

CONSULTA PRELIMINAR DE MERCADO **RECUPERA** **RETO TECNOLÓGICO**



**CARAVACA
DE LA CRUZ 2024
AÑO JUBILAR**

Carlos M. Castejón Fernández
TECNICO RESPONSABLE – DG MAR MENOR

Diciembre de 2024



RETO TECNOLÓGICO

DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE DESNITRIFICACIÓN DE AGUAS CONTINENTALES CON ALTO CONTENIDO DE NITRATOS VERTIENTES AL ESPACIO NATURAL PROTEGIDO DEL MAR MENOR

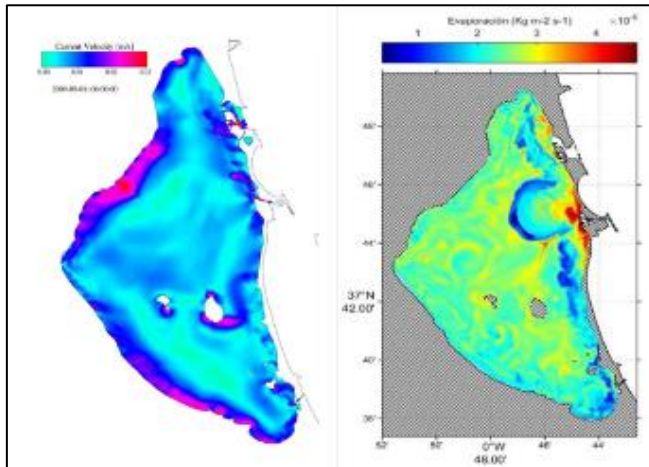


Imagen Modelizado Mar Menor



Foto panorámica del Mar Menor

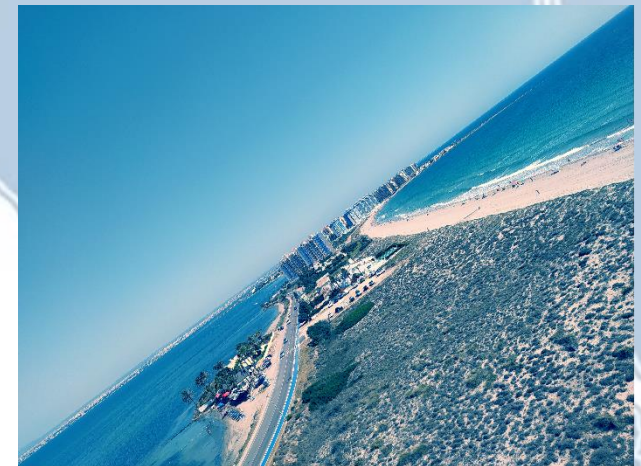


Foto La Manga del Mar Menor

DESCARGAS DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

- El principal problema ambiental son las descargas de aguas superficiales y subterráneas en el litoral del Mar Menor.
- La Rambla del Albuji3n es el principal punto de descargas de aguas superficiales al Mar Menor.
- Estas aguas superficiales presentan altas concentraciones **nitratos**.
- Las aguas subterráneas son muy superficiales en las proximidades del Mar Menor, el acuífero cuaternario aflora en numerosos puntos del borde litoral del Mar Menor.

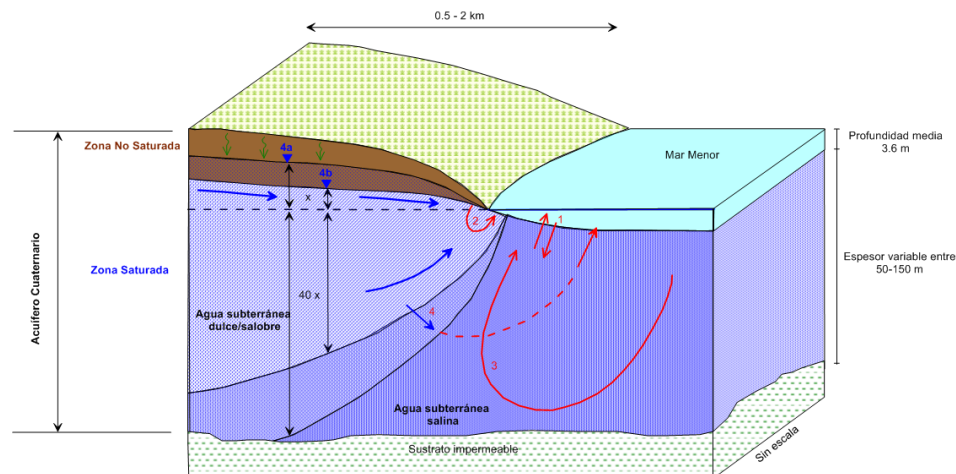


Figura Descargas Acuífero Cuaternario, Informe Estado Integral Mar Menor Comité Asesoramiento Científico Mar Menor – 2017.



Imagen Rambla del Albuji3n antes de la desembocadura en el Mar Menor

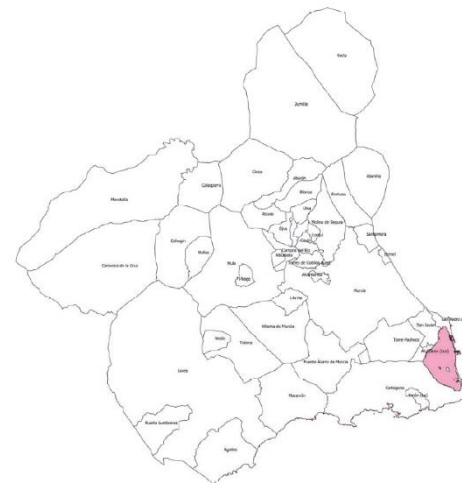
DESCARGAS DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

- El Mar Menor se ha designado como masa de agua afectada o en riesgo de estarlo por la contaminación de nitratos de origen agrario. (Orden de 23 de diciembre de 2019, Consejería Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medioambiente).
- Se monitorizan semanalmente hasta 20 puntos de descarga de aguas continentales al Mar Menor, con especial relevancia en la Rambla del Albujón.

Mediciones 29 de noviembre de 2024

| | CORRIENTE DE AGUA | CAUDAL (L/S) | NITRATOS | FOSFATOS |
|-----|--|--------------|----------------|----------------|
| 1 | Drenaje los Alcázares | - l/s | - mg NO3/l | - mg PO4/l |
| 2 | Rambla de El Albujón | 159,00 l/s | 98,3 mg NO3/l | 0,83 mg PO4/l |
| 3 | Tubería salmuera bajo N-332 | - l/s | - mg NO3/l | - mg PO4/l |
| 4 | Canal D-7 | 89,0 l/s | 144,0 mg NO3/l | <0,20 mg PO4/l |
| 5 | Azud CHS | 0,00 l/s | 0,00 mg NO3/l | 0,00 mg PO4/l |
| 6 | Tramo medio Rambla de El Albujón | 179,00 l/s | 76,20 mg NO3/l | 1,30 mg PO4/l |
| 7 | Surgencia | - l/s | - mg NO3/l | - mg PO4/l |
| 8 | Aliviadero estación de bombeo | 0,00 l/s | 0,00 mg NO3/l | 0,00 mg PO4/l |
| 10 | Obra paso bajo crta. Los Urrutias | 0,00 l/s | 0,00 mg NO3/l | 0,00 mg PO4/l |
| 12 | Rambla de Miranda | 0,00 l/s | 0,00 mg NO3/l | 0,00 mg PO4/l |
| 13 | Rambla del Miedo | - l/s | - mg NO3/l | - mg PO4/l |
| 14 | El Carmolí | 0,00 l/s | 0,00 mg NO3/l | 0,00 mg PO4/l |
| 15A | Rambla de las Matildes | 0,00 l/s | 0,00 mg NO3/l | 0,00 mg PO4/l |
| 15B | Rambla de las Matildes - corriente sur | 0,58 l/s | 86,80 mg NO3/l | <0,20 mg PO4/l |
| 16 | Lo Poyo | 0,00 l/s | 0,00 mg NO3/l | 0,00 mg PO4/l |
| 17 | Lengua de Vaca | 0,00 l/s | 0,00 mg NO3/l | 0,00 mg PO4/l |
| 18 | Valla Militar | 0,00 l/s | 0,00 mg NO3/l | 0,00 mg PO4/l |
| 19 | Freático Los Alcázares | 1,67 l/s | 191,0 mg NO3/l | <0,20 mg PO4/l |
| 20 | Venta Simón | 0,00 l/s | 0,00 mg NO3/l | 0,00 mg PO4/l |

ANEXO III
MASA DE AGUA AFECTADA EN COMUNIDAD AUTÓNOMA REGIÓN DE MURCIA



MASA DE AGUA AFECTADA EN CARM

I. COMUNIDAD AUTÓNOMA

3. OTRAS DISPOSICIONES

Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente

8097 Orden 23 de diciembre de 2019, de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente, por la que se acuerda la designación de nuevas zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario en la Región de Murcia, ampliación de las existentes y la determinación de la masa de agua costera del Mar Menor como masa de agua afectada, o en riesgo de estarlo, por la contaminación por nitratos de origen agrario.

PROBLEMAS AMBIENTALES. EUTROFIZACIÓN

- Las continuas descargas de aguas superficiales y subterráneas del Campo de Cartagena al Mar Menor, agravados por los graves episodios de DANAS, afectan a la calidad ecológica y ambiental de las aguas del Mar Menor.
- El aumento en la entrada de nutrientes a la laguna ha llevado a que la misma se encuentre en un proceso de Eutrofización de sus aguas, que deriva en la pérdida de calidad de sus aguas y supone un riesgo para la integridad ecológica del ecosistema marino.

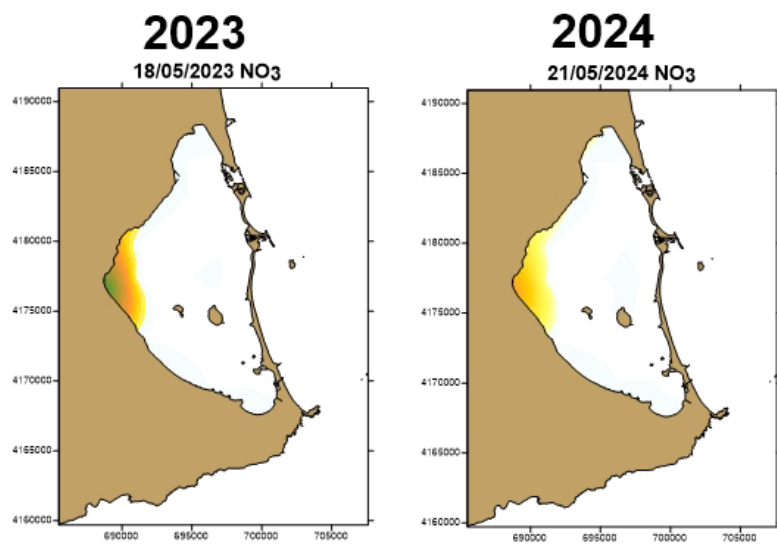


Figura Evolución espacial concentración nitratos. Informe Estado Ecológico Octubre 2024. (Pérez Ruzafa et al, 2024)

Los aportes de nitratos la Rambla del Albuñón suponen por sí sola el 50% de la baja de salinidad y del estado trófico de la laguna. (Pérez Ruzafa et al, 2020)



Imagen descarga núm. 10, junto a la Rambla del Albuñón. (2020)

EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

- Ubicará en una parcela titularidad de la DG del Mar Menor, próxima al cauce de la Rambla del Albujión y Canal de Drenaje D7
- Se realizarán la captación de aguas a desnitrificar del cauce de la rambla y del canal D7.
- También se podrán captar aguas subterráneas sub-superficiales en la parcela.

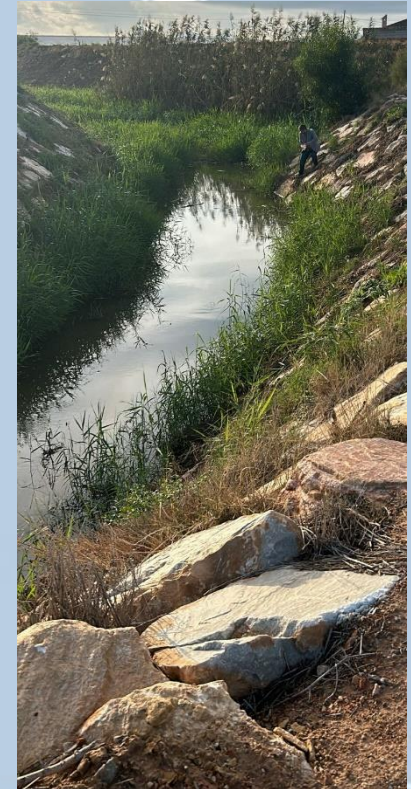
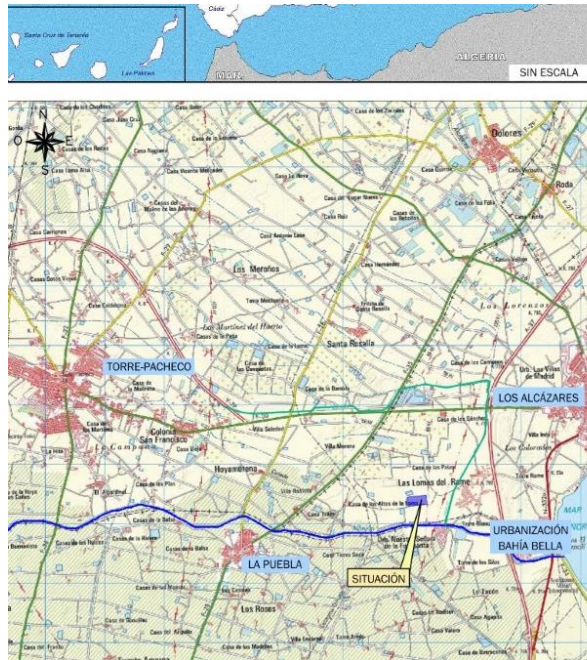
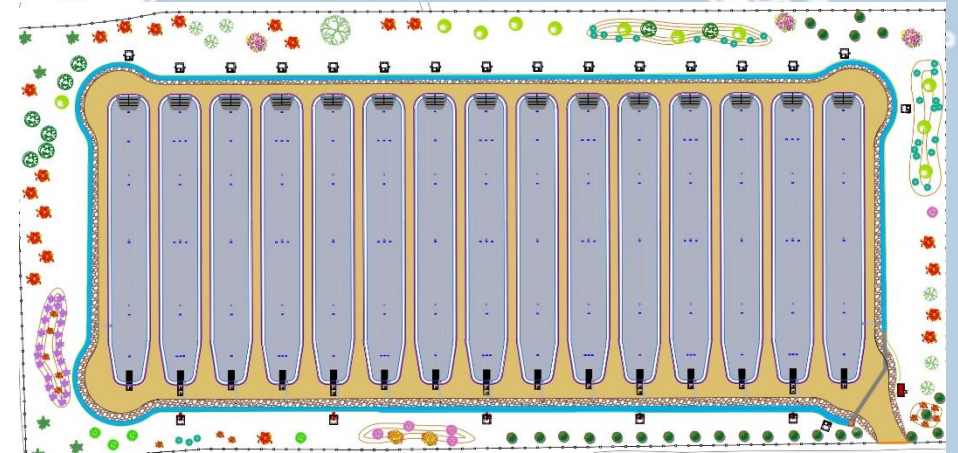


Imagen Canal de Drenaje D-7

RETO TECNOLÓGICO

DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE DESNITRIFICACIÓN DE AGUAS CONTINENTALES VERTIENTES AL MAR MENOR

- Existen numerosos sistemas de desnitrificación en el mercado empleados principalmente en procesos de depuración de aguas residuos y de potabilización de aguas.
- ✓ CETENMA (Centro Tecnológico de la Energía y el Medioambiente), ha elaborado un estudio del estado de las tecnologías de desnitrificación de nitratos para el tratamiento de las aguas vertientes al Mar Menor.
- ✓ Se ha comprobado que no existen **tecnologías específicas y lo suficientemente maduras** para su aplicación comercial y eficiente para la desnitrificación de las aguas superficiales y subterráneas que descargan en el Espacio Natural Protegido del Mar Menor.



Plano Diseño proyecto desnitrificación mediante biorreactores astillas madera

RETO TECNOLÓGICO

DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE DESNITRIFICACIÓN DE AGUAS CONTINENTALES VERTIENTES AL MAR MENOR

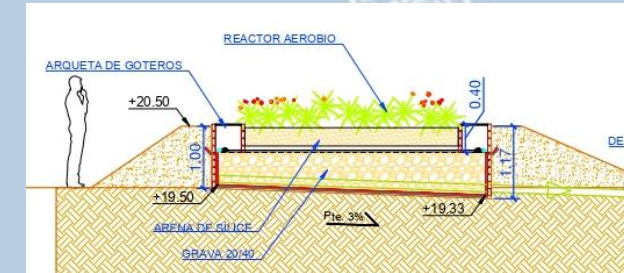
- La CARM ha realizado diversos ensayos de desnitrificación de aguas
- Se precisa partir de una tecnología ya probada en laboratorio para realizar prototipos a un entorno real



Imagen estudio humedales EDAR Los Alcázares



Imagen Estudio Birreactores astillas de madera EDAR Los Alcázares



Plano Diseño planta piloto

RETO TECNOLÓGICO

DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE DESNITRIFICACIÓN DE AGUAS CONTINENTALES VERTIENTES AL MAR MENOR

- ✓ Tratamiento de aguas salobres
- ✓ Tratamiento altos caudales de agua.
- ✓ Tratamiento de aguas con una alta concentración de nitratos
- ✓ Desnitrificar de manera eficiente. (Alto % reducción nitratos)
- ✓ Proceso sea ambientalmente compatible con el medio.
- ✓ Efluente del proceso sea compatible con el medio marino.
- ✓ Proceso que permita una explotación económicamente sostenible.

Se excluyen tecnologías que aporten al efluente una vez tratado Amonio, Nitritos, u otros compuestos nitrogenados.

Nitratos NO_3^-  N_2 Atmosférico

Ejemplo proceso biológico de reducción del nitrato mediante bacterias heterótrofas en condiciones anóxicas, con una fuente de carbono.

CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS A TRATAR

- Aguas con una alta concentración de Nitratos
- Aguas Salobres, conductividad de **7.000-8.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$** .

LA PRESENCIA DE **SAL** EN EL AGUA PUEDE AFECTAR A LOS PROCESOS BIOLÓGICO DE DESNITRIFICACIÓN



| PARÁMETROS ANALIZADOS | | |
|--|-----------|--------------------------------|
| Parámetro | Resultado | Unidad |
| * CAUDAL <i>In situ. (PE/06 349)</i> | 81.0 | L/s |
| CONDUCTIVIDAD a 25°C <i>In situ (PE/MUNLAB/06 338). Sonda Individual</i> | 7661 | $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| NITRATOS <i>Prefiltración. Espectrofotometría UV-VIS (PE/MUNLAB/06 459).</i> | 167 | mg NO_3^-/l |
| FOSFATOS (ORTOFOSFATO) <i>Prefiltración. Espectrofotometría UV-VIS (PE/MUNLAB/06 377)</i> | 0.40 | mg $\text{PO}_4^{-3}/\text{l}$ |

| PARÁMETROS ANALIZADOS | | |
|--|-----------|--------------------------------|
| Parámetro | Resultado | Unidad |
| * CAUDAL <i>In situ. (PE/06 349)</i> | 43.3 | L/s |
| CONDUCTIVIDAD a 25°C <i>In situ (PE/MUNLAB/06 338). Sonda Individual</i> | 7599 | $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| NITRATOS <i>Prefiltración. Espectrofotometría UV-VIS (PE/MUNLAB/06 459).</i> | 144 | mg NO_3^-/l |
| FOSFATOS (ORTOFOSFATO) <i>Prefiltración. Espectrofotometría UV-VIS (PE/MUNLAB/06 377)</i> | < 0.20 | mg $\text{PO}_4^{-3}/\text{l}$ |

Análisis de 03/12/2024, Laboratorios Munuera. Aforos y análisis de las aguas vertientes al Mar Menor

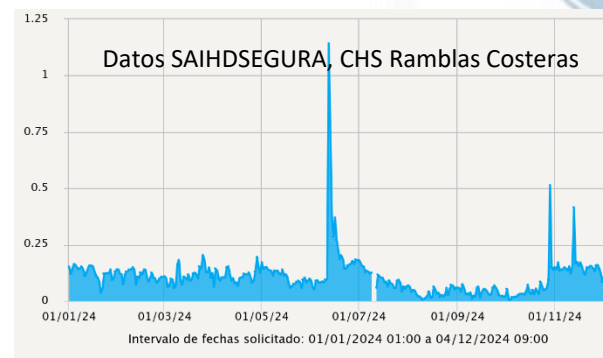
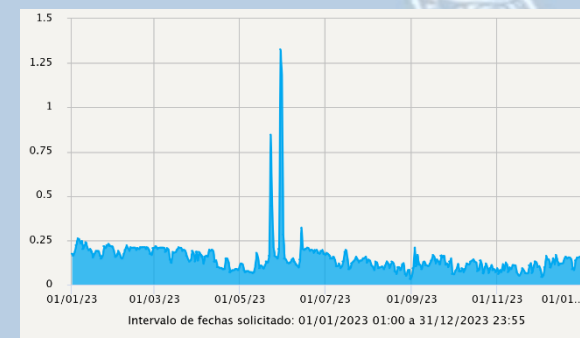
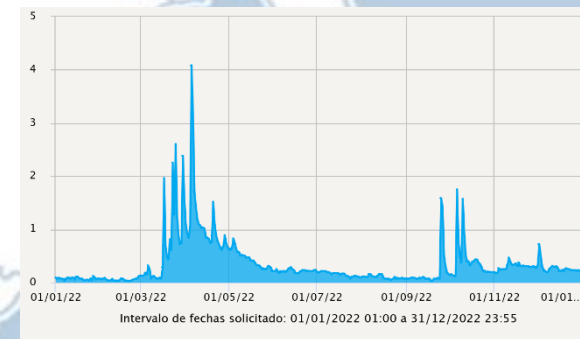
PROCESO MODULAR Y ESCALABLE. ALTOS CAUDALES

- **Altos caudales a desnitrificar. (> 1 Hm³/año)**
- Los caudales a tratar son muy variables a lo largo del año y entre años.
- Dependen de la pluviometría y a su vez de las variaciones del nivel freático

| DESCARGAS RAMBLA ALBUJÓN | 2022 | 2023 | 2024 |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| TOTAL ANUAL | 10.661.971 m ³ | 4.666.593 m ³ | 3.111.225 m ³ |
| CUDAL MINIMO | 27 l/seg. | 30 l/seg. | 4 l/seg. |
| CAUDAL MEDIO | 338 l/seg. | 148 l/seg. | 107 l/seg. |
| CAUDAL MAXIMO | 4.085 l/seg. | 1.324 l/seg. | 1.143 l/seg. |

Datos SAIHDESEGURA, CHS Ramblas Costeras

Proceso debe permitir modificar los caudales a tratar y escalar el mismo en base a las necesidades en cada periodo



PROCESO DESNITRIFICACIÓN. EFICACIA

Aguas con una alta concentración de Nitratos

| CONCENTRACIÓN MEDIA NITRATOS | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|-------------|-------------|-------------|
| RAMBLA ALBUJÓN | 130,75 mg/l | 132,99 mg/l | 107,54 mg/l |
| CANAL DRENAJE-D7 | 135,28 mg/l | 139,71 mg/l | 124,70 mg/l |
| CONCENTRACIÓN MEDIA DIARIA EFLUENTE AGUAS DESNITRIFICADAS | < 25 mg/l* | | |
| % REDUCCIÓN NECESARIA | | | |
| RAMBLA ALBUJÓN | 80,88 % | 81,20 % | 76,75 % |
| CANAL DRENAJE-D7 | 81,52 % | 82,11 % | 79,95 % |

(*) Se consideran Aguas afectadas por la contaminación con nitratos las aguas superficiales con una concentración superior a **25 mg/l** de Nitratos. (D. 47/2022, de 18 de enero).

Análisis Laboratorio. Aforos y análisis de las aguas vertientes al Mar Menor. DG Mar Menor

Proceso de desnitrificación con una eficacia superior al 80%

PROCESO RENTABLE ECONOMICAMENTE

- Debido al alto volumen de aguas a desnitrificar, es necesario que el coste de tratamiento por metro cubico sea económicamente asumible.
- El coste de explotación de la instalación de desnitrificación debe estar en rangos normales del coste de depuración de aguas residuales.
- Coste medio por metro cúbico de depuración de aguas residuales en la CARM son **0,30 euros/m³**. (Datos ESAMUR).



Foto EDAR junto al Mar Menor. San Pedro del Pinatar. ESAMUR

Coste asumible < 0,30 euros/m³.

**Coste explotación desnitrificación 1 Hm³/año:
< 300.000 euros/año**

No incluye coste amortización equipos

CALIDAD DE LOS EFLUENTES DESNITRIFICADOS

- Las aguas una vez desnitrificadas serán devueltas al cauce de la Rambla del Albuñón, y desde esta al Mar Menor
- El proceso de desnitrificación empleado **no pueden aportar ningún tipo de sustancia contaminante que puede afectar de manera apreciable al Medio Marino.**
- Las aguas una vez tratadas, deberán cumplir con los parámetros de vertido establecidos por el organismo de cuenca – CHS, para el vertido a cauce público en zonas especialmente sensibles.

El proceso debe eliminar nitratos sin aportar otras sustancias contaminantes que puedan afectar al medio marino, y siempre dentro de los límites de emisión del efluentes legales establecidos por el organismo de cuenca

| 2. CAUDAL Y VALORES LIMITE DE EMISIÓN DEL EFLUENTE. | | |
|---|--|--|
| Caudal y valores límite de emisión del efluente | | |
| CAUDAL | | |
| Valor diario máximo (m ³ /h) | 720 | |
| Volumen anual (m ³ /año) | 6.307.200 | |
| VALORES LIMITE DE EMISIÓN | | |
| Parámetro / Sustancia (parámetros característicos) | Valor diario máximo | Valor diario medio |
| pH (Ud. pH) | 6-9 | 6-9 |
| Temperatura (°C) | No se producirá un incremento de temperatura superior a 3° C en la sección fluvial tras la zona de dispersión. | No se producirá un incremento de temperatura superior a 3° C en la sección fluvial tras la zona de dispersión. |
| Conductividad (µS/cm) | No se producirá incremento significativo respecto al valor del agua de entrada | No se producirá incremento significativo respecto al valor del agua de entrada |
| Sólidos en suspensión (mg/L) | 70 | 35 |
| DBO ₅ (mg/L O ₂) | 35 | 17 |
| DQO (mg/L O ₂) | 75 | 60 |
| Amonio total (mg/L N) | 1 | 0,6 |
| Nitratos (mg/L N) | 35 | 25 |
| Fosfatos (mg/LP-PO ₄) | 1 | 0,5 |
| COS | 16 | 8 |

Queda prohibido el vertido de cualquier sustancia no incluida en la relación anterior por encima de los límites establecidos por la legislación de aguas y el Plan Hidrológico de cuenca (vertido que aun en caso de cumplir dichos límites deberá tener carácter puntual).

En el caso particular de las sustancias incluidas en el Anexo IV (Sustancias Prioritarias y otros contaminantes) y anexo V (Sustancias Preferentes) del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, su vertido queda totalmente prohibido, independientemente de las cantidades o concentraciones (sin incremento respecto de la concentración presente en las aguas de entrada), salvo que figuren específicamente en la tabla de sustancias autorizadas.

Ejemplo Parámetros límite de la Autorización de Vertido del Proyecto de Desnitrificación mediante biorreactores de astillas de madera

RETO TECNOLÓGICO

DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE DESNITRIFICACIÓN DE AGUAS CONTINENTALES VERTIENTES AL MAR MENOR

Resumen requisitos sistema de desnitrificación de las aguas vertientes al Mar Menor:

- ✓ Tratamiento de aguas salobres. conductividad de **7.000-8.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$** .
- ✓ Tratamiento altos caudales de agua. (**> 1 Hm³/año**).
- ✓ Tratamiento de aguas con una alta concentración de nitratos (**> 100 mg/l**)
- ✓ Desnitrificar de manera eficiente. (**> 80 % reducción nitratos**)
- ✓ Proceso sea ambientalmente compatible con el medio, sin malos olores, etc.
- ✓ Efluente del proceso sea compatible con el medio marino. (cumplir normativa vertidos a cauce publico para un medio especialmente sensible).
- ✓ Proceso que permita una explotación económicamente sostenible. (**Coste explotación < 0,30 euros/m³**).
- ✓ Se excluyen tecnologías que aporten al efluente desnitrificado Amonio, Nitritos u otros compuestos nitrogenados.

RETO TECNOLÓGICO

DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE DESNITRIFICACIÓN DE AGUAS CONTINENTALES VERTIENTES AL MAR MENOR

Gracias por su atención

