



**GUIA D'USUARI i FAQs del  
SISTEMA D'AJUDA A LA DECISIÓ (SAD) SUGGEREIX  
PER A LA IMPLEMENTACIÓ I GESTIÓ DE LA  
REUTILITZACIÓ**

Juliol 2022



**Agència Catalana  
de l'Aigua**



Generalitat de Catalunya  
Departament de Territori i Sostenibilitat  
**Secretaria de Medi Ambient  
i Sostenibilitat**

**Dubtes/preguntes:** [jcomas@icra.cat](mailto:jcomas@icra.cat)

## 1. GUIA DE L'USUARI I FAQS

El SAD SUGGEREIX el componen 5 fases en cadascuna de les quals el SAD intercanvia informació amb l'usuari. Convé accedir primer a la fase 1 i després accedir a les següents fases consecutivament, organitzades en direcció vertical a la pàgina web. El SAD conté també un apartat de gestió de les dades.



Sistema d'ajuda a la decisió per a la implementació i gestió de la reutilització (v1.5.2)

- ▶ 0. Gestió de dades (descarregar, carregar, gestionar indicadors)
- ▶ 1. Definició del projecte de reutilització i requeriments de qualitat
  - ▶ (informatiu) 1.1. Presentació de la metodologia utilitzada per a la derivació de VP per als indicadors químics
  - ▶ (informatiu) 1.2. Presentació de la metodologia utilitzada per a la derivació de VP per als indicadors microbiològics
  - ▶ (opcional) 1.3. Consulta i/o modificació dels valors objectiu de qualitat VP
  - ▶ (opcional) 1.4. Modificació de la reducció acumulada mínima requerida al llarg d'un tren
- ▶ 2. Selecció dels trens de tractament viables (avaluant el compliment dels VPs per tots els contaminants)
  - ▶ (informatiu) 2.1. Informació per a la modificació dels tractaments
  - ▶ (opcional) 2.2. Modificació dels tractaments
- ▶ 3. Avaluació multicriteri dels trens viables
  - ▶ (opcional) 3.1. Modificació dels rangs de cabal i valors dels criteris de cada tractament
- ▶ 4. Monitoratge d'un tren de tractament
- ▶ 5. Casos similars

### **Fase 1. Definició del projecte de reutilització i requeriments de qualitat**

A l'apartat "Descripció de la infraestructura existent", cal introduir el cabal a l'entrada del tren de tractament avançat. Si només es preveu utilitzar una part de la capacitat del tren de tractament avançat, convé especificar aquest factor (%) sobre la capacitat de tractament. Després, cal seleccionar el tipus de tractament secundari existent a la depuradora.

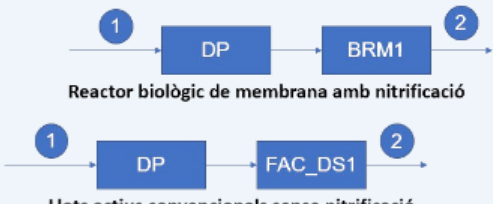
**Descripció infraestructura existent**

Capacitat tractament avançat ( $m^3/d$ ):

Factor sobre la capacitat de tractament (%):

Selecciona la infraestructura existent:

**Reactor biològic de membrana amb nitrificació [BRM1]** ▼



**Reactor biològic de membrana amb nitrificació**

**Llots actius convencionals sense nitrificació**

1 Concentracions inicials dels indicadors microbiològics (I19-I21) a les aigües residuals.

2 Valors/concentracions inicials dels indicadors químics (I1-I18) a la sortida del tractament existent.

El diagrama indica exemples de tractaments secundaris amb la localització dels punts de mesura dels paràmetres, indicadors químics i microbiològics, que cal considerar a l'hora de quantificar-los a l'apartat inferior:

		min	max	valors o <input type="checkbox"/> C <sub>i</sub>
pH	I1	<input type="text" value="6.4"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="checkbox"/> Desactivat
Conductivitat elèctrica	I2	<input type="text" value="6.5e+2"/>	<input type="text" value="8.5e+2"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Activat
Terbolesa	I3	<input type="text" value="1.0e+0"/>	<input type="text" value="1.0e+0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Activat
Sòlids en suspensió (SST)	I4	<input type="text" value="1.4e+0"/>	<input type="text" value="4.6e+0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Activat
Carboni orgànic total (COT)	I5	<input type="text" value="1.6e+0"/>	<input type="text" value="7.6e+0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Activat
Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	I6	<input type="text" value="1.1e+0"/>	<input type="text" value="4.5e+0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Activat
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	I7	<input type="text" value="2.0e+0"/>	<input type="text" value="5.0e+0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Activat
Zinc (Zn)	I8	<input type="text" value="0.0e+0"/>	<input type="text" value="0.0e+0"/>	<input type="checkbox"/> Desactivat
Níquel (Ni)	I9	<input type="text" value="0.0e+0"/>	<input type="text" value="0.0e+0"/>	<input type="checkbox"/> Desactivat
Carbamazepina	I10	<input type="text" value="7.6e-3"/>	<input type="text" value="4.6e-2"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Activat
Diclofenac	I11	<input type="text" value="1.3e+0"/>	<input type="text" value="6.8e+0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Activat

El SAD permet introduir un rang de valors. És recomanable introduir la mitjana com a llindar mínim i el percentil 90 com a llindar màxim. El SAD ja incorpora valors per defecte per aquests indicadors de qualitat, segons la infraestructura existent, que poden ser modificats per l'usuari. El SAD també permet desactivar indicadors que no són presents a les aigües.

A l'apartat "Ús d'aigua regenerada" cal seleccionar l'ús o usos de l'aigua desitjats.

**Ús d'aigua regenerada**

**Selecciona l'ús (o usos) d'aigua regenerada:**

- ☐ Urbà residencial: reg de jardins privats
- ☐ Urbà residencial: descàrrega cisternes vàter
- ☐ Urbà serveis: reg de zones verdes
- ☐ Urbà serveis: neteja de carrers
- ☒ Agrícola A: aliments crus i aigua en contacte directe
- ☐ Agrícola B: aliments crus sense contacte directe amb l'aigua, tots els mètodes de reg
- ☐ Agrícola C: aliments crus sense contacte directe amb l'aigua, reg gota a gota
- ☐ Agrícola D: cultius per a productes industrials, energètics i llavors
- ☐ Industrial: aigües de procés i de neteja, indústria no alimentària
- ☐ Industrial: aigües de procés i de neteja, indústria alimentària
- ☐ Ambiental: recàrrega d'aqüífers per percolació
- ☐ Ambiental: recàrrega d'aqüífers per injecció directa
- ☐ Ambiental: reg de boscos i silvicultura
- ☐ Ambiental: altres usos (manteniment aiguamolls, cabals mínims i similars)
- ☐ Prepotable

En funció dels usos seleccionats, el SAD fa una proposta de valors objectiu de qualitat o valors protectors:

Valors objectius de qualitat (VP)			
Considerar només indicadors regulats			
Desactivat	<input type="text" value="6"/>	unitats de pH	RD 817/2015 ?
Activat	<input type="text" value="1.0e+3"/>	µS/cm	Valor orientatiu basat en guies (UB 2020; ACA 2020) ?
Activat	<input type="text" value="2.0e+0"/>	NTU	RD 1620/2007
Activat	<input type="text" value="1.0e+1"/>	mg/l	RD 1620/2007
Activat	<input type="text" value="nd"/>	mg C/l	
Activat	<input type="text" value="3.1e+0"/>	mg/l N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Valor orientatiu basat en guies (Shoushtarian i Negahban-Azar 2020) ?
Activat	<input type="text" value="3.4e+0"/>	mg/l N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Valor orientatiu basat en guies (Shoushtarian i Negahban-Azar 2020) ?
Desactivat	<input type="text" value="3.0e+1"/>	µg/l	Directiva 2008/105/CE, Directiva 2013/39/UE i RD 817/2015 ?
Desactivat	<input type="text" value="4.0e+0"/>	µg/l	Directiva 2008/105/CE, Directiva 2013/39/UE i RD 817/2015 ?
Activat	<input type="text" value="5.0e-2"/>	µg/l	PNEC (Norman 2021) ?
Activat	<input type="text" value="1.0e-1"/>	µg/l	Directiva 2008/105/CE, Directiva 2013/39/UE i RD 817/2015 ?

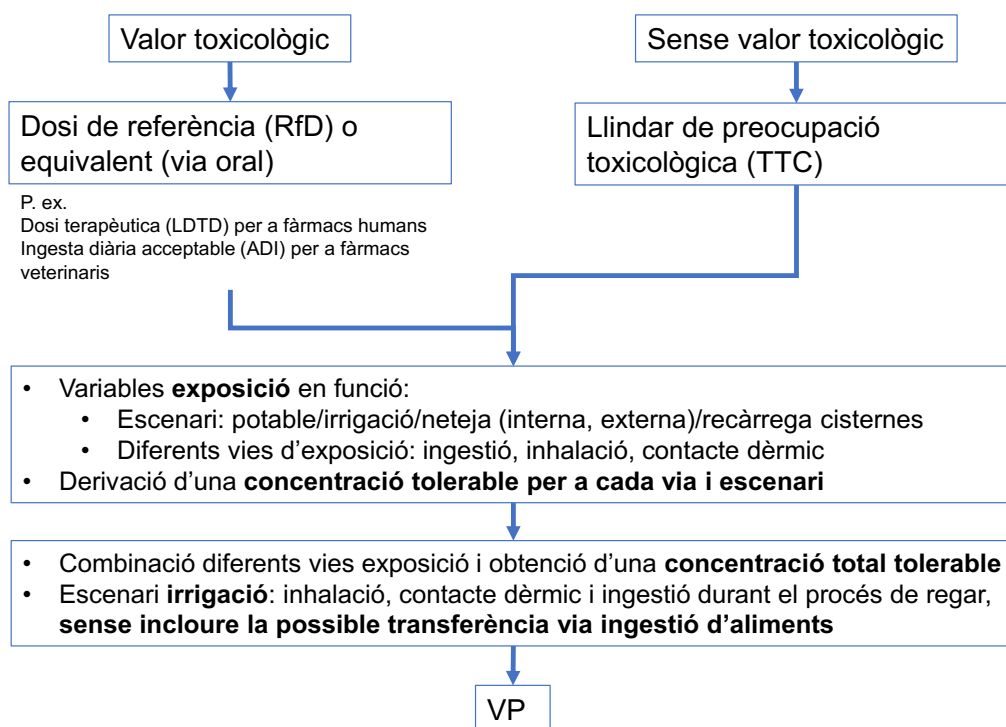
Aquests valors poden ser modificats per l'usuari, si es disposa de més informació. En clicar sobre el signe interrogatiu que apareix al costat d'una

referència, el SAD indica un codi, que correspon amb la següent jerarquia de VP:

Nivell	VP jerarquia general	
0	Normatives de reutilització (RD 1620/2007 i Reglament 2020/741)	Obligatori
1	Altres normatives basades en avaluació de riscos que s'han de complir segons l'escenari	Orientatiu
2	Valors protectors basats en avaluació de riscos procedents de guies internacionals	Orientatiu
3	Valors toxicològics calculats publicats	Orientatiu
4	Valors protectors basats en avaluació quantitativa del risc i valors toxicològics calculats en el marc SUGGEREIX	Orientatiu

El següent diagrama mostra informació bàsica de la metodologia de derivació dels VP per als indicadors químics de nivell de jerarquia 4:

Objectiu: protecció salut humana



El següent diagrama mostra informació bàsica de la metodologia de derivació dels valors de reducció logarítmica (equivalent als VP) per als indicadors microbiològics de jerarquia 4:

Objectiu: protecció salut humana

Càrrega de malaltia tolerable ( $10^{-6}$  DALY/(pers a))

Dosi (D) equivalent a la càrrega de malaltia tolerable (org/a)

Volum (V) d'aigua ingerit, variable segons l'escenari/ús (l aigua/a)

Concentració d'un patogen equivalent a  $10^{-6}$  DALY

$$C_{i,eq.10^{-6} DALY pers^{-1} a^{-1}} = \frac{D}{V}$$

$$LRV = \log \frac{C_{i,aigua residual}}{C_{i,eq.10^{-6} DALY pers^{-1} a^{-1}}}$$

La Secció 1.1 del SAD indica on es pot trobar més informació sobre la metodologia de derivació dels VP per als indicadors químics, i la Secció 1.2 sobre la metodologia de derivació dels VP per als indicadors microbiològics. La secció 1.3 permet consultar i/o modificar els valors VP i la secció 1.4 permet consultar i/o modificar la reducció acumulada mínima requerida dels indicadors microbiològics al llarg d'un tren.

## Fase 2. Selecció dels trens de tractament viables

En clicar sobre "Avaluació de trens", el SAD genera una taula de trens de tractament amb el grau de compliment dels VP i els valors calculats de les concentracions a la sortida aconseguides per a cada indicador.

					Concentracions dels indicadors										
					I2 (µS/cm)	I3 (NTU)	I4 (mg/l)	I5 (mg C/l)	I6 (mg/l N- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	I7 (mg/l N- NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	I10 (µg/l)	I11 (µg/l)	I13 (µg/l)	I16 (µg/l)	I19 (CFU/100 ml)
7	BRM_CAG_O3_BFS_CI2	234	100	min:	6.5e+2	4.0e-1	1.3e+0	5.7e+0	2.7e-1	1.5e+0	3.8e-4	1.8e-2	8.1e-3	3.8e-1	1.9e+0
				max:	8.5e+2	6.0e-1	2.6e+0	6.7e+0	8.7e-1	5.0e+0	3.6e-4	9.5e-2	9.0e-3	3.8e-1	1.2e+0
8	BRM_O3_CAB_CIO2	54	90.91	min:	6.5e+2	2.0e-1	0.0e+0	1.3e+0	8.1e-2	2.0e+0	6.1e-6	1.9e-3	8.2e-4	0.0e+0	4.9e-7
				max:	8.5e+2	6.0e-1	2.6e+0	6.7e+0	8.7e-1	5.0e+0	3.6e-4	9.5e-2	9.0e-3	3.8e-1	1.2e+0
9	BRM_O3_CAB_UV_CI2	58	90.91	min:	6.5e+2	2.0e-1	0.0e+0	1.3e+0	8.1e-2	2.0e+0	4.9e-6	8.6e-5	4.7e-4	0.0e+0	0.0e+0
				max:	8.5e+2	6.0e-1	2.6e+0	6.7e+0	8.7e-1	5.0e+0	3.6e-4	9.5e-2	9.0e-3	3.8e-1	1.2e+0
10	BRM_O3_BFS_CIO2	60	90.91	min:	6.5e+2	4.9e-1	3.5e-1	1.1e+0	5.5e-2	0.0e+0	5.5e-5	3.0e-3	1.1e-3	0.0e+0	4.9e-8
				max:	8.5e+2	6.7e-1	2.3e+0	7.6e+0	1.4e+0	1.5e+0	1.3e-3	1.2e-1	1.1e-2	7.4e-1	1.9e-1
11	BRM_O3_BFS_NaClO	62	90.91	min:	6.5e+2	4.9e-1	3.5e-1	1.1e+0	5.5e-2	0.0e+0	5.5e-5	3.0e-3	1.1e-3	0.0e+0	4.9e-8
				max:	8.5e+2	6.7e-1	2.3e+0	7.6e+0	1.4e+0	1.5e+0	1.3e-3	1.2e-1	1.1e-2	7.4e-1	1.9e+0

El SAD distingeix amb un color diferent el grau de compliment d'un tren segons si el VP és regulat o no per la normativa sobre reutilització de l'aigua (RD 1620/2007 i Reglament 2020/741). Verd si es compleix un VP per un indicador, vermell si no compleix i està regulat i taronja si no es compleix però no està regulat. D'altra banda, un signe interrogatiu dins d'una casella proporciona informació addicional per a usos d'irrigació: el SAD recomana amb un missatge mesures de gestió complementàries per utilitzar una aigua regenerada amb valors de conductivitat i concentracions de nutrients superiors (dins d'un interval) als VP definits per defecte al SAD.



### Fase 3. Avaluació multicriteri dels trens de tractament

El SAD permet ordenar i prioritzar els trens de tractament *viabls*, avaluats prèviament segons la seva capacitat de reduir la concentració dels indicadors químics i microbiològics. Entenem com a trens de tractament *viabls* aquells trens de tractament que compleixen els VP per tots els indicadors considerats (grau de compliment 100%). Però, com que el SAD indica el màxim grau de compliment dels VP que els trens de tractament avaluats a la Fase 2 assoleixen, l'usuari pot disminuir el grau de compliment per avaluar més trens viabls, dels que inicialment sortirien seleccionats amb un grau de compliment d'un 100%. En l'exemple mostrat, es podria reduir el grau de compliment fins a 90.91 % si interessés considerar també els trens 54 i 58.

En clicar sobre "Avaluació multicriteri" i "Taula de criteris inicial", el SAD compara els trens que assoleixen el grau de compliment mínim definit anteriorment d'acord amb criteris addicionals (a banda del grau de compliment):

- Cost total (€/any)
- Consum energètic (kWh/d)
- Petjada de carboni (kg eq. CO<sub>2</sub>/d)
- Petjada hídrica (l eq. aigua/d)
- Espai ocupat (m<sup>2</sup>)

Taula de criteris inicial

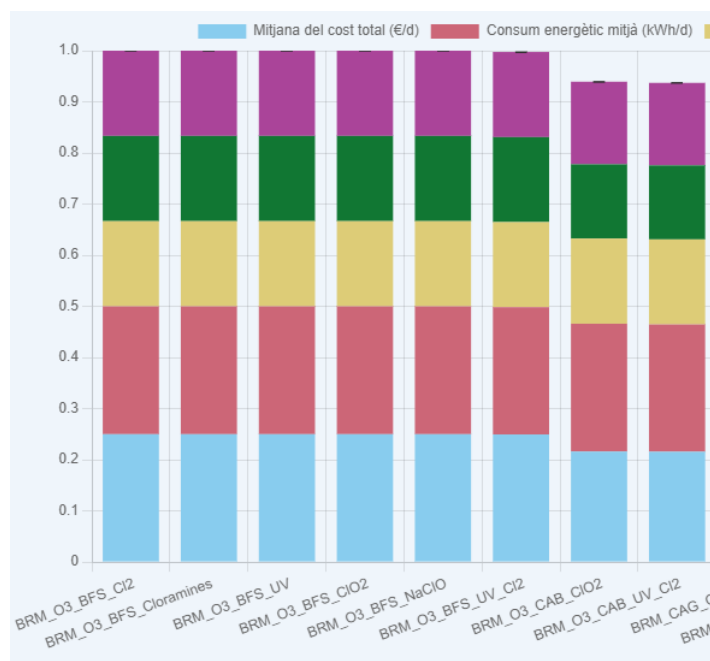
Visualització de criteris normalitzats

Priorització dels trens viables

Tren	id	Compliment (%)	Cost total (€/d)	Consum energètic mitjà (kWh/d)	Petjada de carboni (kg CO <sub>2</sub> eq./d)	Petjada hidrica (L eq./d)	Espai ocupat (m <sup>2</sup> )	Avaluar
BRM_O3_BFS_CI2	59	100	min: 2.5e+3 max: 2.6e+3	2.1e+3	6.9e+2	1.6e+4	1.4e+3	<input checked="" type="checkbox"/>
BRM_O3_BFS_Cloramines	61	100	min: 2.5e+3 max: 2.6e+3	2.1e+3	6.9e+2	1.6e+4	1.4e+3	<input checked="" type="checkbox"/>
BRM_O3_BFS_UV	63	100	min: 2.5e+3 max: 2.6e+3	2.1e+3	6.9e+2	1.6e+4	1.4e+3	<input checked="" type="checkbox"/>
BRM_O3_BFS_UV_CI2	64	100	min: 2.5e+3 max: 2.6e+3	2.1e+3	7.0e+2	1.6e+4	1.4e+3	<input checked="" type="checkbox"/>

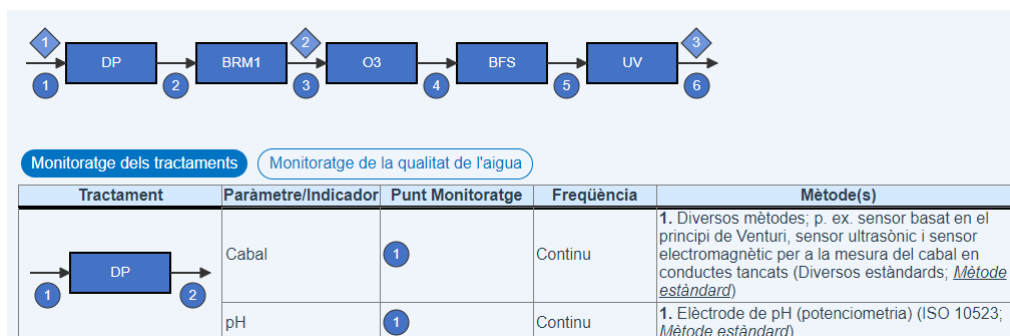
A la pestanya "Visualització de criteris normalitzats", el SAD permet comparar els trens viabls amb els valors obtinguts per a cada criteri normalitzats, mitjançant un gràfic *spider chart*.

En clicar sobre "Priorització dels trens viabls", el SAD compara els trens amb els valors obtinguts per a cada criteri normalitzats (un criteri es converteix en adimensional utilitzant un valor de referència per a cada criteri), ponderats i agregats. L'usuari pot modificar els pesos assignats per defecte a cada criteri segons la importància que li doni al criteri en un escenari de reutilització determinat. El SAD elabora una llista prioritzada amb els trens ordenats d'acord amb la valoració relativa final obtinguda.



#### Fase 4. Proposta de pla de monitoratge








A la Fase 4, clicant sobre "Monitoratge dels tractaments", el SAD fa una proposta de monitoratge de cadascun dels tractaments que componen un tren. El SAD proposa el monitoratge de paràmetres que es poden mesurar contínuament per controlar l'eficiència d'un determinat tractament. Complementàriament, el SAD recomana el monitoratge periòdic d'alguns indicadors si escau. També adverteix del risc de formació de subproductes d'oxidació/desinfecció si existeix.



Clicant sobre "Monitoratge de la qualitat de l'aigua", el SAD fa una proposta de freqüències de monitoratge al punt de sortida (i al punt d'entrada) de la planta basada en la selecció dels indicadors a la Fase 1 i els corresponents VP:

- Per als indicadors químics, el SAD considera el quocient entre la concentració final de l'indicador que el tren avaluat permet aconseguir i el VP.
- Per als indicadors microbiològics, el SAD considera el valor de reducció logarítmica mínim requerit per al tren avaluat i el valor de reducció aconseguit.



<div> <div>VP assolit</div> <div>VP no assolit (no regulat)</div> <div>VP no assolit (regulat)</div> </div>				
Paràmetre/Indicador	Punt Monitoratge	QR	Freqüència	Mètode(s)
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		4.4e-1	Trimestral	6778; <u>Mètode estàndard</u> 1. Cromatografia iònica (ISO 10304-1; <u>Mètode estàndard</u> ) 2. Colorimetria (ISO 7890-3; ISO 13395; <u>Mètode estàndard</u> ) 3. Sensor selectiu de ions (potenciometria) (Standard Methods 4500-NO <sub>3</sub> -D; <u>Mètode estàndard</u> ) 4. Absorció radiació UV (Pellerin et al. 2013; <u>Mètode desenvolupat no estàndard</u> )
Carbamazepina		2.6e-2	No caldria monitorar un paràmetre químic si els resultats del monitoratge durant un període d'almenys 3 anys mostren que la seva concentració és inferior al 30 % del VP.	1. LC-MS-MS (Gros et al. 2012; <u>Mètode desenvolupat no estàndard</u> ) 
Diclofenac		8.8e-1	Mensual (CEC 1991; <u>Ministerio de la Presidencia 2007; Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2015</u> )	1. LC-MS-MS (Gros et al. 2012; <u>Mètode desenvolupat no estàndard</u> ) 
Iopromida		7.7e-2	No caldria monitorar un paràmetre químic si els resultats del monitoratge durant un període d'almenys 3 anys mostren que la seva concentració és inferior al 30 % del VP.	1. LC-MS-MS (Gros et al. 2012; <u>Mètode desenvolupat no estàndard</u> ) 

## Fase 5. Informació sobre casos semblants

A la Fase 5, el SAD proporciona informació sobre casos de plantes reals existents que utilitzen trens de tractament semblants als suggerits i avaluats pel SAD (si n'hi ha a la base de dades). Aquesta base de casos pot anar augmentant amb el temps. Finalment, el SAD permet generar un informe de amb la informació més rellevant de cada fase per un cas d'estudi concret.

## Gestió de dades: descarregar, carregar, gestionar indicadors

En aquest apartat, que apareix al capdamunt de la pàgina web, l'usuari pot descarregar l'estat de la pàgina web en un determinat moment en un fitxer de dades per carregar-lo en altres sessions. Així, l'usuari pot desar les dades introduïdes per a la caracterització de la qualitat de l'aigua de partida.

En aquest apartat també hi ha l'opció d'afegir nous indicadors i casos.

## FAQs del SAD SUGGEREIX

- *El SAD SUGGEREIX requereix instal·lació, usuari i/o password?* No, és una aplicació web, d'accés lliure i no requereix instal·lació de programari addicional ni registre.
- *Necessito moltes dades per fer servir el SAD SUGGEREIX?* No, l'únic indispensable és el cabal del tren de tractament avançat que es vol dissenyar; si es tenen dades de qualitat de l'efluent secundari, millor, però sinó l'eina disposa de valors per defecte de qualitat química i microbiològica.
- *Necessito conèixer els valors objectius de qualitat de diferents indicadors químics i microbiològics per poder reutilitzar aigua per diferents usos?* No, el SAD incorpora valors objectius de qualitat o protectors per diferents indicadors i usos; aquests poden ser consultats i/o modificables pels usuaris.
- *Puc fer servir l'eina per identificar el millor tren de tractament avançat per una depuradora que vulgui reutilitzar part del seu efluent secundari?* Si, el SAD permet identificar i avaluar diferents combinacions d'unitats de tractament (trens de tractament) per permeten aconseguir la qualitat desitjada per diferents usos.

- *Necessito conèixer els rendiments de les diferents tecnologies de tractament avançat per eliminar indicadors químics i microbiològics?* No, el SAD ja incorpora valors predefinits d'eliminació per diferents indicadors i unitats de tractament, basats en la bibliografia més recent; aquests poden ser consultats i/o modificables pels usuaris.
- *Puc fer servir l'eina per avaluar un tren tractament avançat que ja existeix ?* Si, es pot fer servir l'eina per comparar els rendiments de la instal·lació real amb els que prediu l'eina; a més, mirant altres trens de tractament viables pel cabal, qualitat i usos definits, es pot pensar en complementar el tren actual per millorar el rendiment d'algun indicador, en el cas que calgui.
- *Cada cop que utilitzo l'eina per un mateix escenari he de tornar a entrar i/o modificar les dades?* No, l'eina permet guardar les dades d'un escenari i tornar a carregar aquestes dades més endavant per continuar l'anàlisi.
- *Puc incloure un nou cas/exemple de reutilització real?* Si, l'eina permet incloure nous casos reals de manera que la base de casos d'exemples de tot el món va millorant amb el temps.

## 2. REFERÈNCIES

RD 1620/2007: Real Decreto 1620/2007, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, BOE 294.

Reglament 2020/741: European Parliament—EP, Council of the European Union—CEU (2020 a) Regulation (EU) 2020/741 of the European Parliament and of the Council of 25 May 2020 on minimum requirements for water reuse