



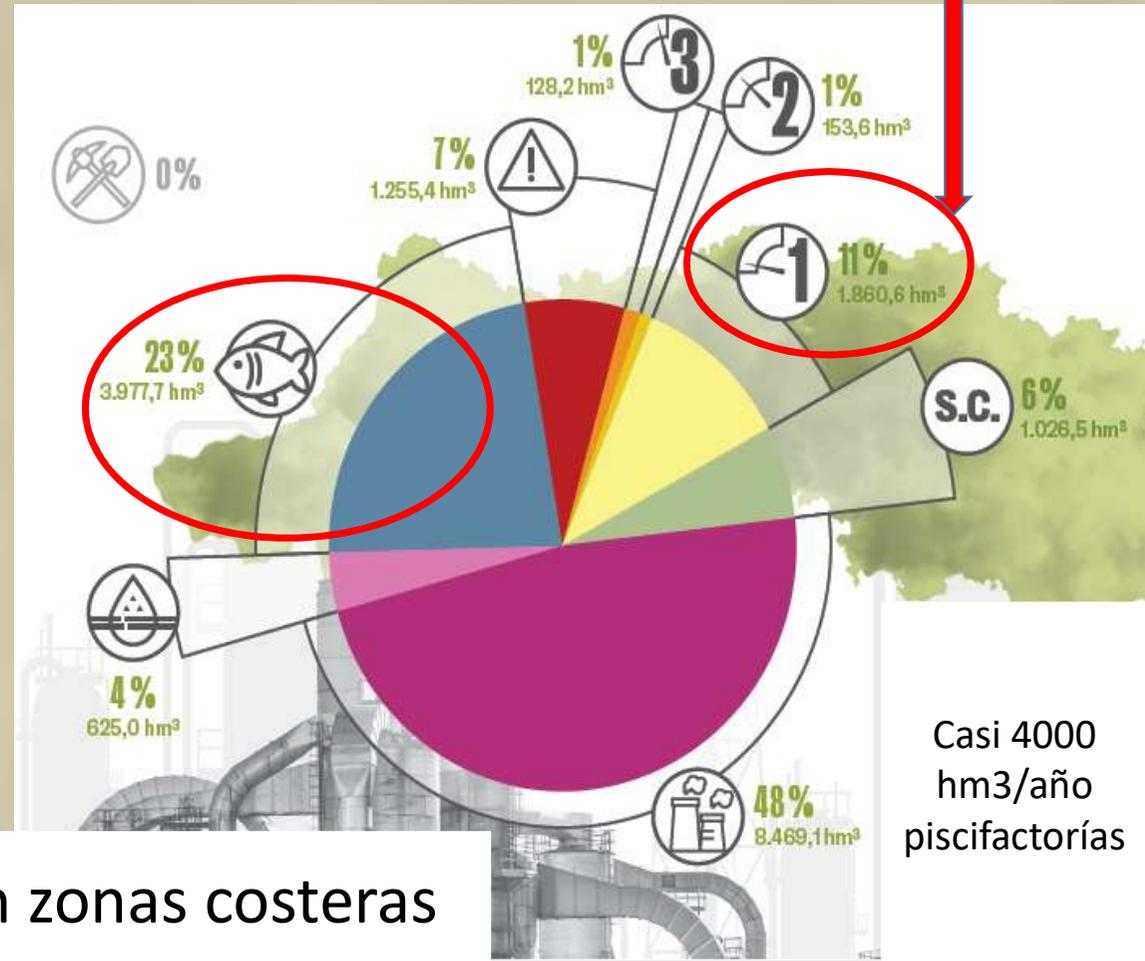
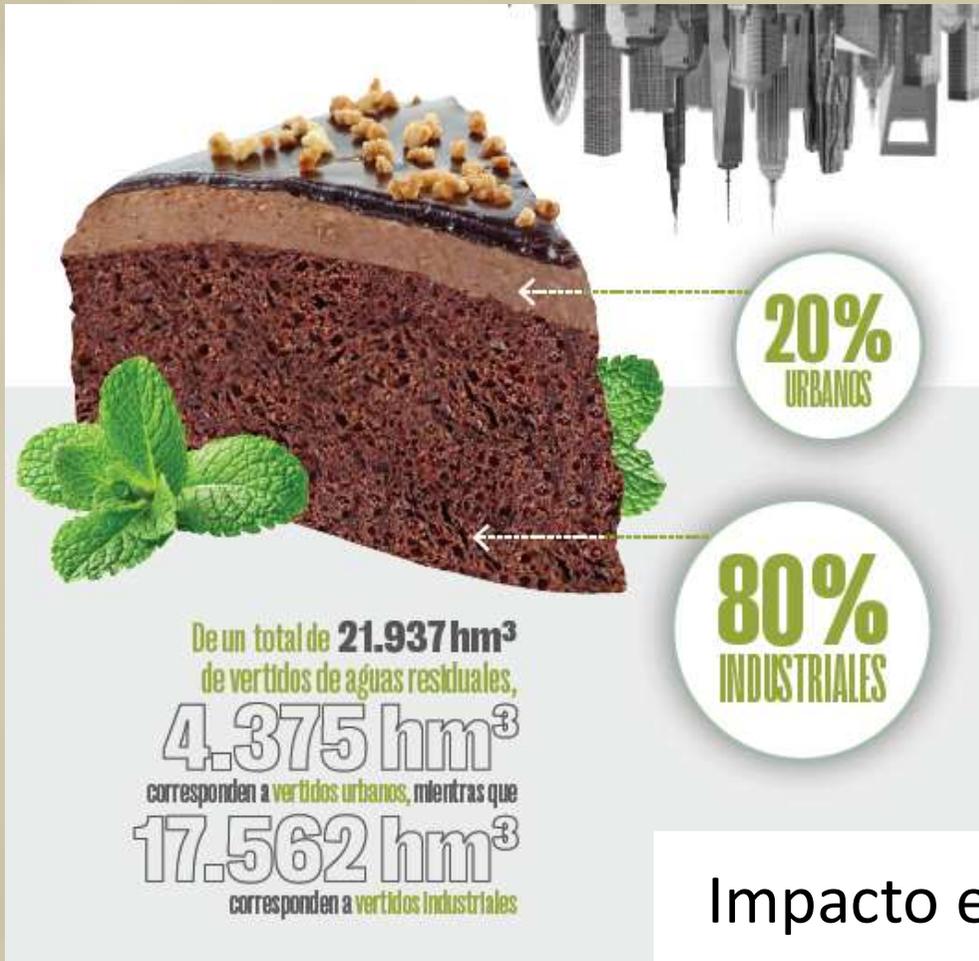
Seminarios GBS Industriales: Problemática de la depuración biológica en la industria del pescado

16/11/2023. Eva Rodríguez GBS; UTE FACSA SANDO



Censo nacional de vertidos 2022
 Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico

actividades de servicios, energía y agua, metalurgia, **alimentación, conservera**, confección, madera, manufacturas diversas, gestión de residuos, agricultura, caza y **pesca**.



Impacto en zonas costeras

VOLÚMENES DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ACUOSOS EN LA INDUSTRIA DE PROCESADO DEL PESCADO

Guía de Producción Limpia en el sector de transformación de la pesca. AZTI-Tecnalia, 2014

Los impactos varían según el tipo de operación, los productos que se producen, grado de reutilización y recuperación de recursos.

Puntos de generación de residuos líquidos:

- Descamado
- Lavado y limpieza del material (Eviscerado, fileteado, ahumado,...)
- Refrigeración
- Cocinado y procesado para generación de envasado, conservas, harinas

Subproductos:

- gelatinas
- Suplementos alimenticios
- Tratamientos cosméticos
- Aditivos
- Harinas
- Aceites
- Reutilización energética - cogeneración



Consumo de agua

Procesos principales

Descongelación
Lavado de pescado
Descabezado, eviscerado, pelado
Corte, fileteado
Acondicionamiento
Cocción
Salazón
Pelado de anchoa
Esterilización

Procesos auxiliares

Limpieza suelos e instalaciones
Limpieza de equipos
Sistemas enfriamiento, generación vapor
Sanitarios, vestuarios
Rechazos potabilización
Fugas y derrames

Consecuencias:

Agua con sólidos, materia orgánica, aceites y grasas, nitrógeno, fósforo, sales y detergentes

Generación de aguas residuales

=

Consumos

+

- Restos de pescado, sangre, grasa, espinas, pieles, fluidos de las vísceras, tejido muscular y membranosos, escamas....
- Agentes de liza (Detergentes y otros químicos)

- Evaporaciones
- Filtraciones al suelo
- Agua utilizada en el producto (concentrados)

Tratamientos preliminares:

- Desbaste
- Tamizado
- Coagulación-floculación
- Flotación
- Desarenados (mariscos)

Santiaguin-Padilla *et al.*, (2022). Aguas residuales de la industria pesquera: Retos y oportunidades en la recuperación de proteínas y péptidos con alto valor biológico y funcional- Una revisión. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 25: 1-16, 2022.

CONSERVERAS

| | |
|--|----------------|
| pH | 6 - 8 |
| Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | 3.000 - 6.000 |
| Sólidos suspensión (mg/l) | 1.000 - 5.000 |
| DQO (mg O_2/l) | 5.000 - 20.000 |
| DBO ₅ (mg O_2/l) | 2.500 - 10.000 |
| Aceites y grasas (mg/l) | 1.000 - 3.000 |

SALAZONES

| | |
|--|-----------------|
| pH | 4 - 8 |
| Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | 10.000 - 30.000 |
| Sólidos suspensión (mg/l) | 1.500 - 3.500 |
| DQO (mg O_2/l) | 4.000 - 6.000 |
| DBO ₅ (mg O_2/l) | 2.000 - 3.000 |
| Aceites y grasas (mg/l) | 500 - 1000 |

Demanda Química y Biológica del Oxígeno (DQO, DBO) en función del contenido de la materia orgánica en los efluentes del procesamiento de las especies pesqueras

| Fuentes | Contaminantes | DQO | DBO | Referencias |
|--|---|------------------------------------|------------------------------------|---|
| Jugo de la cocción del camarón | Materia orgánica 1 g/L | 1.14 g/L | - | (Bourseau <i>et al.</i> , 2014) |
| Aguas residuales de la industria del pescado enlatado | Proteína 0.70–0.84 g/L | 2.90–4 (g/L) | 1.10–1.30 (g/L) | (Castro <i>et al.</i> , 2020; García-Sandá, Prieto & Lema 2004) |
| AC de la industria reductora de la sardina | Proteína 5.8% | 131.2 (g/ O_2 /L) | 48.5 (g/ O_2 /L) | (García-Sifuentes, Aguilar, Gisela & Ruiz, 2011) |
| Efluente de hervido del procesamiento industrial de la sepia (<i>Illex argentinus</i>) | 3.45 (g/L) | 3.22 (g/ O_2 /L) | | (Amado <i>et al.</i> , 2013) |
| Aguas residuales de la cocción del camarón (<i>Penaeus vannamei</i>) | Proteína soluble 3.09 ± 0.16 (g/L) | 0.767 (g/ O_2 /L) | - | (Amado <i>et al.</i> , 2016) |
| Efluente del procesamiento de la sardina (<i>Sardinella sp.</i>) | Nitrógeno Kjeldahl total 0.13 (g/L) Sólidos totales 2.27 (g/L) | 6-15.76 (g/L) | 2.12 (g/L) | (Ramírez-Duarte, Jin, Kurobe & Teh, 2016) |
| Salmueras del marinado del arenque (<i>Clupea harengus</i>) | Total de sólidos suspendidos 16 (g/L) | 124 (g/L) | 23 (g/L) | (Gringer <i>et al.</i> , 2014) |
| Efluentes de la industria procesadora de atún en conserva | Total de sólidos suspendidos 5 (g/L) | 2.56 (g/L) | 2.29 (g/L) | (Leal <i>et al.</i> , 2015) |
| AC de la sardina crinuda (<i>Sardinops sagax</i>) y de la sardina Monterrey (<i>Opisthonema libertate</i>) | Sólidos totales 11.2 ± 0.05 g/L Proteína 5.2 ± 0.34 g/L | 0.09 ± 0.004 (mg/ O_2 /L) | 0.04 ± 0.0031 (g/ O_2 /L) | (Valdez-Hurtado, Goycolea-Valencia & Márquez-Ríos, 2018) |

| Parámetros | Fuentes principales |
|-------------------------------|---|
| Materia orgánica (DQO y DBO5) | Sangre, agua de cocción, vísceras, aguas de lavado |
| Sólidos en suspensión | Vísceras, espinas, restos de pescado |
| Aceites y grasas | Aguas de cocción, lavado de piezas |
| Fosfatos y nitrógeno | Vísceras, sangre, productos detergentes y desinfectantes |
| Detergentes y desinfectantes | productos detergentes y desinfectantes de la limpieza y desinfección de equipos e instalaciones |
| Sal | Salazón y posterior lavado y pelado |

PARÁMETROS CONTAMINANTES

- DQO Y DBO
- SS
- Aceites y grasas
- Nitrógeno (Procedente de sangre y vísceras)
 - * Proteínas
- Micronutrientes
- pH
- Conductividad según el procesado

¿DE QUE DEPENDERÁ LA EFICACIA ?

- Tipo instalación y tamaño de la misma
- Variabilidad diaria y estacional de los volúmenes tratados
- Tipo de fabricación continua o discontinua

Un elevado porcentaje de depuradoras industriales presentan problemas en los procesos de depuración

Estudio 2007:

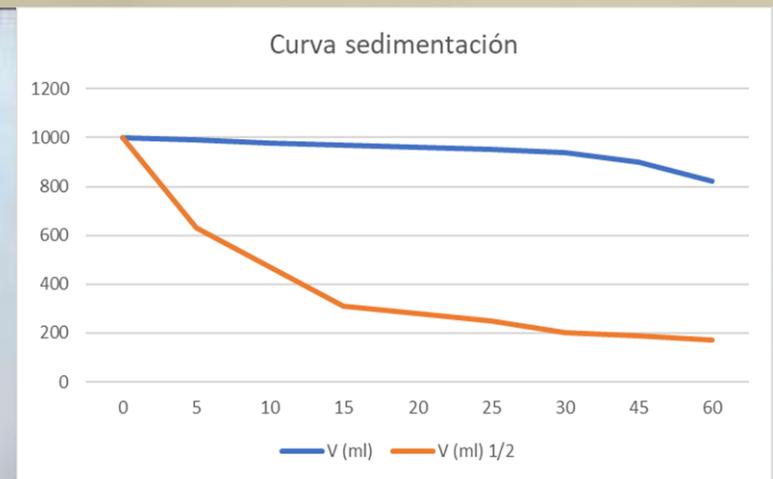
27 EDARI analizadas

- 63 % bulking filamentoso
- 4 % bulking viscoso
- 27 % punta de alfiler

Estudio 2023

De 14 EDARI solo el 15 % presentan situaciones anómalas

- Estacionalidad y variabilidad por producción
 - * Variabilidad caudales y cargas orgánicas
- Alta biodegradabilidad
- Desequilibrios nutricionales
- Reactivos usados
- Procesos con alta temperatura...
- Tendencia natural a la acidificación
- rápida fermentación



14 MUESTRAS ANALIZADAS



Conservas

- 5 muestras
- Tipo procesos: SBR, biofiltros y no definidos

7 SBR



Harinas

- 8 muestras
- Tipo procesos: SBR y no definidos

1 biofiltro



Cocedero de mariscos

- 1 muestra
- Tipo de Proceso: No definido

6 no
especificado

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS

| TIPO PROCESO | VALOR MACROSCÓPICO | % VALOR MÁXIMO |
|----------------------|--------------------|----------------|
| CONSERVAS SBR1 | 0 | 0 |
| CONSERVAS | 21 | 70 |
| CONSERVAS SBR2 | 25,5 | 85 |
| CONSERVAS SBR3 | 25,5 | 85 |
| CONSERVAS BIOFILTROS | NO PROCEDE | - |
| HARINAS 1 | 21 | 70 |
| HARINAS SBR 2 | 25,5 | 85 |
| HARINAS SBR 3 | 13,5 | 45 |
| HARINAS SBR 4 | 4,5 | 15 |
| HARINAS 5 | 16,5 | 55 |
| HARINAS 6 | 21 | 70 |
| HARINAS SBR 7 | 21 | 70 |
| HARINAS 8 | 3 | 10 |
| COCEDERO MARISCOS | 25,5 | 85 |

| | | |
|--------------------|---|-----|
| TURBIDEZ | ALTA: Visibilidad muy baja a traves de la probeta | 0 |
| | MEDIA | 4,5 |
| | BAJA: Visibilidad alta a traves de la probeta | 9 |
| FLOC EN SUSPENSIÓN | ALTA | 0 |
| | MEDIA | 4,5 |
| | BAJA | 9 |
| SEDIMENTABILIDAD | BAJA: V30 >500 mL | 0 |
| | MEDIA : V30 entre 301-499 mL | 4,5 |
| | ALTA: V30 <300 mL | 9 |
| OLOR | CORRECTO | 3 |
| | INCORRECTO | 0 |

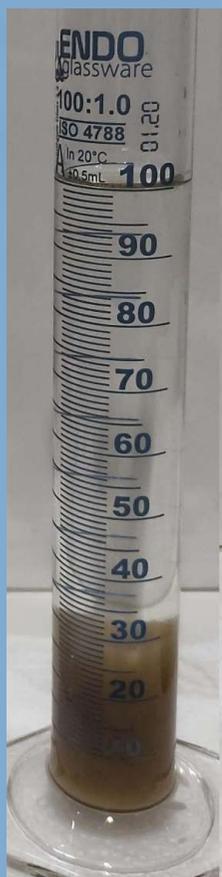
Conserveras: El 75 % valores macroscópicos de calidad y un 25 % de muy mala calidad

Harinas: El 50 % valores de calidad. Un 25 % valores mediocres y otro 25% valores de mala calidad

Cocedero: Buena calidad

El **62 %** de las muestras analizadas muestran valores macroscópicos de **calidad**, frente a un 15 % de valores mediocres y un 23 % de muestras con valores macroscópicos muy deficientes

Macroscopía correcta



Mala separación de fases



Agregación deficiente



Flóculo: Unidad funcional que debe tener capacidad de agregación y separación de fases.

| TIPO PROCESO | VALOR MICROSCÓPICO | % VALOR MÁXIMO |
|----------------------|--------------------|----------------|
| CONSERVAS SBR1 | 25 | 36 |
| CONSERVAS | 44 | 63 |
| CONSERVAS SBR2 | 48 | 69 |
| CONSERVAS SBR3 | 41 | 59 |
| CONSERVAS BIOFILTROS | No procede | - |
| HARINAS 1 | 27 | 39 |
| HARINAS SBR 2 | 25 | 36 |
| HARINAS SBR 3 | 46 | 66 |
| HARINAS SBR 4 | 42 | 60 |
| HARINAS 5 | 53 | 76 |
| HARINAS 6 | 57 | 81 |
| HARINAS SBR 7 | 34 | 49 |
| HARINAS 8 | 20,5 | 29 |
| COCEDERO MARISCOS | 37 | 53 |

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

| | | |
|-----------------------|------------------------------|-----|
| FORMA | REGULAR | 4 |
| | IRREGULAR | 0 |
| TAMAÑO | GRANDE: > 500 micras | 4 |
| | MEDIO: 150-500 micras (**) | 7 |
| | PEQUEÑO: < 150 micras | 0 |
| ESTRUCTURA | COMPACTA | 18 |
| | MEDIA | 9 |
| | ABIERTA | 0 |
| TEXTURA (por punción) | FUERTE | 4 |
| | DÉBIL | 0 |
| COBERTURA | <10 % | 0 |
| | 10-50 % (**) | 7 |
| | >50 % | 3,5 |
| FIL EN FLÓCULO | >20 fil/flóc. | 0 |
| | 5<*<20 fil/flóc. (**) | 7 |
| | <5 fil/flóc. | 14 |
| FIL EN DISOLUCIÓN | ALTA> categoría bacteriana 2 | 0 |
| | BAJA< categoría bacteriana 2 | 3 |
| DIV PROTOZOOS | >7 SP | 13 |
| | 4-7 SP (**) | 7 |
| | <4 SP | 0 |

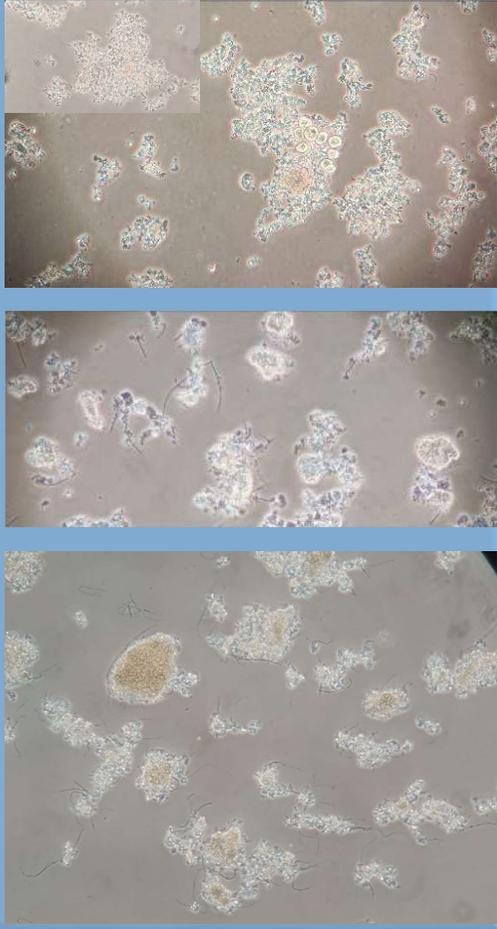
Conserveras: El 75 % valores microscópicos de estructuras floculares con calidad buena y un 25 % de mala calidad

Harinas: El 50 % las muestras presentan buenas estructuras floculares, el 25 % correcta y el 25 % restante de mala calidad

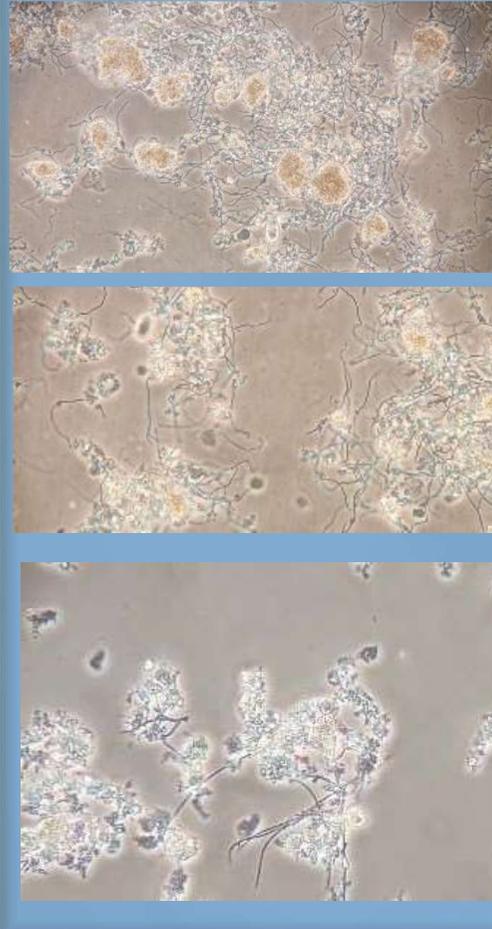
Cocedero: Calidad microscópica correcta

El **54 %** de las muestras analizadas muestran valores microscópicos de **calidad**, frente al 46 % de valores de menos calidad flocular (**23 % de microscopías muy deficientes**)

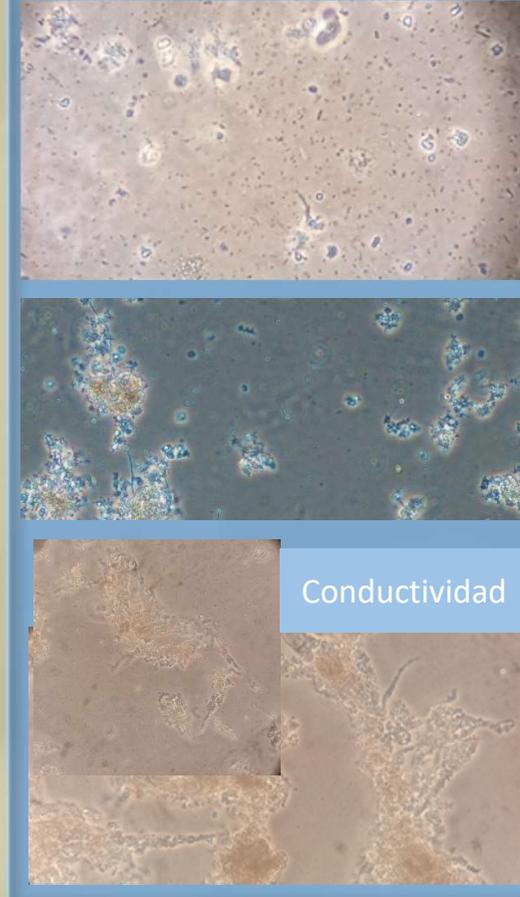
Microscopía correcta



Mala separación de fases



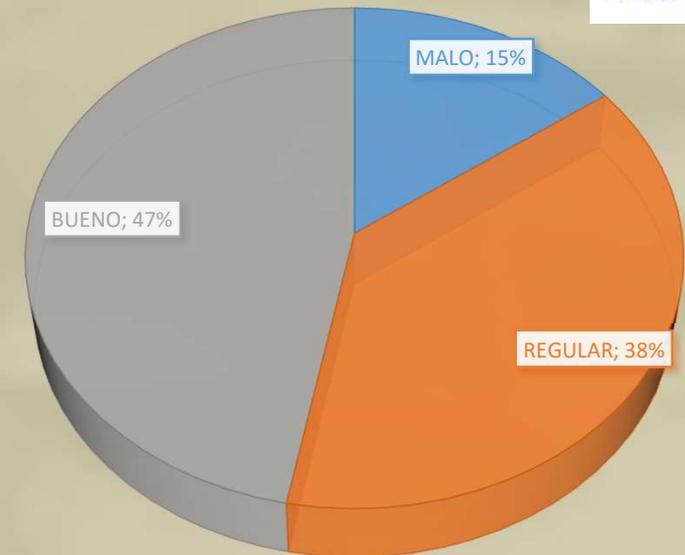
Agregación deficiente



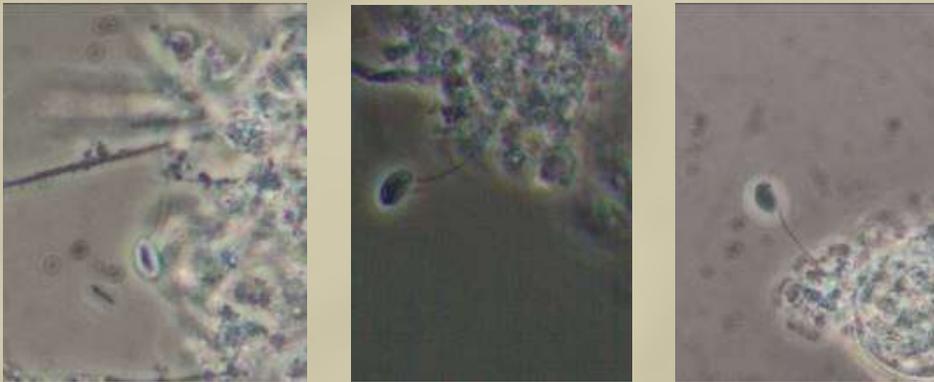
| TIPO PROCESO | VALOR MACROSCÓPICO | VALOR MICROSCÓPICO | IF | CATEGORÍA |
|----------------------|--------------------|--------------------|------------|-----------|
| CONSERVAS SBR1 | 0 | 25 | 25 | MALO |
| CONSERVAS | 21 | 44 | 65 | BUENO |
| CONSERVAS SBR2 | 25,5 | 48 | 73,5 | BUENO |
| CONSERVAS SBR3 | 25,5 | 41 | 66,5 | BUENO |
| CONSERVAS BIOFILTROS | No procede | No procede | No procede | - |
| HARINAS 1 | 21 | 27 | 48 | REGULAR |
| HARINAS SBR 2 | 25,5 | 25 | 50,5 | REGULAR |
| HARINAS SBR 3 | 13,5 | 46 | 59,5 | REGULAR |
| HARINAS SBR 4 | 4,5 | 42 | 46,5 | REGULAR |
| HARINAS 5 | 16,5 | 53 | 69,5 | BUENO |
| HARINAS 6 | 21 | 57 | 78 | BUENO |
| HARINAS SBR 7 | 21 | 34 | 55 | REGULAR |
| HARINAS 8 | 3 | 20,5 | 23,5 | MALO |
| COCEDERO MARISCOS | 25,5 | 37 | 62,5 | BUENO |

ÍNDICE DE FANGO

PÉSIMO 0-19
 MALO 20-39
 REGULAR 40-59
 BUENO 60-79
 ÓPTIMO: 80-100



| TIPO PROCESO | DENSIDAD (10 ⁶ ind/L) | GRUPO DOMINANTE | SBI | | H (bit) |
|----------------------|-------------------------------------|--|-----------------|--|---------|
| CONSERVAS SBR1 | 0,86 | Sésil | Clase IV | Depuración biológica escasa en la balsa de aireación; bajo rendimiento | - |
| CONSERVAS | 20,54 | Amebas testáceas | Clase II | Fangos estable y bien colonizado, actividad biológica en descenso; buen funcionamiento | 2 |
| CONSERVAS SBR2 | 4,74 | Rotíferos | Clase I | Fango estable y muy bien colonizado, excelente actividad biológica y muy buen funcionamiento | 2,17 |
| CONSERVAS SBR3 | 3,46 | Micrometazoos | Clase I | Fango estable y muy bien colonizado, excelente actividad biológica y muy buen funcionamiento | 1,96 |
| CONSERVAS BIOFILTROS | 4,9 | Micrometazoos | - | - | 2,9 |
| HARINAS 1 | - | - | - | - | - |
| HARINAS SBR 2 | 1,55 | Ciliados nadadores | Clase III | Depuración biológica insuficiente en la balsa de aireación; funcionamiento medio | 0,88 |
| HARINAS SBR 3 | 3,08 | Ciliados nadadores y pequeños flagelados | Clase IV | Depuración biológica escasa en la balsa de aireación; bajo rendimiento | - |
| HARINAS SBR 4 | 0,78 | Amebas desnudas | - | - | - |
| HARINAS 5 | 1,85 | Sésil | Clase I | Fango estable y muy bien colonizado, excelente actividad biológica y muy buen funcionamiento | 1,65 |
| HARINAS 6 | 1,69 | Sésil | Clase I | Fango estable y muy bien colonizado, excelente actividad biológica y muy buen funcionamiento | 2,32 |
| HARINAS SBR 7 | 0,75 | Pequeños flagelados | Clase IV | Depuración biológica escasa en la balsa de aireación; bajo rendimiento | - |
| HARINAS 8 | 0,48 | Micrometazoos | Clase II | Fangos estable y bien colonizado, actividad biológica en descenso; buen funcionamiento | 0,75 |
| COCEDERO MARISCOS | - | Micrometazoos | - | - | - |



Bodo saltans.

(pequeños flagelados)

Células pequeñas, ovoides o arriñonadas con dos flagelos de distinta longitud.

Tamaño: 5-10 μm .

Indicadores de deficiencias de oxígeno, sobrecargas, cambios bruscos en las condiciones físico-químicas del agua residual y tóxicos.

Procesos N/DN

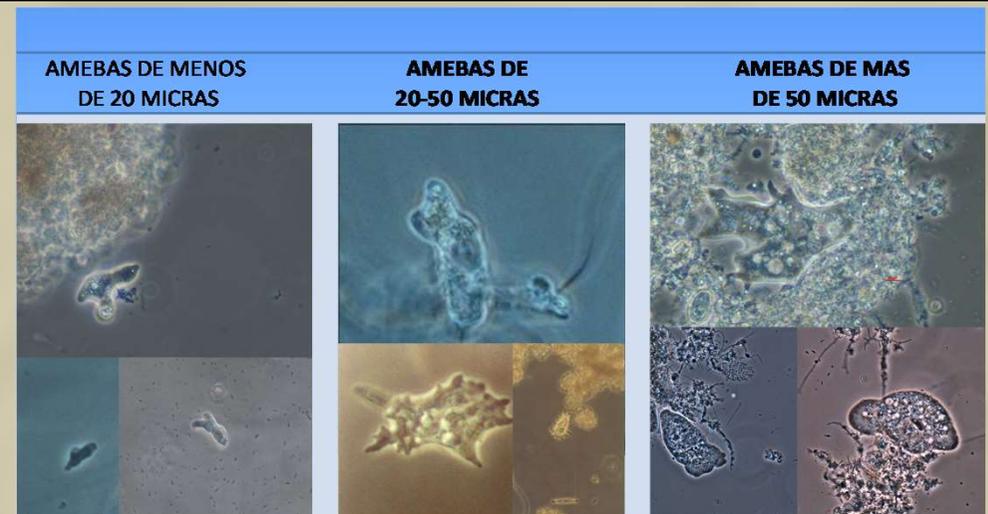


Amebas desnudas de pequeño tamaño.

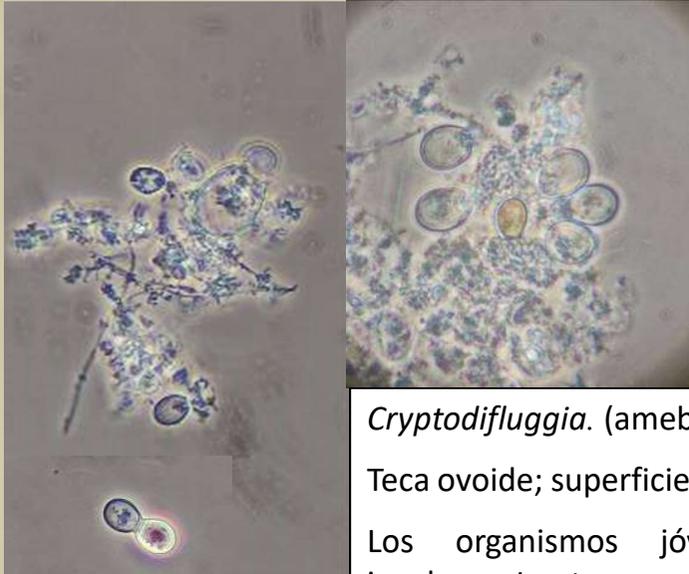
Son células desnudas que cambian continuamente de forma. La morfología de los pseudópodos y el tipo de desplazamiento son específicos de la especie. En la célula se distingue una capa exterior delgada y translúcida llamada *ectoplasma* y otra más gruesa, con gránulos y menos translúcida llamada *endoplasma*.

Pueden aparecer abundantemente en estadios de **colonización del reactor** y en situaciones de **sobrecarga orgánica**. En general, asociados a **bajos rendimientos depuradores**. A elevadas densidades pueden implicar la **entrada a planta de vertidos difícilmente degradables**.

AMEBAS DESNUDAS Y PEQUEÑOS FLAGELADOS



AMEBAS TESTACEAS



Cryptodifflugia. (ameba testácea)

Teca ovoide; superficie lisa.

Los organismos jóvenes son incoloros. Las tecas envejecidas se tiñen de color amarillo/amarronado.

Abertura apical con collar grueso

Dimensiones: 8-20 μm .

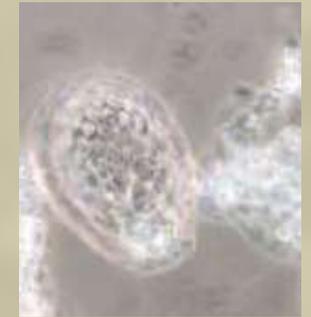
Posibles problemas de sobrecarga.

Centropyxis sp. (ameba testácea)

Organismos con testa aglutinada circular, ovoide o discoide, más ancha posterior que anteriormente; con opérculo excéntrico ventral, que suele presentar prolongaciones a modo de espinas (aunque no en todas las especies).

Su identificación a nivel de especie se realiza en función del número de espinas, de la localización de éstas, del tamaño y de la forma corporal.

Indicadores de buena calidad de depuración. Baja CM, baja edad. Nitrificación. Entrada pluviales



Euglypha sp. (amebas testáceas)

Presentan testa alargada, ovoide o piriforme, dotada de pequeñas escamas ovoides organizadas en filas. Si presentan espinas, éstas son pequeñas y dispersas por la superficie. Pseudópodos tipo filópodo.

Tamaño: 45-100 μm de largo.

Asociados a bajas concentraciones de sólidos en el reactor y a buenas calidades del efluente.

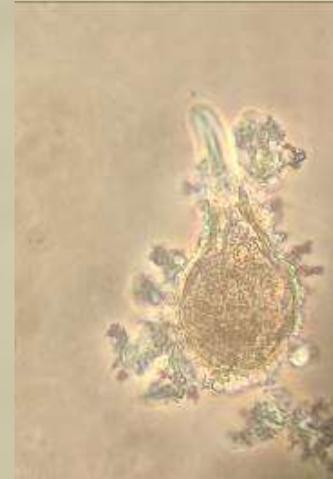
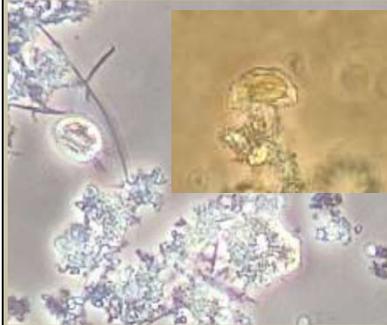


Aspidisca cicada (sinónimo de *Aspidisca costata*).
(reptante)

Cuerpo redondeado con costillas en el lado dorsal y cirros en el lado ventral. Son característicos los cirros transversos que emplea para desplazarse como si fueran "patas".

Tamaño: 25-40 μm

En general característico de **condiciones aceptables del estabilidad en el sistema y por tanto de condiciones mediocres de la depuración.**



Chaetospira sp. (reptante)

Organismo lorigado en forma de matraz. Pprobóscide extensible, contráctil y con

Tamaño: 60-250 μm .

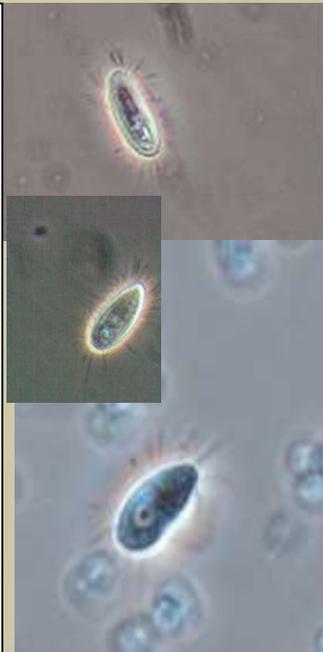
Asociado a **estabilidad ecológica si aparece a bajas densidades.** A elevadas densidades poblacionales indica deterioro del sistema. **Típico de edades de fango elevadas y bajas cargas, así como fangos de pobre sedimentabilidad.**

Cyclidium sp. (nadador)

Cuerpo ovoide con extremo anterior truncado y sin ciliación en dicha zona anterior. Membrana paroral muy desarrollada en la zona derecha (resaltada en la foto). Cilio caudal bastante sobresaliente.

Tamaño: 15-40 μm .

Primeras fases de colonización, en periodos de carga fuerte o en sistemas con tiempos de residencia de fango cortos. Elevado material soluble



CILIADOS NADADORES Y REPTANTES

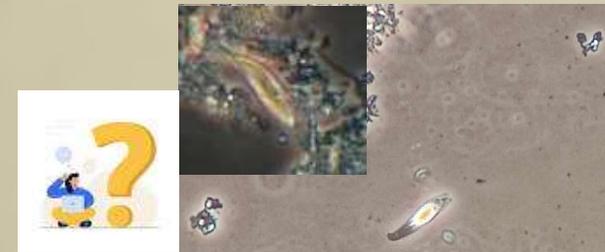
CARNÍVOROS Y BACTERÍVOROS

Litonotus sp. (carnívoro)

Cuerpo fusiforme, aplanado lateralmente. Citostoma ventral alargado. Ciliación somática diferente a ambos lados del cuerpo; 2 macronúcleos y un micronúcleo.

Tamaño: 80-100 μm .

Asociado a **estabilidad ecológica si aparece a bajas densidades Buenos niveles de oxigenación.**



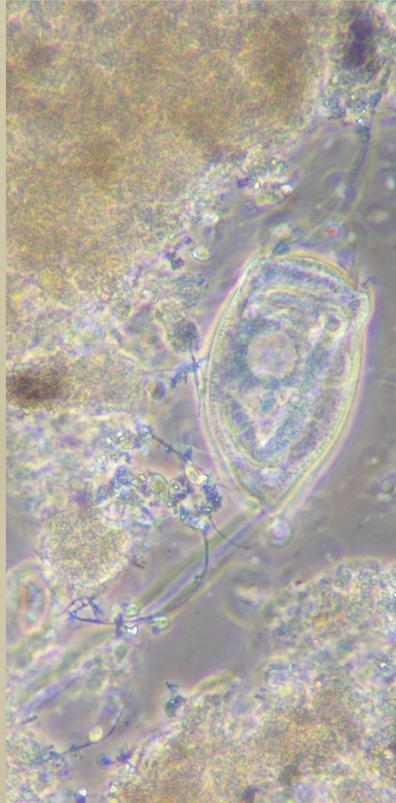
Complejo *Vorticella convallaria*. (sésil)

Forma acampanada y labio peristomial de anchura igual o superior a la del zooide.

Pedúnculo fino y alargado (100-500 μm).
Macronúcleo en "J" y vacuola contráctil en el tercio anterior de la célula.

Tamaño: 30-120 μm .

Se presenta como organismo dominante en **reactores biológicos que funcionan de forma estable.**

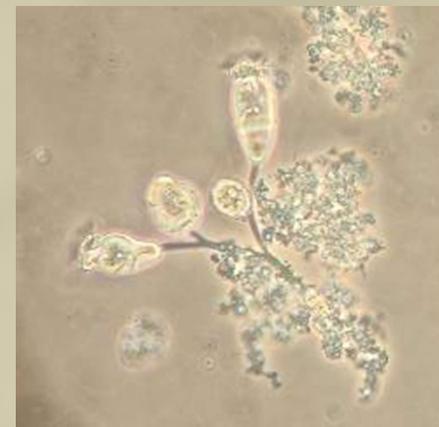


Epistylis sp. (colonial sésil)

Ciliado colonial de pedúnculo ramificado sin capacidad contráctil (sin mionema). Los zooides presentan labio peristomial.

Tamaño: 70-90 μm (zooide); colonias hasta 2-3 mm.

Presentes frecuentemente en sistema de **fangos activos que trabajan a medias cargas.**



CILIADOS SÉSILES

MICROMETAZOOS

Gastrotrico. (metazoo)

Cuerpo cubierto por pelos. Dos prolongaciones muy características en la zona caudal con forma de dedos o espinas.

Tamaño: 70-500 μm .

Edades avanzadas de fango.



Cephalodella sp. (metazoo)

Hendiduras longitudinales que separan las placas del caparazón. Órgano natatorio en posición oblicua. Alrededor de la boca presenta un penacho de cilios rígidos.

Tamaño: 150-300 μm .

Estados de **edad de fangos avanzados.**

Rotaria sp. (metazoo)

Pie con 5-6 elementos y 3 dedos. Estructura bucal en forma alargada; dos manchas oculares en zona dorsal.

Tamaño: 250-1.000 μm .

Elevadas edades de fango, buena calidad del agua tratada.



Gimnamebas < 20 µm

Gimnamebas entre 20 y 50 µm

Gimnamebas > 50 µm

Acinertia uncinata

Acineta tuberosa

Dexiotricha granulosa

Epicarchesium sp.

Epistylis balatonica

Litonotus crystallinus

Litonotus cygnus

Litonotus lamella

Opercularia articulata

Opercularia minima

Paramecium aurelia

Paramecium putrinum

Pseudochilodonopsis fluviatilis

Spirostomum teres

Stentor sp.

Vorticella aquadulcis

Rotíferos (Philodinidae)

Nematodos

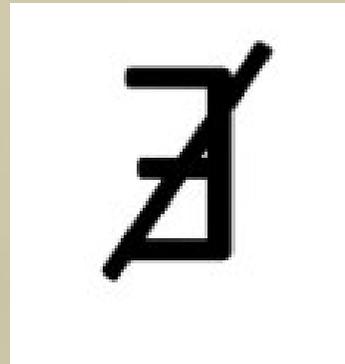
Oligoquetos (*Aelophorus* sp.)



• *Spirostomun*: bajos niveles ox

DIVERSIDAD EN
BIOFILTROS





- **Diversidad baja o media salvo en biofiltros**
- **46 % de las muestras con densidades por debajo de un millón de individuos**
- **31 % de las muestras relacionados con bajo rendimiento depurativo**
- **Indicadores procesos N/DN y oxígeno si/no limitante**

| TIPO PROCESO | FILAMENTOS IDENTIFICADOS | CATEGORÍA NUMÉRICA |
|----------------------|--|--------------------|
| CONSERVAS SBR1 | <i>IF53,HH, Nocardioformes</i> | 4 |
| CONSERVAS | <i>T0092/Nostocoida limicola,T0041-0675, T1851,Microthrix parvicella</i> | 4 |
| CONSERVAS SBR2 | <i>T0041-0675/ HH</i> | 3 |
| CONSERVAS SBR3 | <i>T0041-0675</i> | 4 |
| CONSERVAS BIOFILTROS | <i>Sphaerotilus, Thiothrix, cadenas bacilares,T0041-0675,T021N</i> | 3 |
| HARINAS 1 | <i>T0041-0675, T1701, HH, Isosphaera</i> | 4 |
| HARINAS SBR 2 | - | 0 |
| HARINAS SBR 3 | <i>T0041-0675</i> | 1 |
| HARINAS SBR 4 | <i>T0041-0675</i> | 1 |
| HARINAS 5 | <i>T0041-0675, Nostocoida limicola</i> | 3 |
| HARINAS 6 | <i>T0041-0675, Nostocoida limicola</i> | 3 |
| HARINAS SBR 7 | <i>Thiothrix, T0041-0675, HH/ T021N</i> | 3 |
| HARINAS 8 | <i>Nostocoida limicola,T0041-0675, Nocardioformes, Beggiatoa</i> | 5 |
| COCEDERO MARISCOS | <i>T0581, Nocardioformes, Thiothrix</i> | 4 |

RECUENTOS DE FILAMENTOS EN FUNCIÓN DE LA ABUNDANCIA RELATIVA (PARA FILAMENTOS ASOCIADOS AL FLÓCULO)

| VALOR NUM | ABUNDANCIA | SIGNIFICADO |
|-----------|-------------|--|
| 0 | NINGUNO | |
| 1 | POCOS | HAY FILAMENTOS PERO SE OBSERVAN SÓLO EN ALGUNOS FLÓCULOS |
| 2 | ALGUNOS | SE VEN FILAMENTOS EN LOS FLÓCULOS PERO NO EN TODOS ELLOS |
| 3 | COMUNES | FILAMENTOS EN TODOS LOS FLÓCULOS, DE 1-5 FIL/FLÓCULO |
| 4 | MUY COMUNES | FILAMENTOS EN TODOS LOS FLÓCULOS, DE 5-20 FIL/FLÓCULO |
| 5 | ABUNDANTES | FILAMENTOS EN TODOS LOS FLÓCULOS A DENSIDAD ALTA |
| 6 | EXCESIVOS | FILAMENTOS EN ENORME CRECIMIENTO |

MORFOTIPOS ENCONTRADOS



Identification and Control of Filamentous Micro-organisms in Industrial Wastewater Treatment Plants. Eikelboom, Dick H. ISBN 13: 9781843390961. 2006

Semejanzas con filamentos de origen urbano:

- ***Type 0041:*** IF-4, IF-5, IF-6, IF-15, IF-23, IF-32, IF-34, IF-51, IF-54, IF-68
- ***Haliscomenobacter hydrossis:*** IF-33, IF-45, IF-46, IF-47
- ***Sphaerotilus natans:*** IF-66
- ***Thiothrix sp:*** Thiothrix 1, Thiothrix 2, Thiothrix 4, Thiothrix 6, Thiothrix 7
- ***Thiothrix-021N:*** IF-17, IF-49
- ***Type 1851:*** IF-26, IF-63
- ***Type 0803:*** IF-42, IF-57, IF-67
- ***Type 1863:*** IF-50
- ***Type 0092:*** IF-53, IF-62, IF-70

GRÁNULOS
N+ (reservas
polifosfatos)

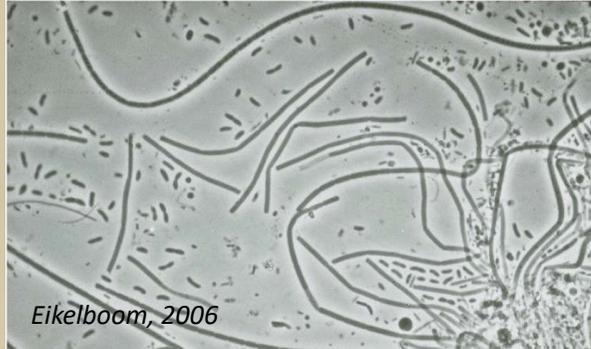


T0041/0675



Disgregación flocular: aguas residuales urbanas) puentes interfloculares: aguas residuales industriales)
Edades de fango altas (10-40 días) con bajas cargas másicas.
En industriales puede favorecer su crecimiento, la deficiencia de nutrientes (N y P)

Type 0411



Eikelboom, 2006

Filamentos curvados
Filamentos libres y alrededor de los flóculos
Células en forma de varillas o barras
Gram negativo
Neisser negativo
Septos visibles
Diámetro 0.5 um
Típico de plantas con eliminación N

Type IF-52



Eikelboom, 2006

Filamento largo y curvado
Filamento libre en el espacio interflocular
Células en forma de varillas o barras
Diámetro 1-1.5 um
Gram negativo
Neisser negativo
Septos diferentes, más gruesos
Pequeños gránulos en el interior celular
Industria alimenticia

Type IF-14



Eikelboom, 2006

Filamentos curvados a lo largo de la longitud
Filamentos libres o extendiéndose desde el flóculo
Células en forma de varillas o barras largas
Septos y constricciones visibles
Diámetro 0.5-1 um
Gram negativo
Neisser negativo
Industrias papeleras

Type IF-56

Filamentos curvados
Filamentos libres
Células en forma de varillas o barras
Septos y constricciones visibles
Diámetro 0.5 um
Ligeramente Gram positivo
Neisser negativo
Plantas mixtas (urbanas +industriales)

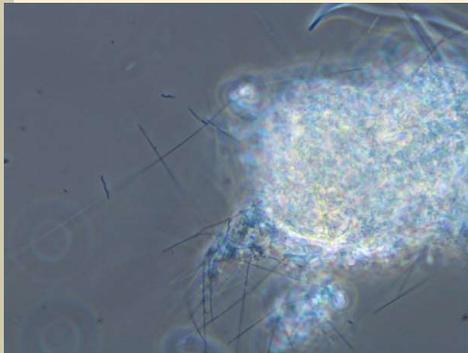


Eikelboom, 2006

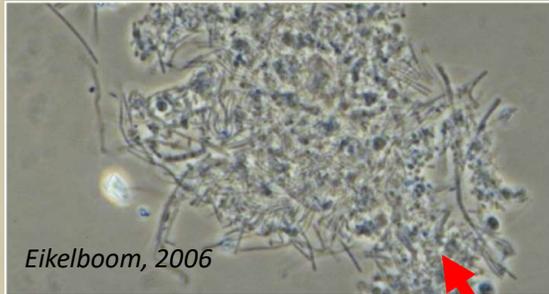
GRÁNULOS
PHA Y N+
Reservas de
carbono y
polifosfatos



Haliscomenobacter hydrossis



Su abundancia se relaciona con bajos niveles de oxígeno disuelto, baja carga másica y deficiencia de nutrientes.



Eikelboom, 2006

Type IF-33

Filamentos muy cortos rectos
Filamentos en el interior
flocular
Diámetro 0.5 um
Gran negativo
Neisser negativo
Industria química



Eikelboom, 2006

Type IF-45

Filamentos rectos o doblados
Filamentos extendiéndose desde el flóculo
Diámetro 0.5 um
Pequeños gránulos en el interior celular
Gram negativo
Neisser positivo (pequeños granulos)
Industria alimenticia

Haliscomenobacter hydrossis

Filamentos cortos rectos o doblados extendiéndose desde los flóculos
Gram negativo
Neisser negativo
Aparecen en insdutrías químicas, alimentacias y agroindustrias.



1500x

Filamentos largos libres en el espacio interfloular
Ligeramente curvados
0.5 um
Gram negativo
Neisser negativo
industria papelera

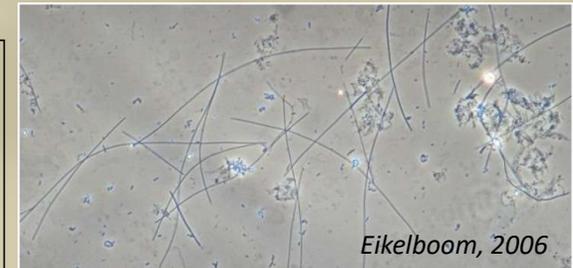


Eikelboom, 2006

Type IF-46

Filamentos cortos y rectos, extendiéndose desde el flóculo
0.5um
Pequeños gránulos en el interior celular
Gram positivo
Neisser positivo
Industria alimenticia

Type IF-47



Eikelboom, 2006

GRÁNULOS
PHA Y N+
Reservas de
carbono y
polifosfatos



Nostocoida limicola

Nostocoida limicola

Filamentos curvos o enrollados. Generalmente vinculados a flóculo, pero en fase expansiva su desarrollo es hacia los espacios interfloculares.

Tamaño celular de 0,8-2 micras

Longitud de: 200-300 micras

Gram variable

Neisser variable

PHB variable

Los morfotipos *Nostocoida limicola* están constituidos por microorganismos filamentosos e individuales de diversa identidad filogenética y variedad fisiológica.

Aparecen en industrias agroalimentarias y plantas con eliminación de N.

Bajos valores de carga másica.

Aumento crto a bajas concentraciones de oxígeno disuelto.

Bajo oxígeno disuelto

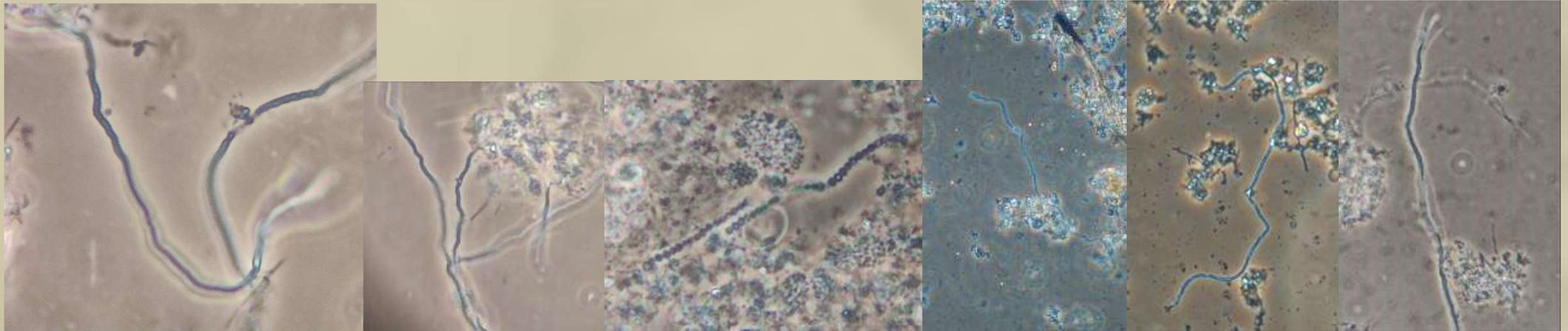
Componente industrial

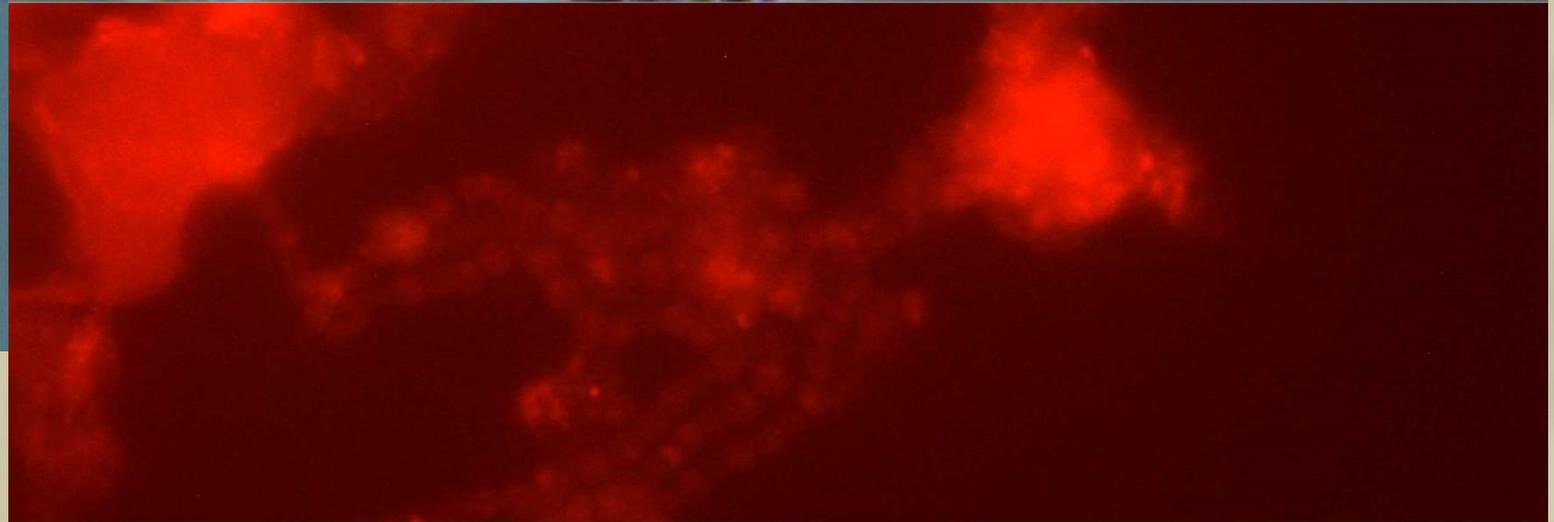
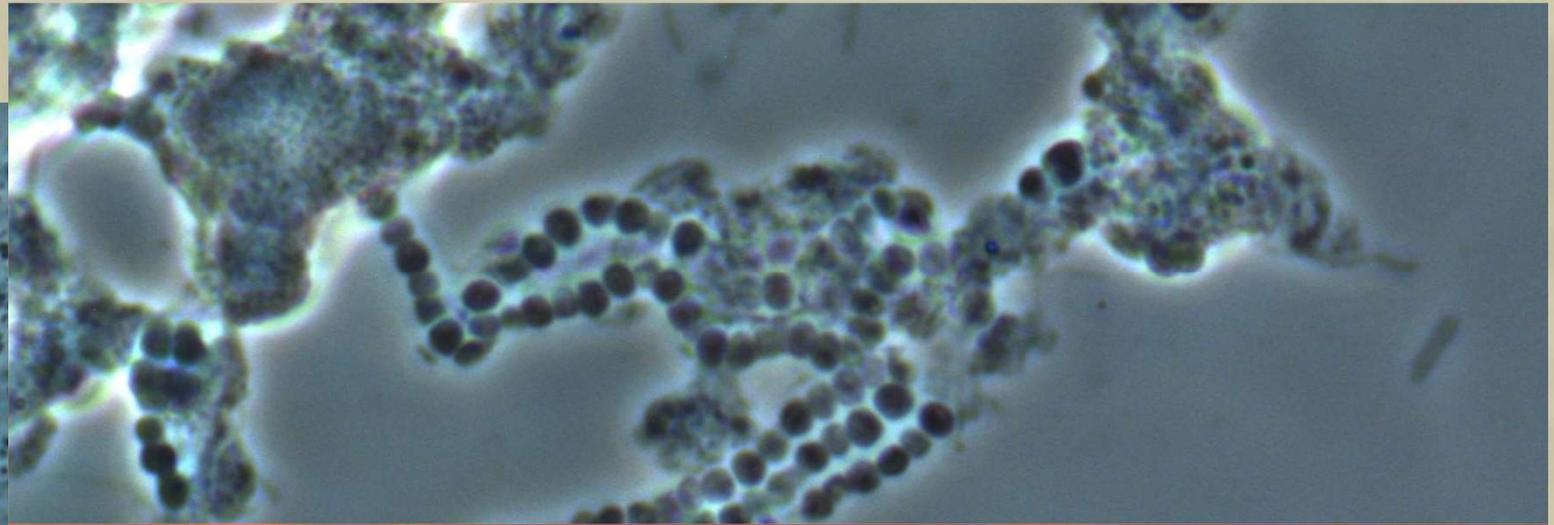
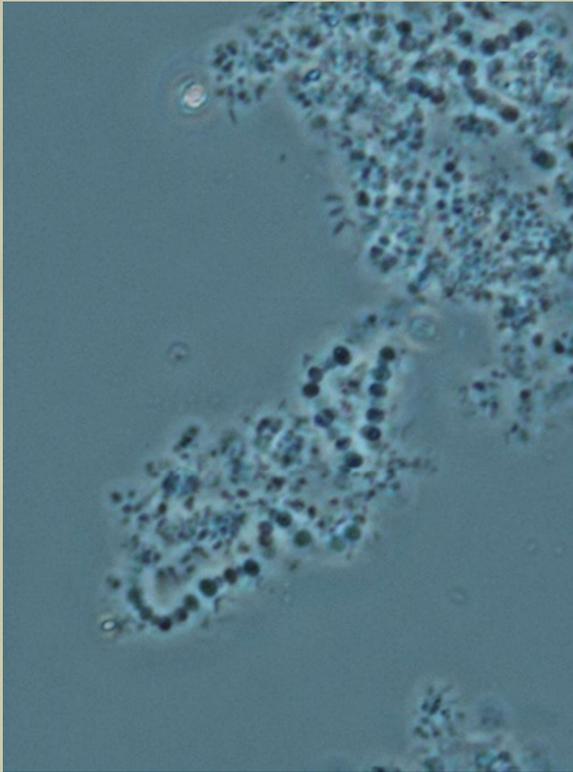
Alta capacidad metabólica

Altos niveles DQOs

capacidad hidrolítica

Procesos fermentativos/redox





*Isosphaera: Sonda NlimIII mix (Isosphaera) marcada con Tamra,
1000 X. JL. Alonso. UPV*

Thiothrix-021N

Filamentos largos, robustos, curvados y ocasionalmente muy enrollados
 Filamentos libres, a veces formado rosetas
 Acumulación de sulfuro
 Células en forma de discos
 Células oscuras en los filamentos (muertas)
 Diámetro 1.5-2 um
 Sin vaina
 Gram negativo
 Neisser negativo
Industrias papeleras, alimenticias y plantas urbanas

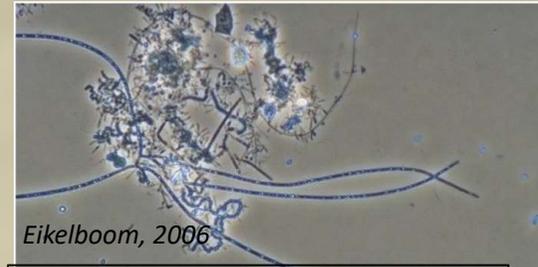


Thiothrix 1

Filamento rectos, curvados o torcidos
 Filamento extendiéndose desde el flóculo
 Acumulación de sulfuro. Células rectangulares
 No está ramificado. Sin vaina
 Gram negativo. Neisser negativo
 Diámetro 1 um
Plantas papeleras, químicas, lácteas y alimenticias



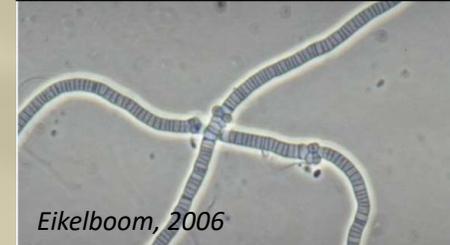
Thiothrix 2



Filamentos rectos/curvados
 Filamentos libres normalmente
 Acumulación de sulfuro. Falsa ramificación. Diámetro 1 um
 Gram negativo. Neisser negativo
Plantas alimentaria

Thiothrix 6

Filamento robusto, largo y curvado
 Libres en el espacio interflocular
 Acumulación de sulfuro
 Gram negativo
 Neisser negativo
 Sin vaina
 Mayor de 2um
 Semajante a thiothrix-021N
Industrias papeleras



Influentes ricos en sulfuros y ácidos orgánicos.
 Deficiencia de nitrógeno.
 Oxidación de compuestos orgánicos reducidos de azufre
 GRÁNULOS PHA Y N+
 Reservas de carbono y polifosfatos



Filamentos cortos, ligeramente curvados
 Células en forma de discos
 Diámetro 1-1.5um
 Gram positivo
 Ligeramente Neisser positivo
Industrias alimentaria

Type IF-49



Type IF-17

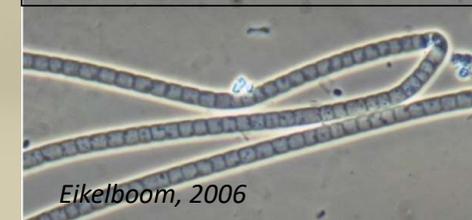
Filamentos largos, curvados extendiéndose desde el flóculo
 Puede formar rosetas, Acumulación de sulfuro
 Celulas rectangulares, Con vaina
 Diámetro 1.5-2 um
 Gram negativo, Neisser negativo
Industrias papeleras y quimicas

Thiothrix 4

Filamento recto o curvado
 Filamento transparente
 Células refringentes
 Células cuadradas
 Diámetro >2 um diámetro
 Gram negativo
 Neisser negativo
Industrias del almidón



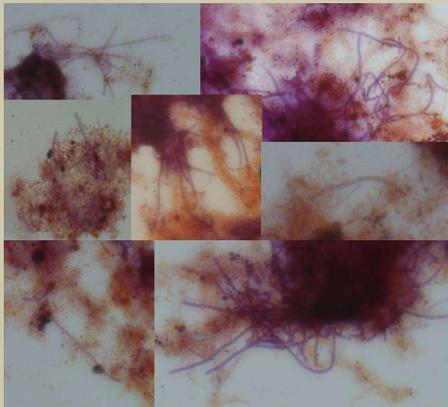
Filamentos largos y curvados
 Libre en el espacio interflocular
 Acumulación de sulfuro
 Gram variable
 Neisser negativo
 Con vaina
 Celulas cuadradas
 Mayor de 2um
Industrias papeleras



Thiothrix 7



T0092



Su abundancia suele provocar disgregación flocular. Se asocia a situaciones de baja carga másica y altas edades de fango.

Type 0092



Eikelboom, 2006

Filamentos rectos o ligeramente curvados
 Filamentos extendiéndose desde el flóculo
 Diámetro 0.5 um
 Gram negativo
 Neisser positivo
 Industrias químicas, azucareras y alimenticias

Type IF-70



Eikelboom, 2006

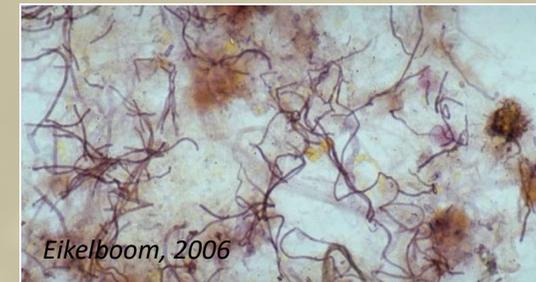
Filamentos cortos rectos o curvados
 Filamentos extendiéndose desde el flóculo
 Diámetro 0.5 um
 Células cuadradas
 Septos claramente visibles
 Gram negativo
 Neisser positivo
 Industrias cerveceras

Type IF-53



Eikelboom, 2006

Filamentos rectos o ligeramente curvados
 Filamentos largos extendiéndose desde el flóculo o libres
 Diámetro 0.5 um
 Células rectangulares
 Pueden presentar pequeños gránulos
 Gram negativo
 Neisser negativo



Eikelboom, 2006

Type IF-62

Filamentos curvados o enredados dentro de los flóculos
 Diámetro 0.5 um
 Gram negativo
 Neisser positivo
 Industrias químicas

GRÁNULOS PHA
Y N+
Reserva carbono
y ortofosfatos



Microthrix parvicella

Puentes interfloculares y causar disgregación flocular.
Decantación lenta con índices volumétricos mayores de 200
Bajas cargas másicas, bajas concentraciones de oxígeno disuelto e incluso bajas temperaturas. Crecen a pH>7, siendo su óptimo a pH 8.
Afluentes ricos en grasas -sustratos hidrofóbicos

Candidatus Microthrix parvicella



Filamentos curvados o enredados y longitud variable
Libre en el espacio interflocular o alrededor de los flóculos
Gram positivo
En ocasiones, pequeños gránulos Neisser positivo
Diámetro celular >0.5um
En plantas urbanas o mixtas
La población es máxima en invierno y mínima en verano. La temperatura óptima de crecimiento es de 22°C

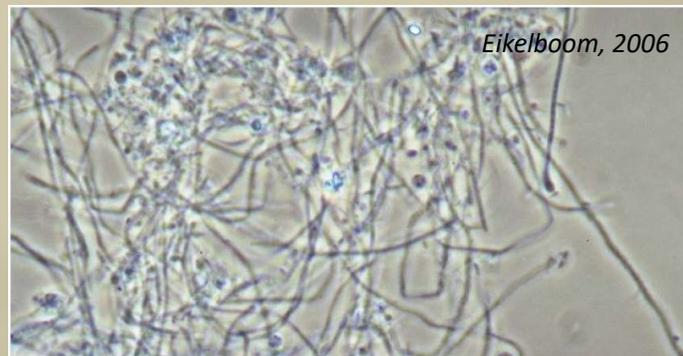
Candidatus Microthrix calida



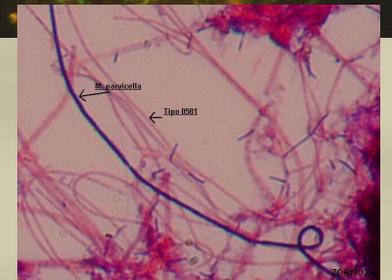
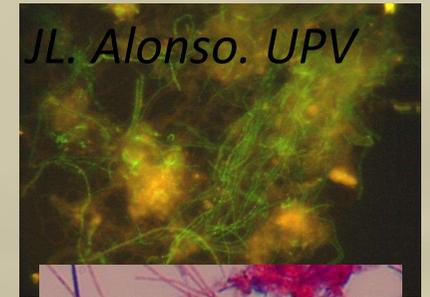
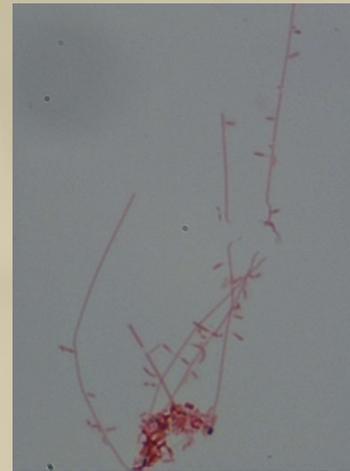
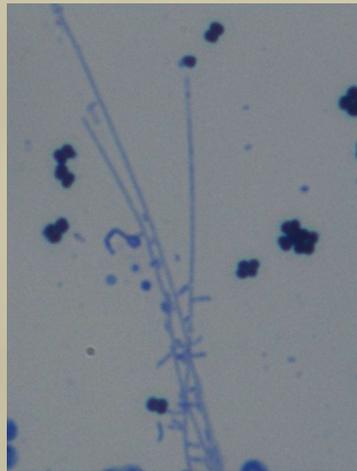
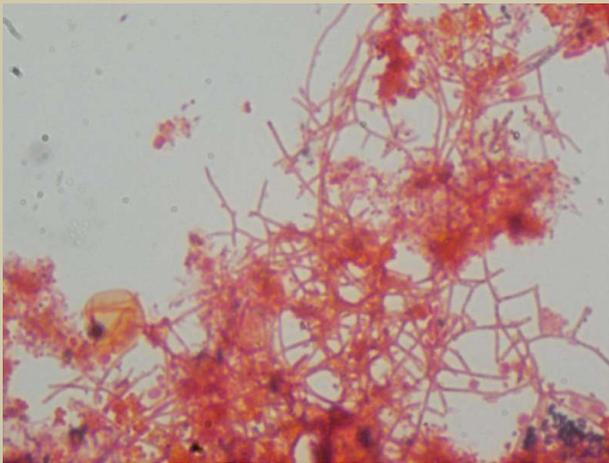
Filamentos curvados o enredados y longitud variable
Libre en el espacio interflocular o alrededor de los flóculos
Gram positivo
Neisser negativo, ocasionalmente positivo
Diámetro celular <0.5um
En industrias químicas y de pescado y con altas temperaturas (30-38°C)

Filamentos curvados o enredados
En el interior flocular
<0.5um
Gram negativo
Neisser negativo
Industrias del almidón

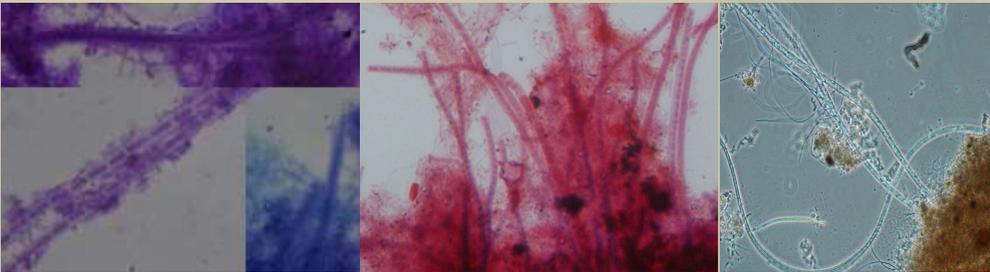
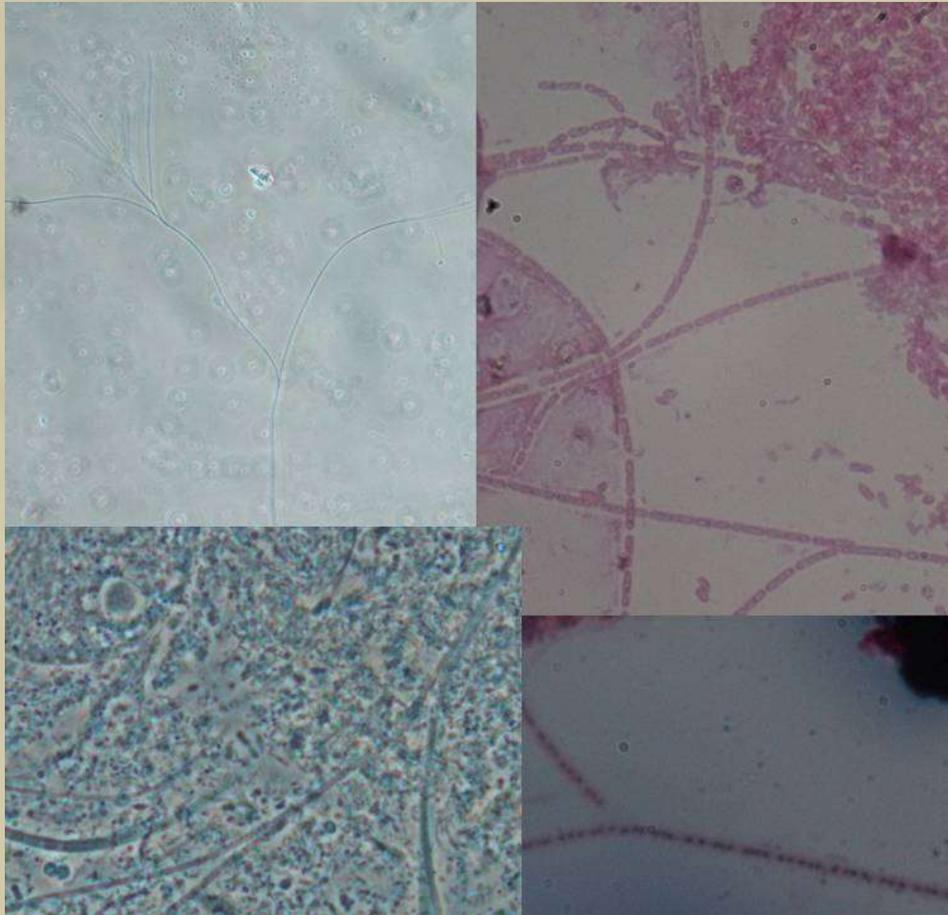
Type IF-59



| Nocardioformes | T1701 | T0581 |
|---|--|--|
| <p><i>Disgregación flocular. cubierta cérea, gruesas capas de espumas grasas de color marrón . Atrapan burbujas de aire.</i></p> <p><i>Bajas cargas másicas, alta edad del fango y altas temperaturas. Aerobios estrictos. Alta temperatura. Entrada grasas y aceites</i></p> | <p><i>Pueden formar enlaces o puentes interfloculares que provocan la disgregación flocular, originando una estructura abierta o difusa en el flóculo, como consecuencia de que las bacterias formadoras de flóculos se adhieren al filamento y crecen alrededor de ellos.</i></p> <p><i>En general, su proliferación se asocia con bajos niveles de oxígeno disuelto.</i></p> | <p>Ecología no descrita. Similar a <i>Microthrix</i> pero Gram negativo, Bajas cargas másicas y a alternancia de oxígeno</p> |



EDAR CONSERVERA: ALTA DQO, GRASAS Y SALINIDAD- **FOAMING** (*Microthrix/Nocardioformes*),



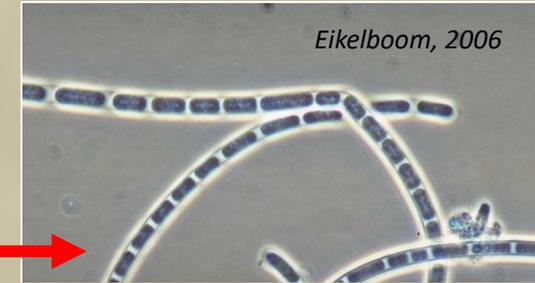
Sphaerotilus natans



Filamentos rectos o curvados, ocasionalmente en haces
 Filamentos extendiéndose desde el flóculo o libres
 Células rectangulares o con forma de varillas
 Falsa ramificación
 Diámetro 1-1.5µm
 Gram negativo
 Neisser negativo

En industrias alimenticias, papeleras, químicas, lácticas y cerveceras

Type IF-66

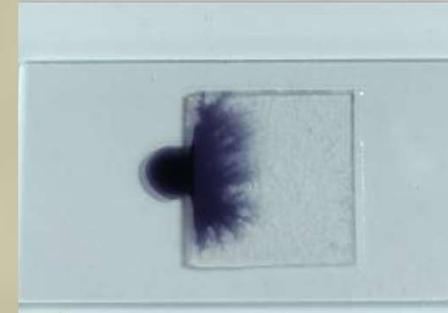
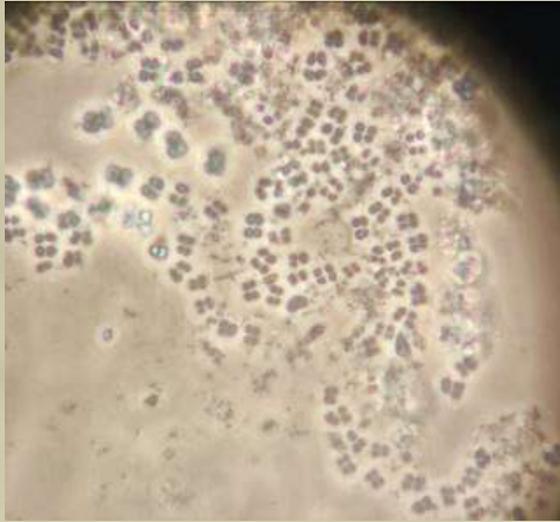


Filamento robusto, recto o curvado
 Falsa ramificación
 Diámetro 1.5-3µm
 Celulas en forma de varillas
 Gram variable
 Neisser negativo
Asociaciones no definidas

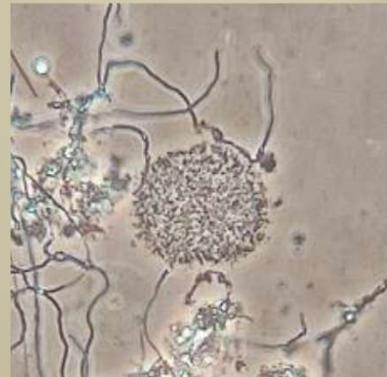
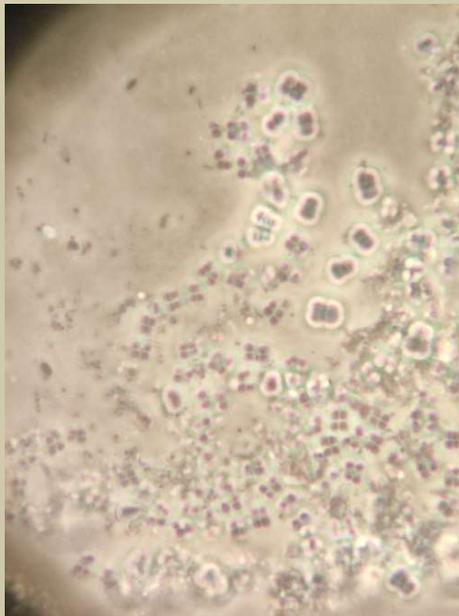
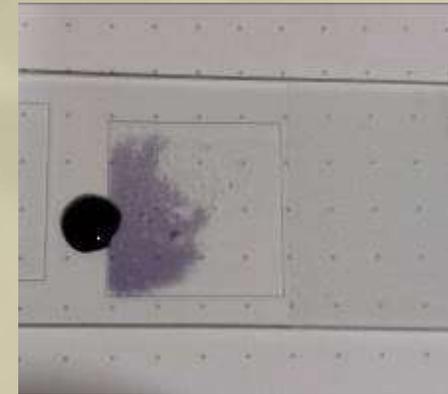
Enlaces o puentes interfloculares que impiden la correcta agregación flocular.

Indices volumétricos del fango bastante elevados (>300 mL/g).
 Bajas concentraciones de oxígeno disuelto, y al ser capaces de acumular gránulos de grasa en gran cantidad, soportan bien alternancias
 Acumulan PHB

| TIPO PROCESO | VALOR MACROS | VALOR MICROS | IF | CATEGORÍA | DENSIDAD (10 ⁶ ind/L) | GRUPO FUNC | FILAMENTOS IDENTIFICADOS | CATEGORÍA NUMÉRICA | DEPURACIÓN |
|----------------------|--------------|--------------|------|-----------|----------------------------------|---------------------|---|--------------------|------------|
| CONSERVAS SBR1 | 0 | 25 | 25 | MALO | 0,86 | Sésil | <i>IF53, HH</i> | 4 | 4 |
| CONSERVAS | 21 | 44 | 65 | BUENO | 20,54 | A. testáceas | <i>T0092/Nostocoida limicola</i> | 4 | 2 |
| CONSERVAS SBR2 | 25,5 | 48 | 73,5 | BUENO | 4,74 | Rotíferos | <i>T0041-0675</i> | 3 | 1 |
| CONSERVAS SBR3 | 25,5 | 41 | 66,5 | BUENO | 3,46 | Micromet | <i>T0041-0675</i> | 4 | 1 |
| CONSERVAS BIOFILTROS | - | - | - | - | 4,9 | Micromet | <i>Sphaerotilus, Thiothrix</i> | 3 | 1 |
| HARINAS 1 | 21 | 27 | 48 | REGULAR | - | - | <i>T0041-0675</i> | 4 | - |
| HARINAS SBR 2 | 25,5 | 25 | 50,5 | REGULAR | 1,55 | Cil nad | - | 0 | - |
| HARINAS SBR 3 | 13,5 | 46 | 59,5 | REGULAR | 3,08 | Cil nad y flag | <i>T0041-0675</i> | 1 | 3 |
| HARINAS SBR 4 | 4,5 | 42 | 46,5 | REGULAR | 0,78 | Amebas desnudas | <i>T0041-0675</i> | 1 | 4 |
| HARINAS 5 | 16,5 | 53 | 69,5 | BUENO | 1,85 | Sésil | <i>T0041-0675, Nostocoida limicola</i> | 3 | - |
| HARINAS 6 | 21 | 57 | 78 | BUENO | 1,69 | Sésil | <i>T0041-0675, Nostocoida limicola</i> | 3 | 1 |
| HARINAS SBR 7 | 21 | 34 | 55 | REGULAR | 0,75 | Pequeños flagelados | <i>Thiothrix, T0041-0675, HH</i> | 3 | 1 |
| HARINAS 8 | 3 | 20,5 | 23,5 | MALO | 0,48 | Micromet | <i>Nostocoida limicola, T0041-0675,</i> | 5 | 4 |
| COCEDERO MARISCOS | 25,5 | 37 | 62,5 | BUENO | - | - | <i>T0581, Nocardioformes, Thiothrix</i> | 4 | 2 |



OTRAS OBSERVACIONES



RECOMENDACIONES GENERALES:

- **Ajustar parámetros para controlar discontinuidad del proceso productivo**
- **Ajuste nutricional C:N:P =100:5:1**
- **Control exhaustivo de procesos anóxicos/anaeróbicos evitando decantaciones muy prolongadas**
- **Aplicar métodos físicos o químicos destinados a mejorar la velocidad de sedimentación de los flóculos aumentando su peso.**
- **Control de CM de trabajo y aireación en función de la DQO/ DQOs (Alarma gránulos reserva). Reducciones previas de fracciones solubles**
- **Control temperatura y conductividad**
- **Biocidas usados en proceso**
- **Nuevas tecnologías y seguimientos analíticos químicos y biológicos**

ALTERACIONES DE PROCESO ENCONTRADAS

- BIOMASA EXCESIVA
- DEFICIT DE OXÍGENO
- DENITRIFICACIÓN
- VISCOSIDAD
- TOXICIDAD
- CHOQUE OSMÓTICO
- DESCOMPENSACIÓN DE CARGA POR CICLOS PRODUCTIVOS
- PREDACIÓN POR ROTÍFEROS
- BULKING FILAMENTOSO