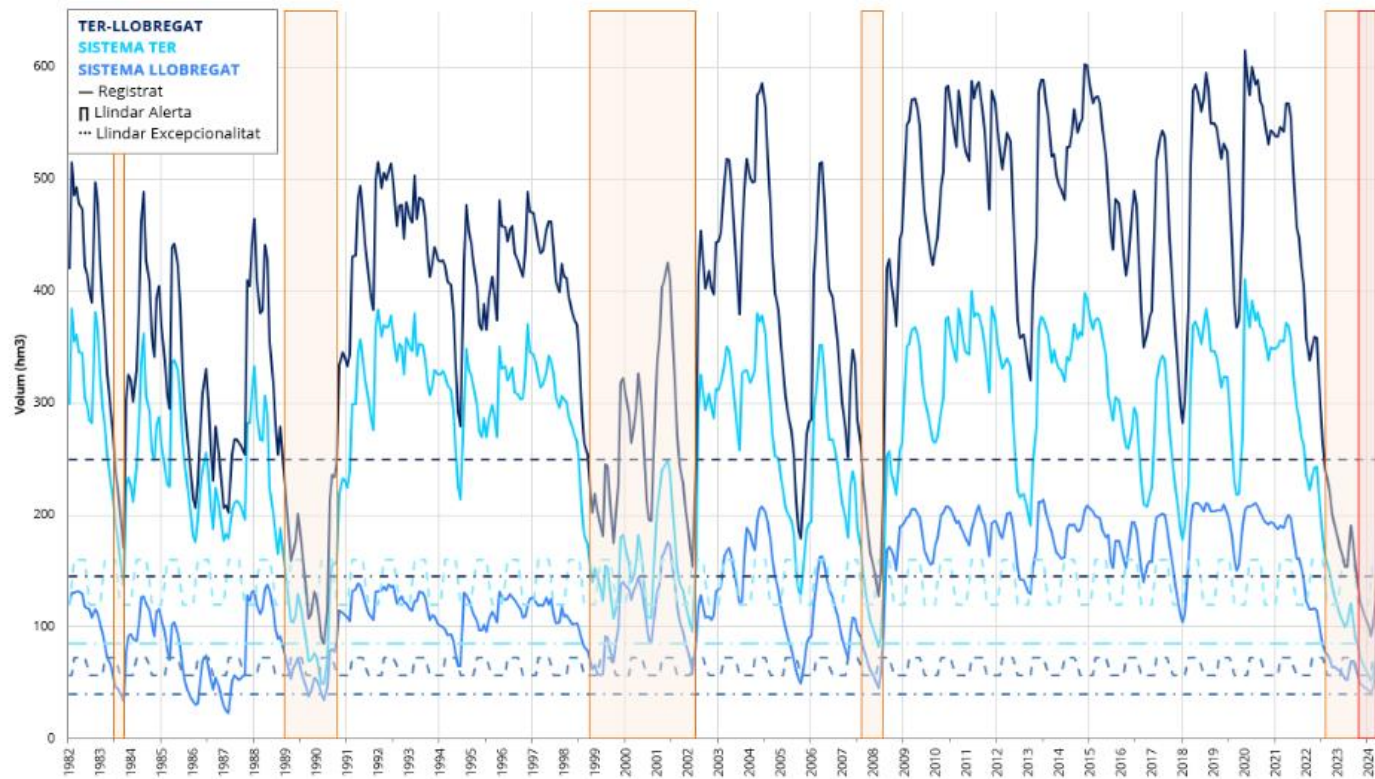
***Conclusions***



**Aigües de  
Barcelona**

La gestió responsable

# Evolució reserves embassaments Ter-Llobregat 1982-2024



## Captació superficial ETAP SJD, juny 1999



## Captació superficial ETAP SJD, juny 2000

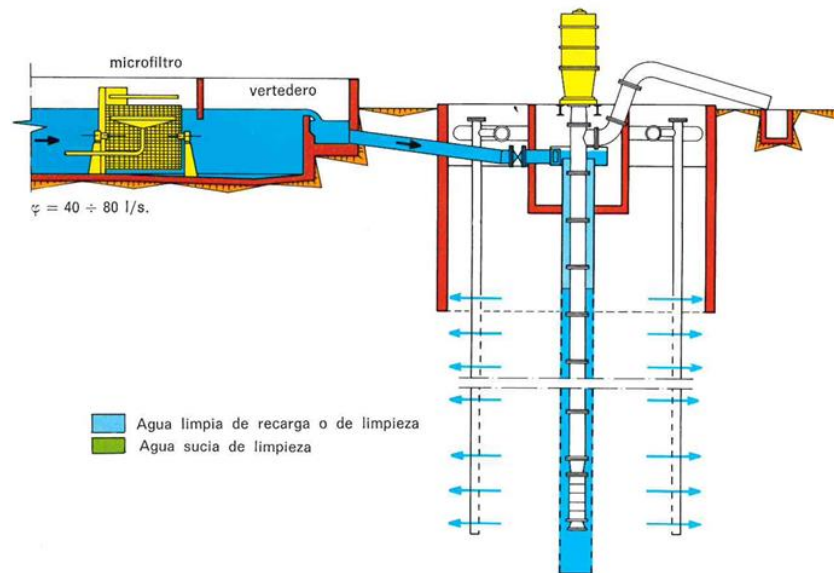


# Primeres experiències recàrrega aqüífers

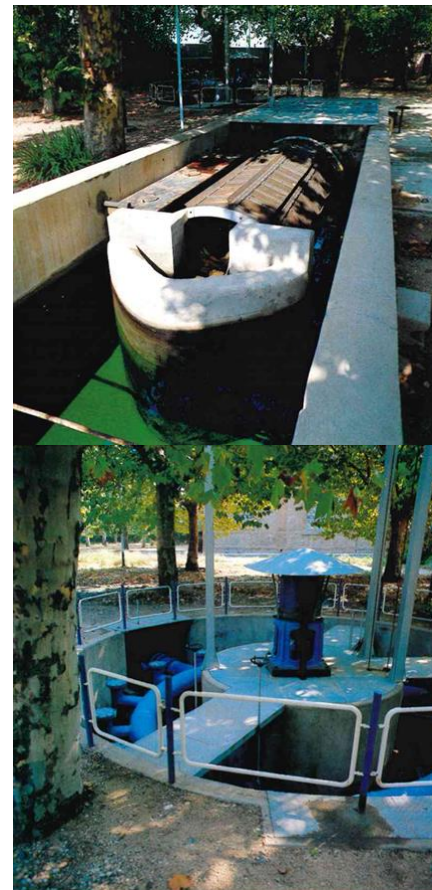
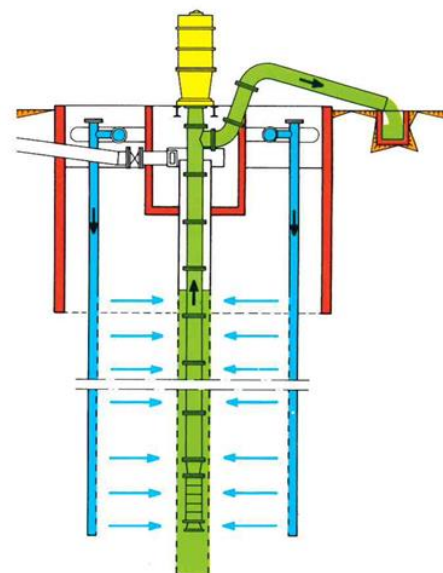
CENTRAL SANT ANDREU

FUNCIONAMIENTO DE UN POZO DE RECARGA ARTIFICIAL

ESQUEMA DE RECARGA



ESQUEMA DE LIMPIEZA

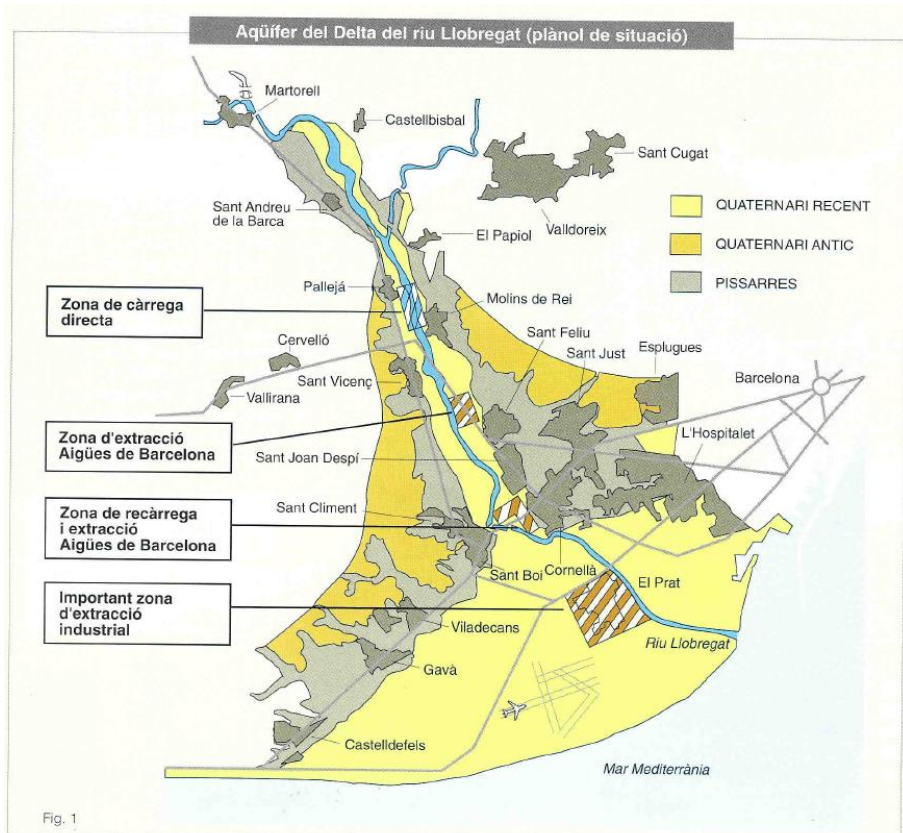


Aigües de Barcelona

La gestió responsable

# Experiències de recàrrega als aquífers del Llobregat.

## Recàrrega directa



**Aigües de Barcelona**

La gestió responsable

# Experiències de recàrrega als aquífers del Llobregat.

## Recàrrega directa

Condicions:

**Cabal:** entre 10 y 35 m<sup>3</sup>/s

**Terbolesa:** < 100 NTU

**Amoni:** < 1 mg/l

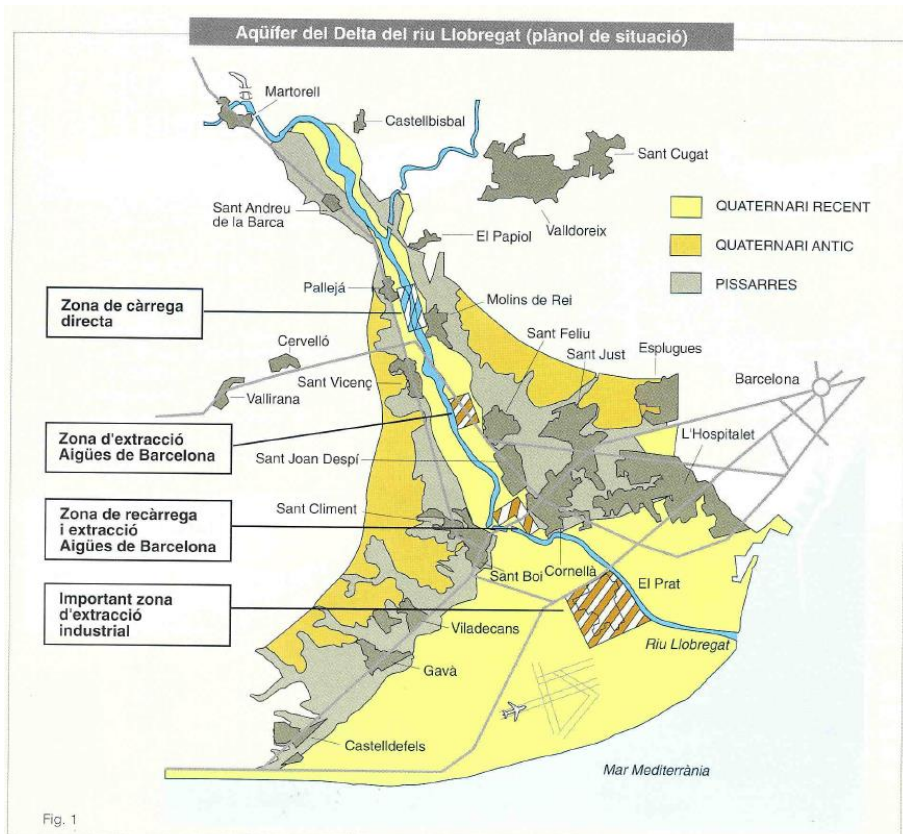
**Clorurs:** < 350 mg/l

Capacitat de recàrrega estimada: 40.000 m<sup>3</sup>/día

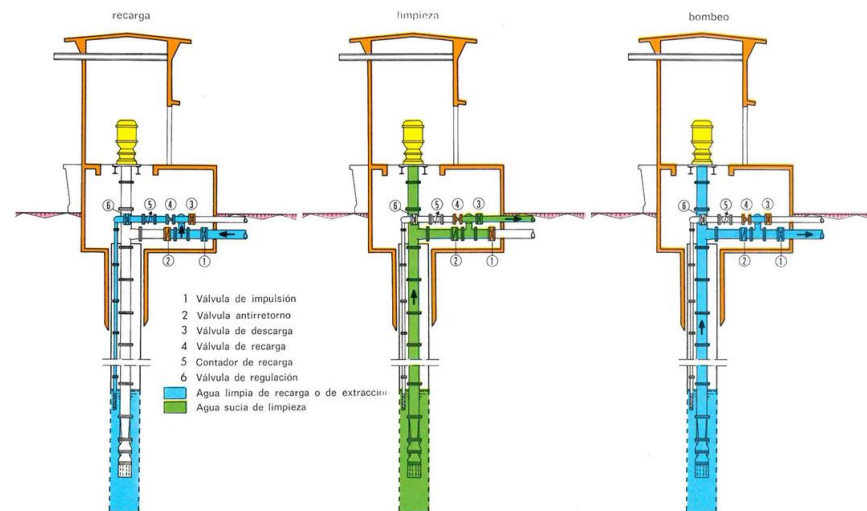
Cost aigua recarregada: 0,03 €/m<sup>3</sup>

# Experiències de recàrrega als aquífers del Llobregat.

## Recàrrega en profunditat



ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN POZO DE EXTRACCION Y RECARGA

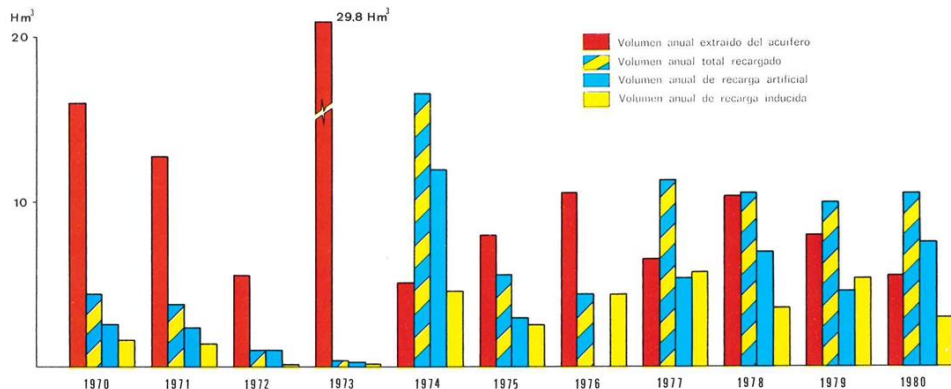


Aigües de Barcelona

La gestió responsable

# Experiències de recàrrega als aquífers del Llobregat.

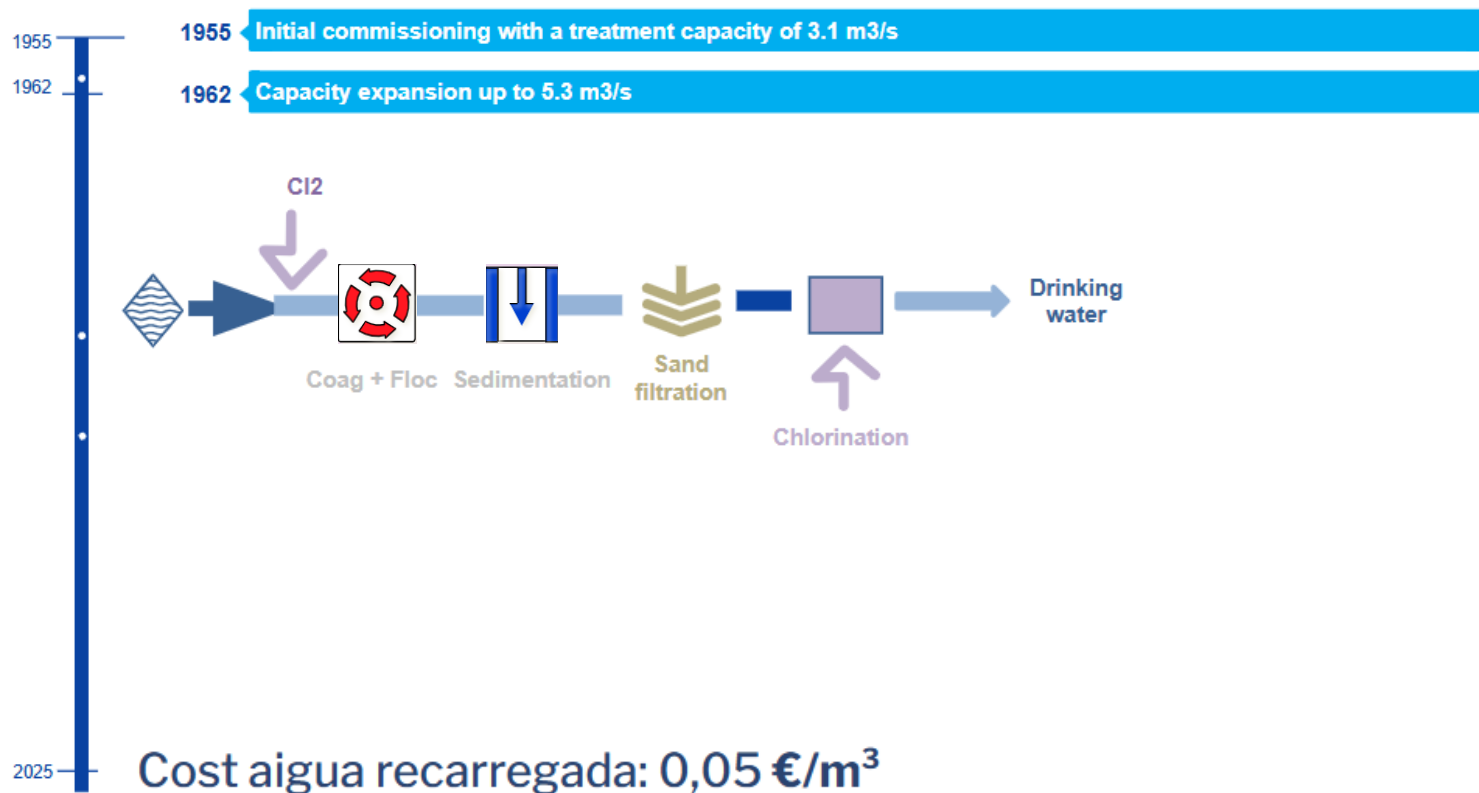
## Recàrrega en profunditat



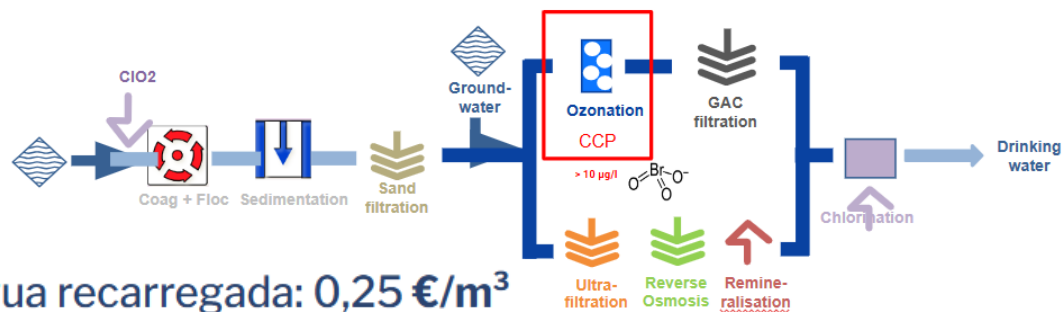
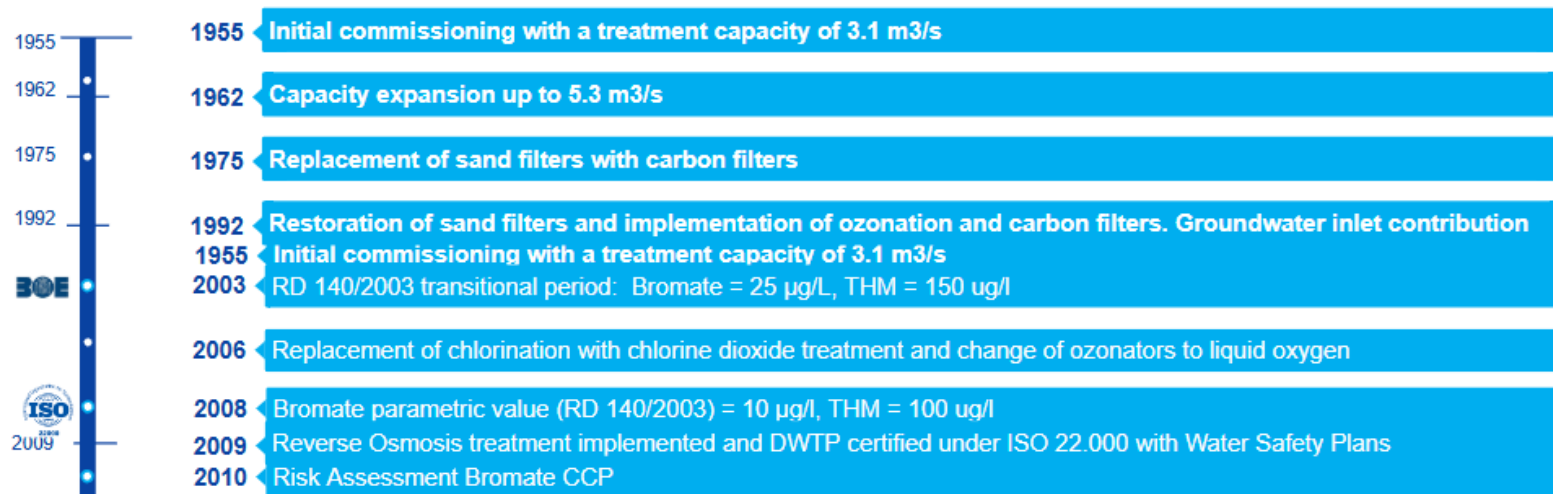
- Break Point . . . . . cloración inferior a: 15 mg/litro
- Salinidad . . . . . inferior a: 500 mg/litro de  $\text{Cl}^-$
- Detergentes . . . . . inferior a: 1 mg/litro
- Turbidez . . . . . inferior a: 1,5 mg/litro de  $\text{SiO}_2$

Capacitat de recàrrega : 75.000 m³/día

# Histograma Expansió ETAP SJD



# Histograma Expansió ETAP SJD



Cost aigua recarregada: 0,25 €/m<sup>3</sup>

# Estudis i actualització de dades. ESCAR

## PROJECTE ESCAR

MILLORA DEL CONEIXEMENT DEL PROCÉS  
D'ESCARIFICAT A LA ZONA DE PALLEJÀ A LA VALL BAIXA

*Presentació resultats finals del projecte*  
*Desembre 2012*



- Cabdal diari d'infiltració resultant en 6800 m<sup>3</sup>/dia

➤ **Valor històric: 40.000 m<sup>3</sup>/d**

### Model matemàtic analític

$$V(T \nabla h) + r = 0$$
$$\frac{d}{dx} \left( T \frac{dh}{dx} \right) + r(x) = 0$$

on  $h(x)$  és l'ascens,  $T$  és la transmissivitat i  $r(x)$  és la recàrrega.

$$r = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 400 \\ r & \text{si } x \geq 400 \end{cases} \quad \begin{cases} h = 0 & \text{per } x = 0 \\ \frac{dh}{dx} = 0 & \text{per } x = 420 \end{cases}$$

La solució de l'equació és

$$T \frac{dh}{dx} = -P + C$$

on  $P = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 400 \\ rx & \text{si } x \geq 400 \end{cases}$ , i  $C$  és una constant d'integració.

Simplificant tenint en compte la zona d'escarificat de 500 m x 40m d'amplada quedarà:

$$\frac{V_T}{\Delta t} = 0 \text{ m}_{\text{max}} \frac{500 \times (840 + 40)}{2}$$

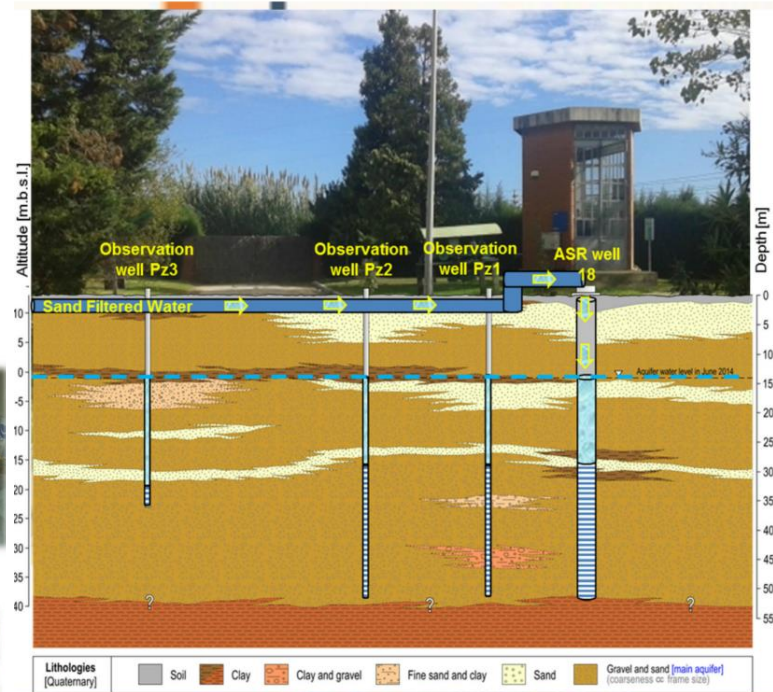
- Dades als piezòmetres S-02, S-04, S-06 i S-08
- Pendants amb un valor mitjà de 0.078 m/dia
- Cabdal diari d'infiltració resultant en 6800 m<sup>3</sup>/dia

# Estudis i actualització de dades. DESSIN



**CETAQUA**  
WATER TECHNOLOGY CENTRE

**Aigües de Barcelona**



# Estudis i actualització de dades. DESSIN

## Physico-chemical aspects

- TOC
- Alkalinity
- Hardness
- Ammonium\* ✓
- TSS
- Turbidity
- MFI
- Nitrites\* ✓
- Nitrates\* ✓
- Sulphates\* ✓
- Chlorites\* ✓
- Chlorates\* ✓
- Chloride\* ✓
- Calcium
- Magnesium
- Total Fe\* ✓
- Total Mn\* ✓
- Li
- Ni\* ✓
- Sodium\* ✓
- Potassium
- Total Al\* ✓

✓ Spanish drinking water law comparison  
 ⚡ WHO (drinking water guidelines = 700 µg/L)

## Microbiological aspects

### ENVIRONMENTAL BACTERIA

- *Aeromonas*
- *Pseudomonas*
- Colony counts (22°C)

### MICROORGANISMS REGULATED BY SPANISH DRINKING WATER LAW

- *E. Coli*
  - *C. Perfringens*
  - Total coliforms
- Slight increase

### VIRUS

- *Adenovirus*

## Organic compounds

### BTEX AND HALOGENATED COMPOUNDS

- Benzene <LOD
  - Toluene <LOD
  - Ethylbenzene <LOD
  - M+p-xylene <LOD
  - O-xylene <LOD
  - 1,1,1-Trichloroethane
  - 1,2-dichloroethylene >LOD
  - Trichloroethylene >LOD
  - Tetrachloroethylene >LOD
- Aquifer contamination prior to pre-potable water injection

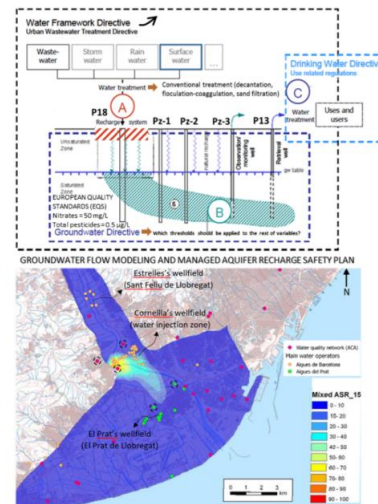
### EMERGING CONTAMINANTS

- Codeine <LOD
  - Erythromycin <LOD
  - Pentachlorophenol <LOD
  - Simazine <LOD
  - Terbutillazine <LOD
  - Octylphenol <LOD
  - Nonylphenol >LOD (<200 ng/L)
  - Diclofenac <LOD
  - Cotinine >LOD (<200 ng/L)
  - Acetaminophen <LOD
  - Diuron >LOD (<200 ng/L)
  - Isoproturon <LOD
- 200 ng/L = reference value Diuron (WHO)

## Managed aquifer recharge safety plan

Scheme of the methodology of the Hazard Analysis of Critical Control Points (HACCP)

- 1) Identify hazards and preventive measures
- 2) Identify Critical Control Points (CCP)
- 3) Establish Critical Limits (CL)
- 4) Establish a monitoring program for the CCP
- 5) Establish corrective actions
- 6) Validation and verification of the Water Safety Plan
- 7) Register of result, observations and corrective measures



# Estudis i actualització de dades. DESSIN



Agència Catalana  
de l'Aigua

Provença, 280  
08008 Barcelona  
Tel: 93 567 28 00  
Fax 93 567 27 80  
NIF Q 0801031 F  
aia.gencat.cat

Expedient: ACA\_2018\_EXP\_ACA002CONG\_00000043

Procediment: Concessió d'aigües subterrànies

Assumpte: Resolució recarrega infiltració pou 18

Document: 7310963



Agència Catalana  
de l'Aigua

## RESOLUCIÓ

### ANTECEDENTS DE FET

1.- Durant el període 2014-2017, es va dur a terme el projecte DESSIN, acrònim del lema en anglès *"Demonstrate Ecosystem Services Enabling Innovation in the Water Sector"*, amb autorització d'aquesta Agència perquè la SGAB pogués experimentar els resultats d'injectar aigua en l'aquífer principal del Delta del Llobregat que només estigués sotmesa a un pretractament de filtració i lleugera cloració enlloc de fer-hi servir excedents d'aigua potabilitzada a la seva planta de Cornellà-Sant Joan Despi [en endavant, ETAP CSJD].

L'objectiu era determinar-ne la viabilitat, tant pel que fa al risc de "colmatació" o pèrdua d'eficiència de la injecció en el pou P-18 com a un eventual deteriorament de la qualitat de l'aigua que se'n podria extreure posteriorment, a causa de la injecció d'aigua que en aquest informe es denomina "prepotable". La SOCIETAT GENERAL D'AIGÜES DE BARCELONA (en endavant, SGAB) disposa d'una bateria de pous denominats "Finques" i "Riuell" que poden operar en mode dual o "ASR" (acrònim de l'anglès), és a dir, bé bombant aigua de l'aquífer o bé injectant-n'hi.

Els resultats obtinguts han estat posats en comú en diferents fóruns per part de l'ens responsable de la prova, el CETAQUA, amb participació activa de representants del Departament de Salut i de l'Agència Catalana de l'Aigua. A l'última reunió amb persones interessades o "stakeholders", celebrada el 09/02/2018 a les instal·lacions del CETAQUA a Cornellà de Llobregat, es va constatar l'eficiència del canvi introduït (aigua filtrada del riu enlloc de potable) i la conveniència d'un escalat progressiu d'aquesta modificació, de forma que la SGAB instés una autorització per poder-hi injectar un cabal de l'ordre dels 30 L/s durant els propers anys i, més endavant i si es confirma la bondat de l'experiència, plantejar-ne una actuació de més envergadura.

2.- Amb base als resultats del DESSIN, el 17 de juliol de 2018 la SGAB va demanar autorització a injectar uns màxims de 30 L/s, 2.592 m<sup>3</sup>/d i 946.080 m<sup>3</sup>/a d'aigua filtrada en el pou P-18 per a la posterior extracció de 2.330 m<sup>3</sup>/d i 851.472 m<sup>3</sup>/a, valors que representen exactament el 90% dels que s'hi recarregaria i que se sotmetrien al tractament de potabilització existent a l'ETAP de Cornellà-Sant Joan Despi, sense modificar els municipis que s'indica al títol habilitant (per a la captació del riu i pous). L'objectiu cabdal de l'actuació és aconseguir una millora de l'estat de l'aquífer.

La SGAB sol·licita l'autorització al seu nom i el dret d'úsdefruit a favor d'Aigües de Barcelona, Empresa metropolitana de gestió del cicle integral de l'aigua SA (en endavant, AGBAR).

3.- L'1 d'agost de 2019, la Unitat Tècnica de concessions informa favorablement la sol·licitud d'injecció de l'ordre d'1 hm<sup>3</sup>/a d'aigua prepotable en el pou P-18 de la SGAB, ja que els resultats del projecte europeu DESSIN donen les garanties suficients per a aquesta primera fase d'intensificació de la recarrega gestionada de l'APDL.

No obstant això, per tal de complementar i caracteritzar amb precisió l'aprofitament descrit, demanava que la SGAB concretés el règim d'injecció i extracció previst, detallés el protocol per al manteniment de la capacitat d'injecció i definís el seguiment proposat.

Per tot això,

## RESOLC

Atorgar l'autorització per tal d'injectar aigua prepotable en el pou P-18 de l'SGAB durant un termini inicial de 5 anys, abans de la finalització del qual es determinarà les condicions en què pot prorrogar-se aquesta actuació i la seva vigència.

### DADES CABAL (INJECCIÓ):

Cabal diari: 2.600 m<sup>3</sup>/dia

Cabal anual: 950.000 m<sup>3</sup>/any

Cabal màxim: 50 l/s



Generalitat de Catalunya  
Departament d'Acció Climàtica,  
Alimentació i Agenda Rural



Aigües de Barcelona

La gestió responsable

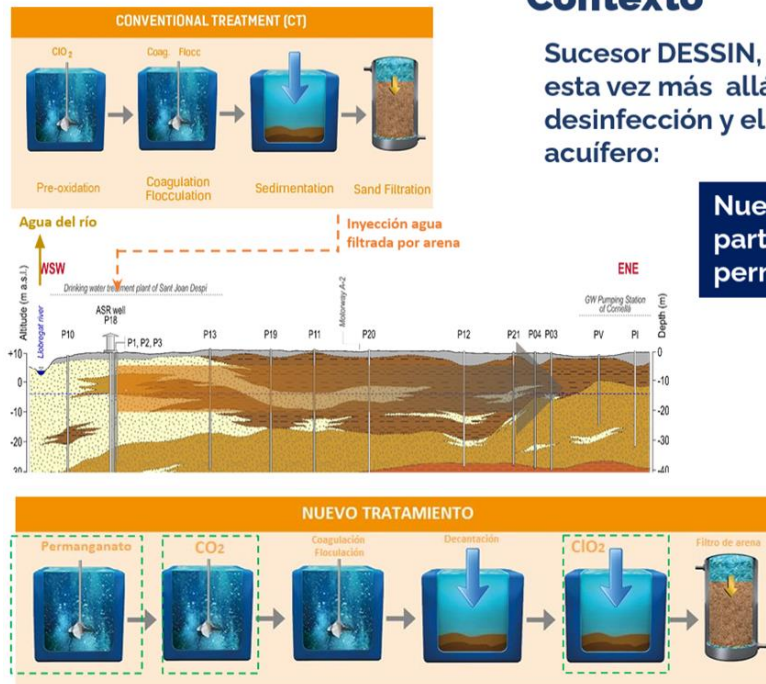
# Estudis i actualització de dades. QUEEN

CETAQUA  
WATER TECHNOLOGY CENTRE

## QUEEN

Recarga en el  
acuífero del  
Baix Llobregat  
en el Pozo 18.

Guía de  
optimización  
operativa y  
riesgos de la  
recarga.



## Contexto

Sucesor DESSIN, de nuevo monitoreo e instrumentación, esta vez más allá que el estudio de los metabolitos de la desinfección y el efecto de la recarga en la calidad del acuífero:

Nuevas condiciones de partida: caudales y permanganato/regenerada

Riesgos operativos y de calidad con la recarga :

- Clogging
- Evolución química y microbiológica

- Estudio operativo en base a distintos escenarios.
- Reuniones de seguimiento con CUADLL y ACA: ASR como sistema habitual?

# Estudis i actualització de dades. QUEEN

## La recarga de acuíferos como parte integral de SJD

La recarga puede pasar a formar parte de la cadena de tratamiento ofreciendo las siguientes ventajas:

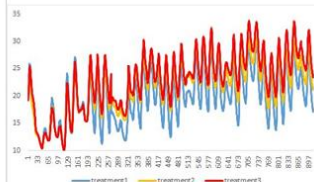
### Seguridad hídrica:

buffer en tiempos de sequía

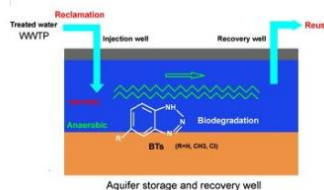


### Estabilización de parámetros físico-químicos:

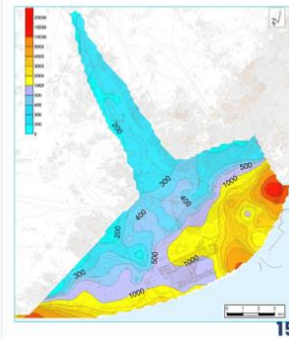
especialmente con el uso de regeneradas (menos **parones en la producción**)



### Biodegradación de patógenos y algunos Contaminantes emergentes



### Preservación de los recursos hídricos frenando la intrusión salina



# Estudis i actualització de dades. MARCLAIMED

## Ampliar recarga – agua regenerada

- Recarga de agua regenerada a través de Las balsas de Sant Vicenç dels Horts- PROYECTO MARCLAIMED
- Conexión directa de agua regenerada para recarga a través de pozos (?)



Integrated Decision Support Tool for Reliable and Affordable Application of Managed Aquifer Recharge with Alternative Water Resources in River Basin and Drought Management Plans



# Aprofitar l'aquífer com a reserva estratègica. ASTR vs ASR

## Per què valorem necessària la recàrrega?

Malgrat la capacitat d'extracció d'aigua subterrània s'incrementi fins a 4 m<sup>3</sup>/s, mantenir aquesta extracció **de forma sostinguda** en el temps esdevé **insostenible**.

La **recàrrega** ha de permetre **desvincular el règim de producció del règim de demanda**, incrementant la resiliència hídrica i preservant el recurs subterrani

En el **sistema Ter-Llobregat** s'estima la necessitat romanent, més enllà de les actuacions planificades, d'una futura font de nou recurs capaç d'aportar fins a 1 m<sup>3</sup>/s en situacions de sequeres intenses i perllongades. (Font: Pla de Gestió DCFC 2022-2027)

## Via recàrrega, podríem maximitzar l'aprofitament del recurs superficial del Llobregat?

Amb les regles de joc actuals, càlculs preliminars situen el recurs addicional del Llobregat, potencialment aprofitable, en **30-40 Hm<sup>3</sup>/anuals**

# Aprofitar l'aqüífer com a reserva estratègica. ASTR vs ASR

## Quins escenaris de recàrrega serien viables?

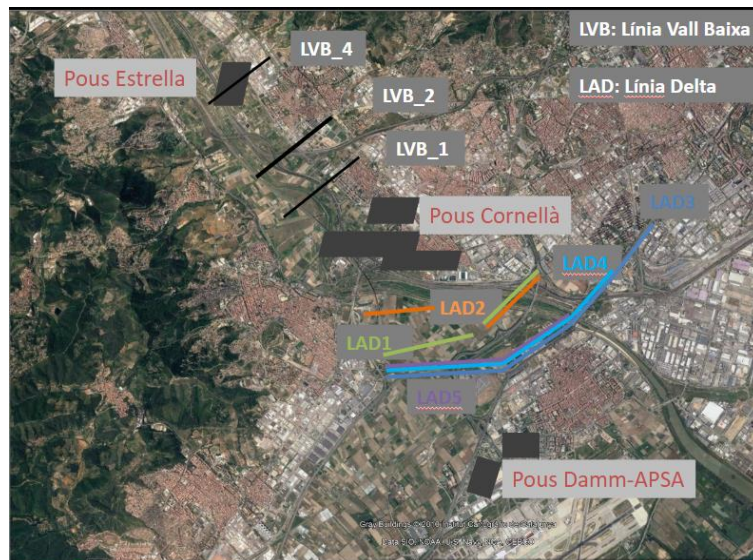


| Escenari                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Indicador                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Referència                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 | 1. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 | 1. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 |

1. **Sostenibilitat de l'escenari** (balanç de massa): la relació amb el mar no pot ser pitjor que la del escenari de referència.

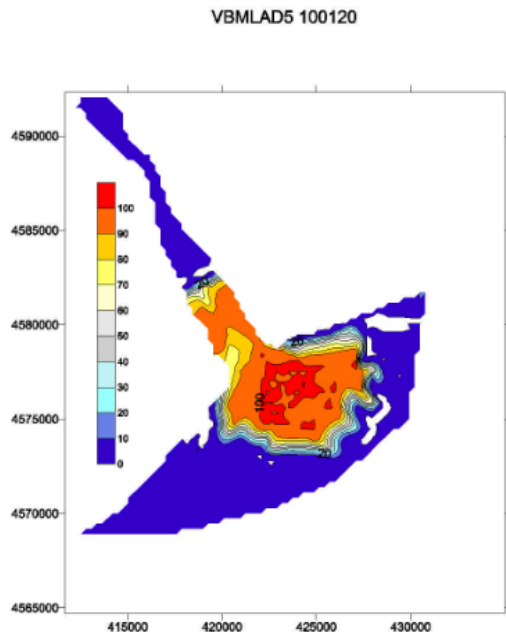
2. **Nivells de l'aqüífer**: no haurien de ser superiors a la cota del riu.

3. **Temps de residència**: la barreja ha d'estar almenys entre 2 i 3 mesos a l'aqüífer.



# Aprofitar l'aquífer com a reserva estratègica. ASTR vs ASR

## Conclusions de les simulacions (CUADLL)



El sistema **ASTR** a la Vall Baixa i Delta del Llobregat és possible per a **grans volums**.

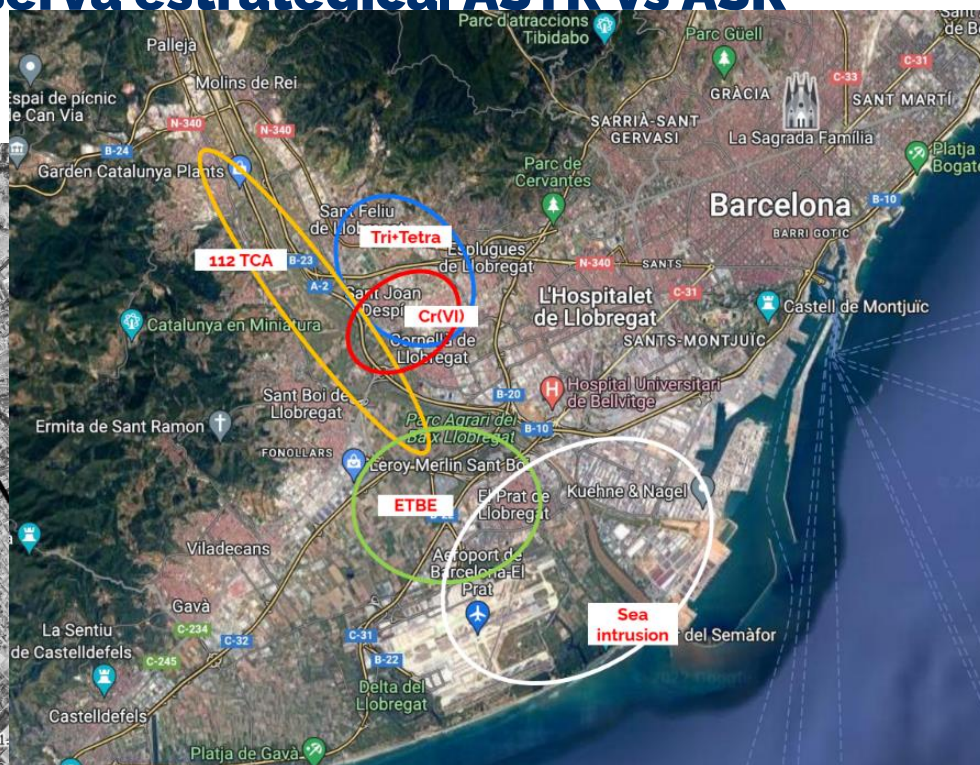
Les **millors solucions** són aquelles en què els volums, tant d'**extracció** com de **recàrrega**, queden més **distribuïts** en diferents punts.

Les solucions proposades permeten la **implementació esgraonada** del sistema, i afavorir d'aquesta manera la seva sostenibilitat.

El sistema pot ser beneficiós, en el seu conjunt, per a l'aquífer.

- Es **millora nivells i balanç de massa** en la relació amb el mar.
- També **es millora l'aquífer superficial** i la seva relació amb llacunes.

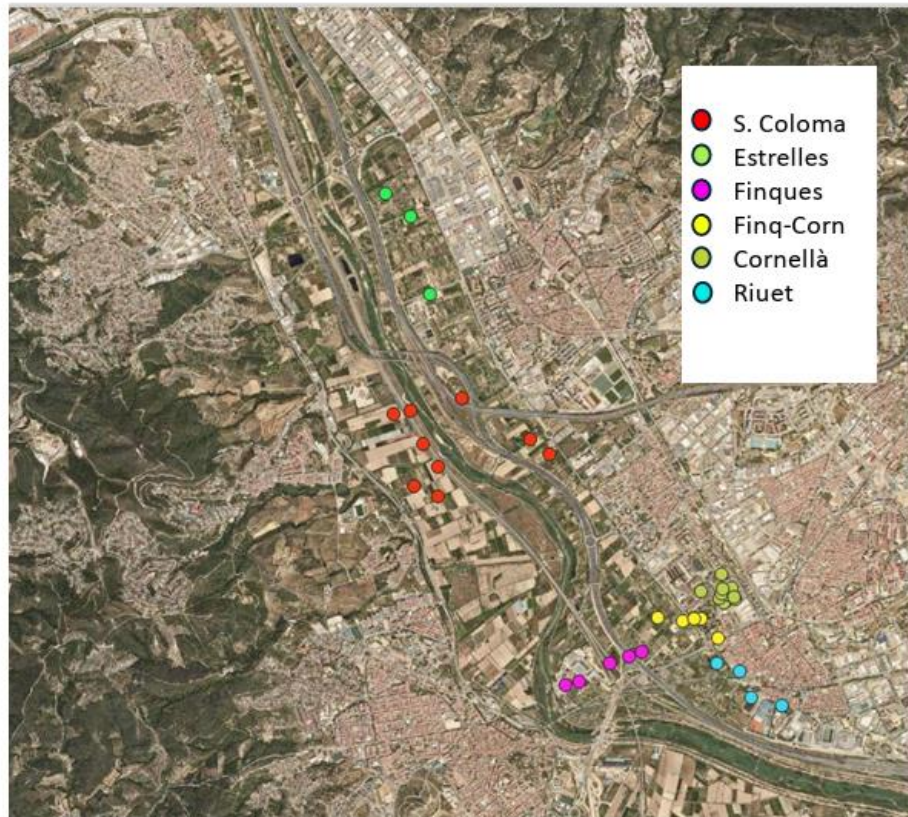
# Aprofitar l'aqüífer com a reserva estratègica. ASTR vs ASR



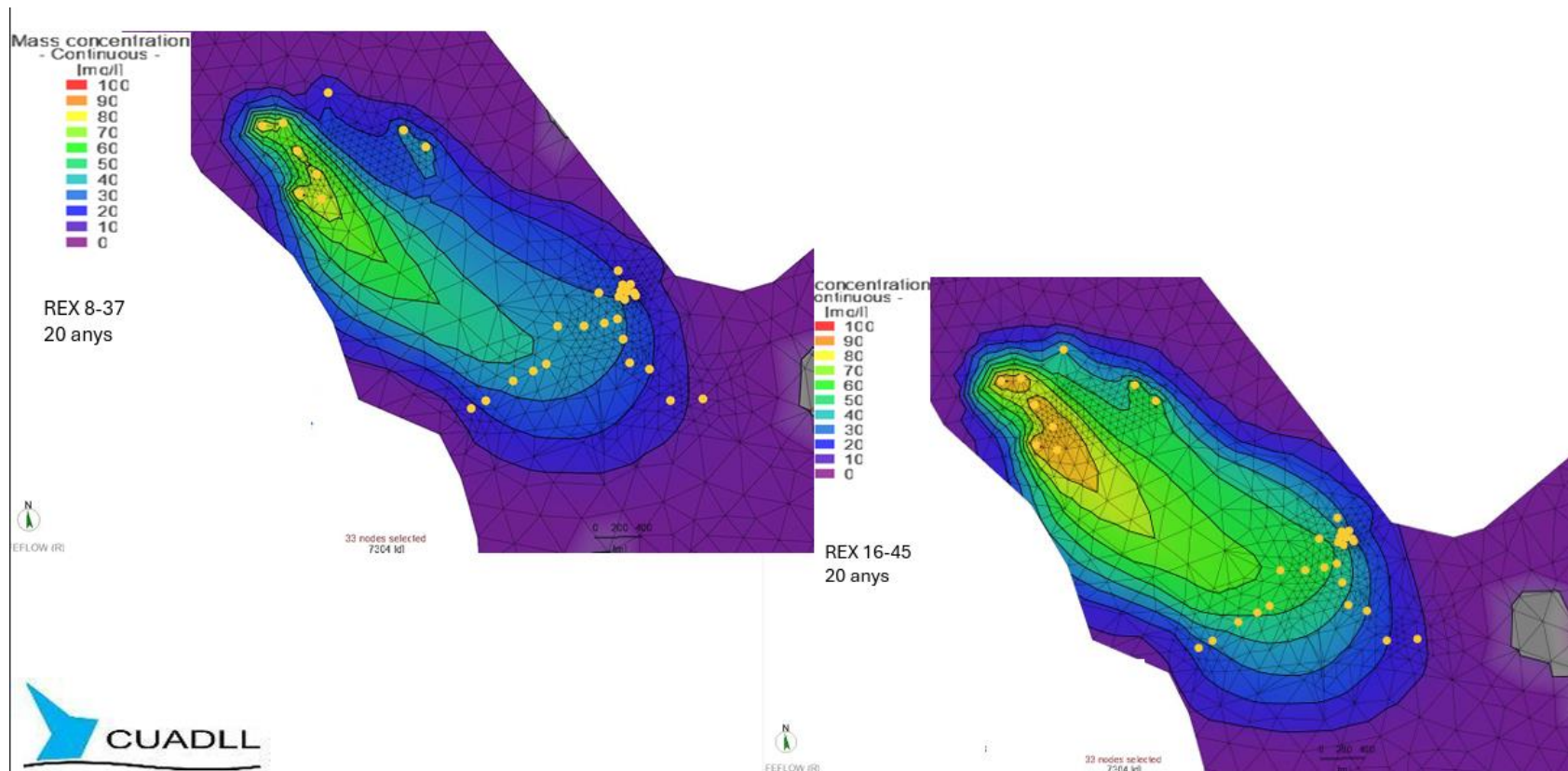
# Aprofitar l'aqüífer com a reserva estratègica. ASTR vs ASR

**Objectiu:** la definició del sistema d'explotació sostenible consistent en realització d'extracció i injecció a l'aqüífer de la Vall Baixa del Llobregat.

**Condicionant:** en situació de normalitat nivell piezomètric del piezòmetre G per sobre la cota -2 msnm (PES), i entre els rangs de cota +2 i la -2 msnm en el cas de la concessió d'Aigües de Barcelona.



# Aprofitar l'aqüífer com a reserva estratègica. ASTR vs ASR



# Conclusions

Els aqüífers del riu Llobregat sempre han tingut caràcter estratègic per a Algües de Barcelona, bona part de la bibliografia existent d'aquest tema s'ha desenvolupat gràcies a les pròpies experiències realitzades al llarg del temps.

Es fa necessari en un context de màxim rigor reavaluar els comportaments de les actuacions de recàrrega per tal de contextualitzar-les a les necessitats actuals, tant legislatives com sanitàries.

El sistema ASTR a la Vall Baixa i Delta del Llobregat és possible per a grans volums, sent les millors solucions aquelles en que els volums d'extracció com de recàrrega queden més distribuïts en diferents punts.. Es viable la seva implementació esglaonada afavorint la seva sostenibilitat. El sistema pot ser beneficiós, en el seu conjunt, per a l'aqüífer.

Es millora nivells i balanç de massa en la relació amb el mar.

També es millora l'aqüífer superficial i la seva relació amb llacunes.

El resultat dels models no sempre poden tenir en compte les diferents realitats existents i per tant s'han de contrastar amb les proves reals per tal d'avaluar la seva bonança.



**Aigües de  
Barcelona**

La gestió responsable