



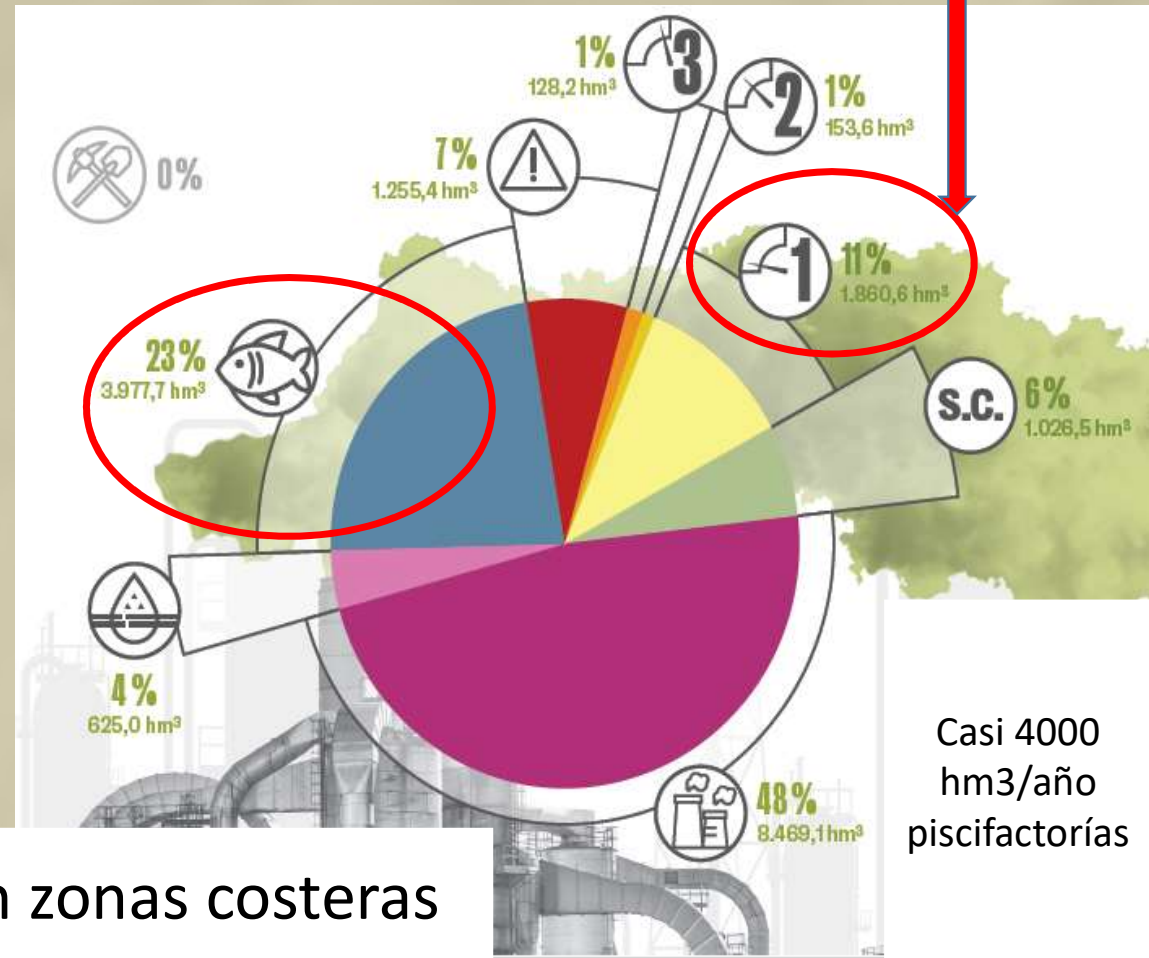
# Seminarios GBS Industriales: Problemática de la depuración biológica en la industria del pescado

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 ( $\mu\text{S/cm}$ )	3.000 - 6.000
Sólidos suspensión (mg/l)	1.000 - 5.000
DQO (mg $\text{O}_2/\text{l}$ )	5.000 - 20.000
DBO <sub>5</sub> (mg $\text{O}_2/\text{l}$ )	2.500 - 10.000
Aceites y grasas (mg/l)	1.000 - 3.000

## SALAZONES

pH	4 - 8
Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )	10.000 - 30.000
Sólidos suspensión (mg/l)	1.500 - 3.500
DQO (mg $\text{O}_2/\text{l}$ )	4.000 - 6.000
DBO <sub>5</sub> (mg $\text{O}_2/\text{l}$ )	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/ $\text{O}_2$ /L)	48.5 (g/ $\text{O}_2$ /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/ $\text{O}_2$ /L)		(Amado <i>et al.</i> , 2013)
Aguas residuales de la cocción del camarón ( <i>Penaeus vannamei</i> )	Proteína soluble 3.09 $\pm$ 0.16 (g/L)	0.767 (g/ $\text{O}_2$ /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 $\pm$ 0.05 g/L Proteína 5.2 $\pm$ 0.34 g/L	0.09 $\pm$ 0.004 (mg/ $\text{O}_2$ /L)	0.04 $\pm$ 0.0031 (g/ $\text{O}_2$ /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:**

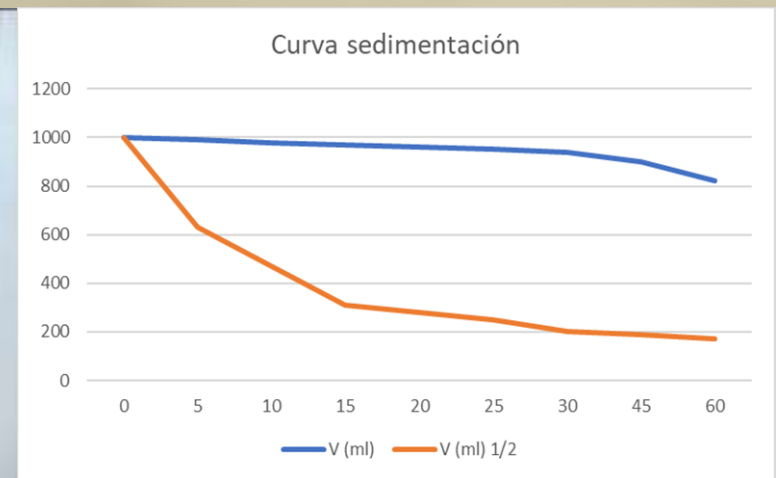
**27 EDARI analizadas**

- 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

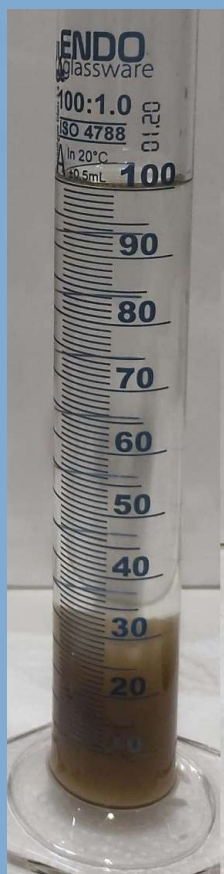
Harinas: El 50 % valores de calidad. Un 25 % valores mediocres y otro 25% valores de mala calidad

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

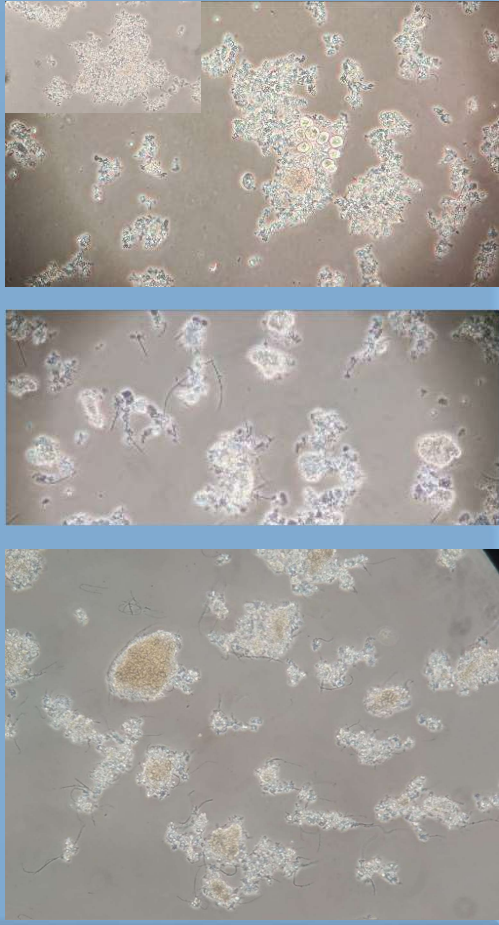
Harinas: El 50 % las muestras presentan buenas estructuras floculares, el 25 % correcta y el 25 % restante de mala calidad

Cocedero: Calidad microscópica correcta

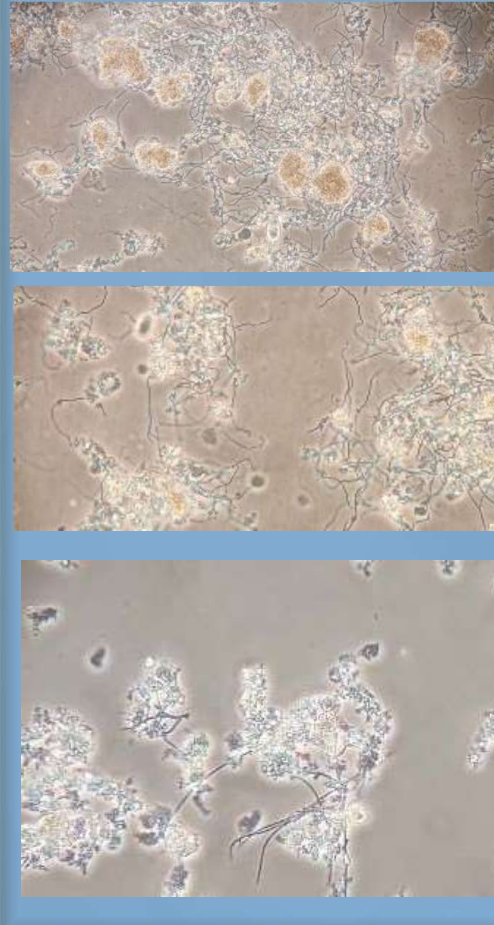


El **54 %** de las muestras analizadas muestran valores microscópicos de **calidad**, frente al 46 % de valores de menos calidad flocular (**23 % de microscopías muy deficientes**)

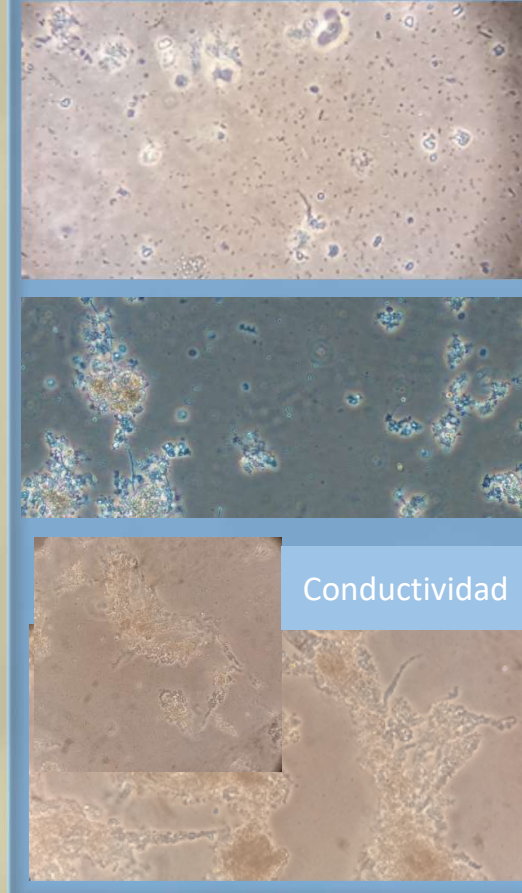
## Microscopía correcta



## Mala separación de fases



## Agregación deficiente

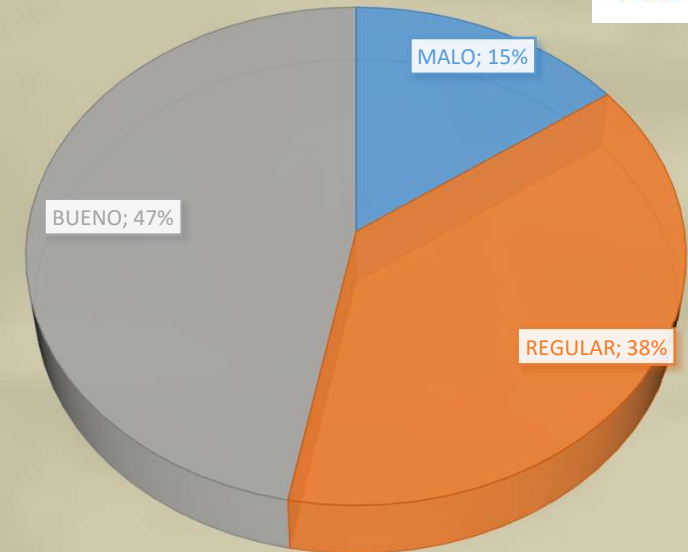




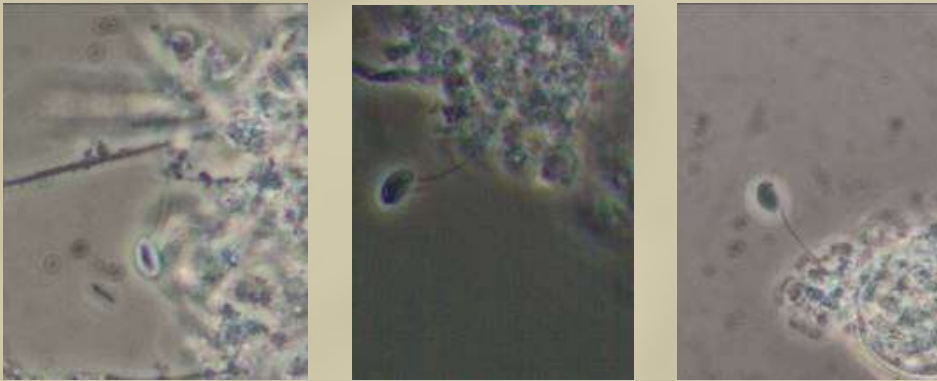
TIPO PROCESO	VALOR MACROSCÓPICO	VALOR MICROSCÓPICO	IF	CATEGORÍA
CONSERVAS SBR1	0	25	25	MALO
CONSERVAS	21	44	65	BUENO
CONSERVAS SBR2	25,5	48	73,5	BUENO
CONSERVAS SBR3	25,5	41	66,5	BUENO
CONSERVAS BIOFILTROS	No procede	No procede	No procede	-
HARINAS 1	21	27	48	REGULAR
HARINAS SBR 2	25,5	25	50,5	REGULAR
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 <sup>6</sup> ind/L)	GRUPO DOMINANTE	SBI		H (bit)
CONSERVAS SBR1	<b>0,86</b>	Sésil	<b>Clase IV</b>	<b>Depuración biológica escasa en la balsa de aireación; bajo rendimiento</b>	-
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	<b>Clase IV</b>	<b>Depuración biológica escasa en la balsa de aireación; bajo rendimiento</b>	-
HARINAS SBR 4	<b>0,78</b>	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	<b>0,75</b>	Pequeños flagelados	<b>Clase IV</b>	<b>Depuración biológica escasa en la balsa de aireación; bajo rendimiento</b>	-
HARINAS 8	<b>0,48</b>	Micrometazoos	Clase II	Fangos estable y bien colonizado, actividad biológica en descenso; buen funcionamiento	0,75
COCEDERO MARISCOS	-	Micrometazoos	-	-	-



*Bodo saltans*.

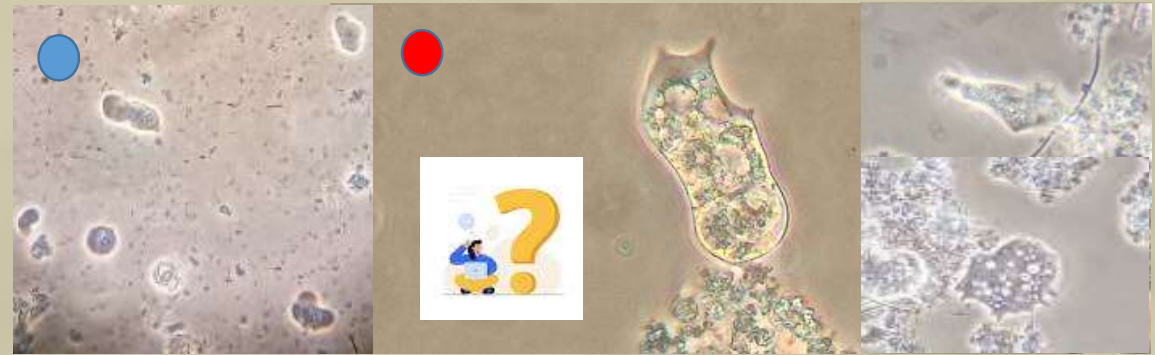
(pequeños flagelados)

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

Tamaño: 5-10  $\mu\text{m}$ .

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

Procesos N/DN

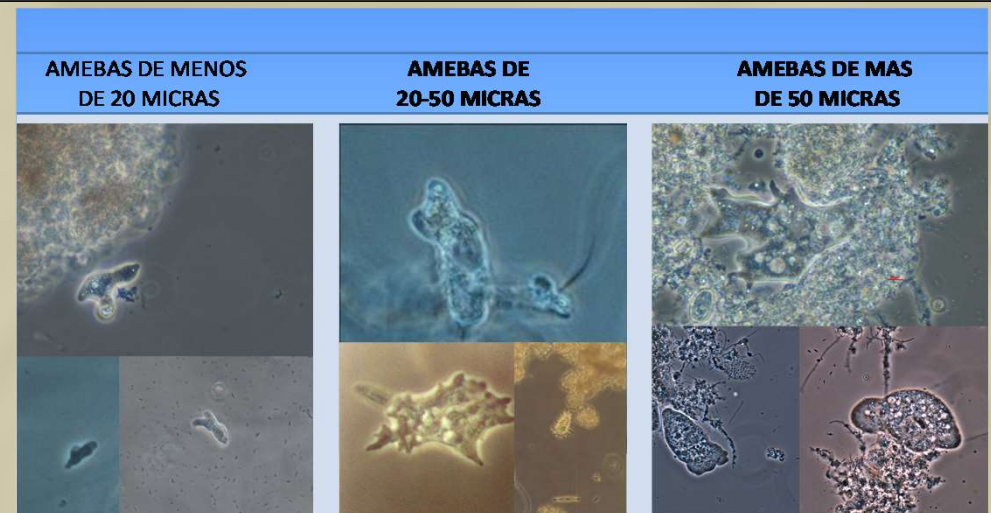


#### Amebas desnudas de pequeño tamaño.

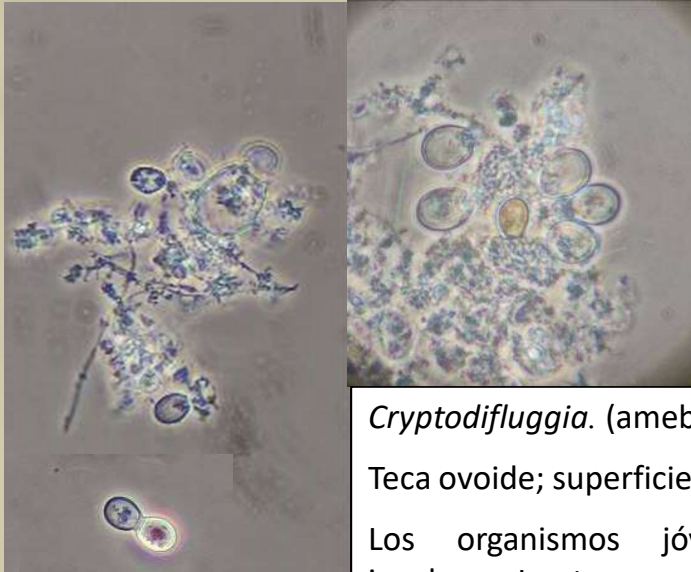
Son células desnudas que cambian continuamente de forma. La morfología de los pseudópodos y el tipo de desplazamiento son específicos de la especie. En la célula se distingue una capa exterior delgada y translúcida llamada *ectoplasma* y otra más gruesa, con gránulos y menos translúcida llamada *endoplasma*.

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  $\mu\text{m}$ .

**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  $\mu\text{m}$  de largo.

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



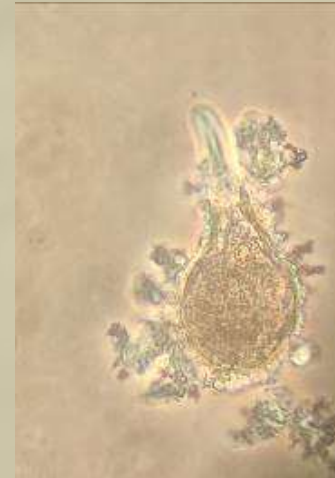
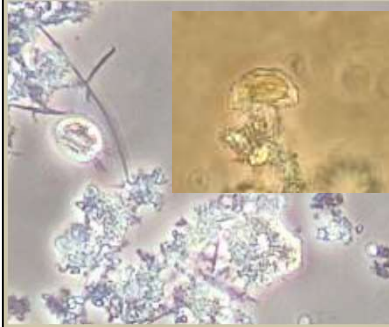


*Aspidisca cicada* (sinónimo de *Aspidisca costata*).  
(reptante)

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  $\mu\text{m}$

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 $\mu\text{m}$ .

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  $\mu\text{m}$ .

**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  $\mu\text{m}$ .

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

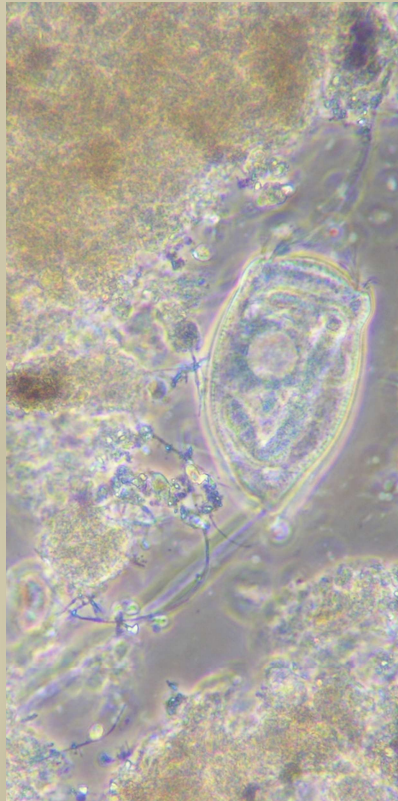
Complejo *Vorticella convallaria*. (sésil)

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

Pedúnculo fino y alargado (100-500  $\mu\text{m}$ ).  
Macronúcleo en "J" y vacuola contráctil en el tercio anterior de la célula.

Tamaño: 30-120  $\mu\text{m}$ .

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

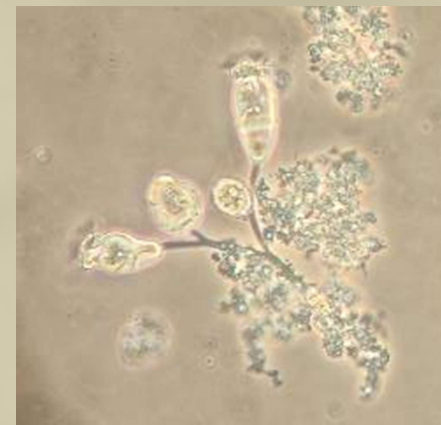


*Epistylis* sp. (colonial sésil)

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

Tamaño: 70-90  $\mu\text{m}$  (zooide); colonias hasta 2-3 mm.

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



## CILIADOS SÉSILES

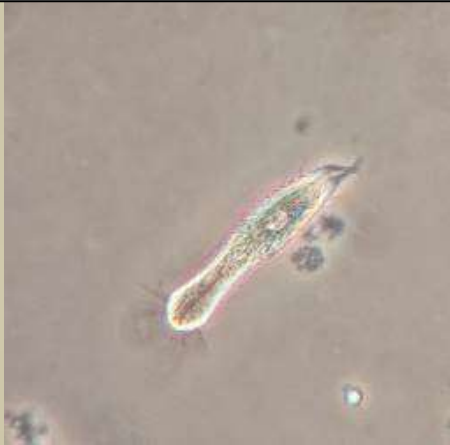
# MICROMETAZOOS

Gastrotrico. (metazoo)

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

Tamaño: 70-500  $\mu\text{m}$ .

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  $\mu\text{m}$ .

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  $\mu\text{m}$ .

**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.)

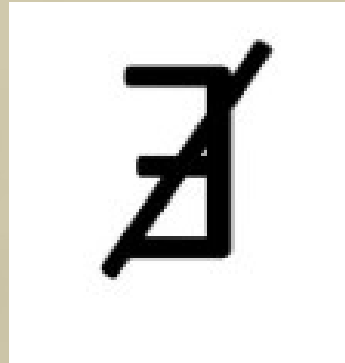


- *Spirostomun*: bajos niveles ox

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	IF53,HH, Nocardioformes	4
CONSERVAS	T0092/Nostocoida limicola,T0041-0675, T1851,Microthrix parvicella	4
CONSERVAS SBR2	T0041-0675/ HH	3
CONSERVAS SBR3	T0041-0675	4
CONSERVAS BIOFILTROS	Sphaerotilus, Thiothrix, cadenas bacilares,T0041-0675,T021N	3
HARINAS 1	T0041-0675, T1701, HH, Isosphaera	4
HARINAS SBR 2	-	0
HARINAS SBR 3	T0041-0675	1
HARINAS SBR 4	T0041-0675	1
HARINAS 5	T0041-0675, Nostocoida limicola	3
HARINAS 6	T0041-0675, Nostocoida limicola	3
HARINAS SBR 7	Thiothrix, T0041-0675, HH/ T021N	3
HARINAS 8	Nostocoida limicola,T0041-0675, Nocardioformes, Beggiatoa	5
COCEDERO MARISCOS	T0581, Nocardioformes, Thiothrix	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)

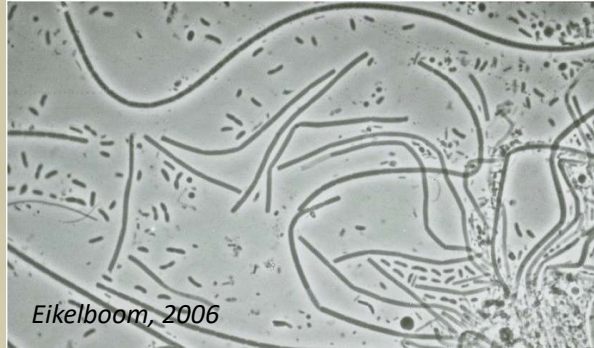


T0041/0675



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)



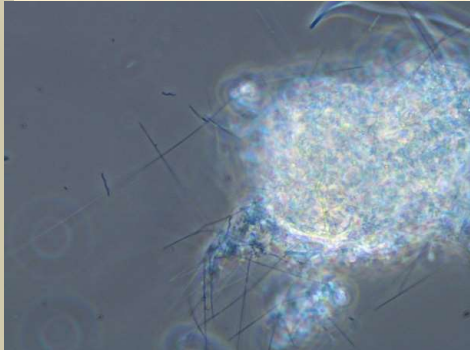
Eikelboom, 2006



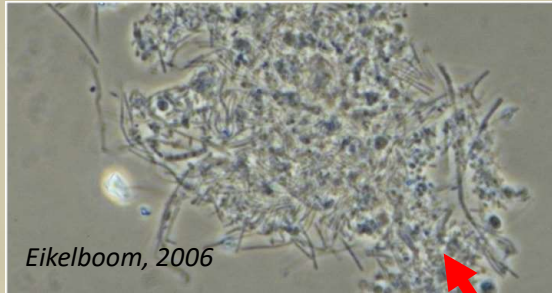
GRÁNULOS  
PHA Y N+  
Reservas de  
carbono y  
polifosfatos



**Haliscomenobacter hydrossis**



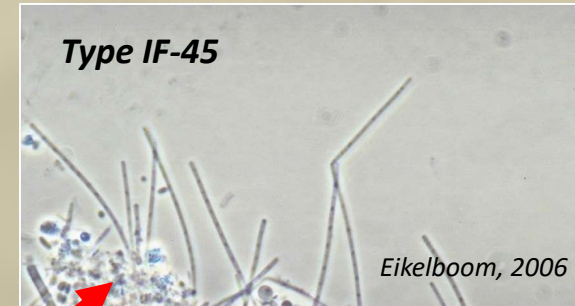
Su abundancia se relaciona con bajos niveles de oxígeno disuelto, baja carga másica y deficiencia de nutrientes.



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

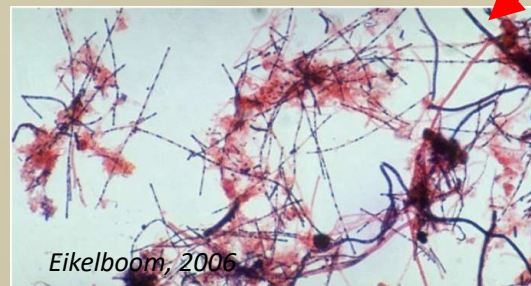
**Haliscomenobacter hydrossis**

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

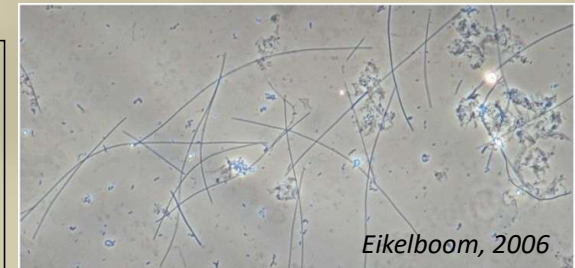


Eikelboom, 2006

**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

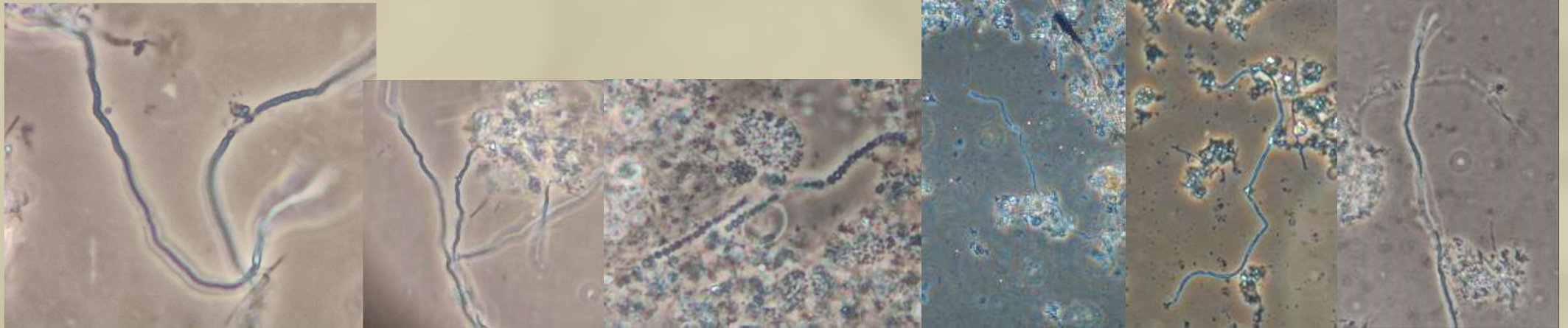
Componente industrial

Alta capacidad metabólica

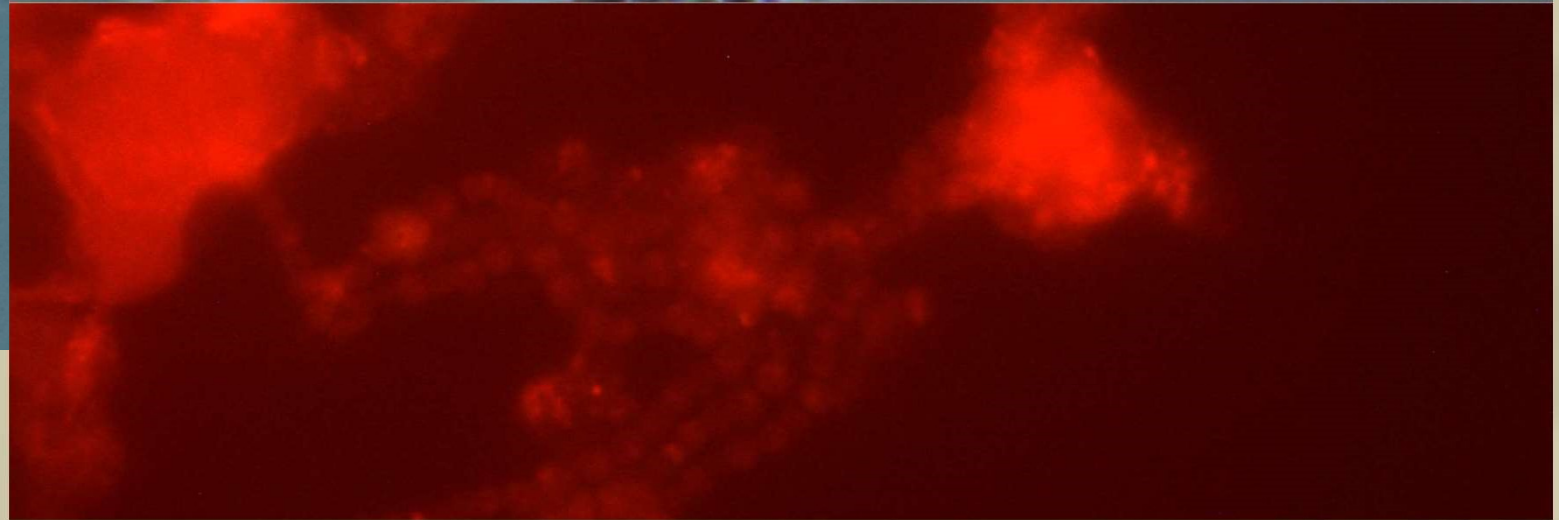
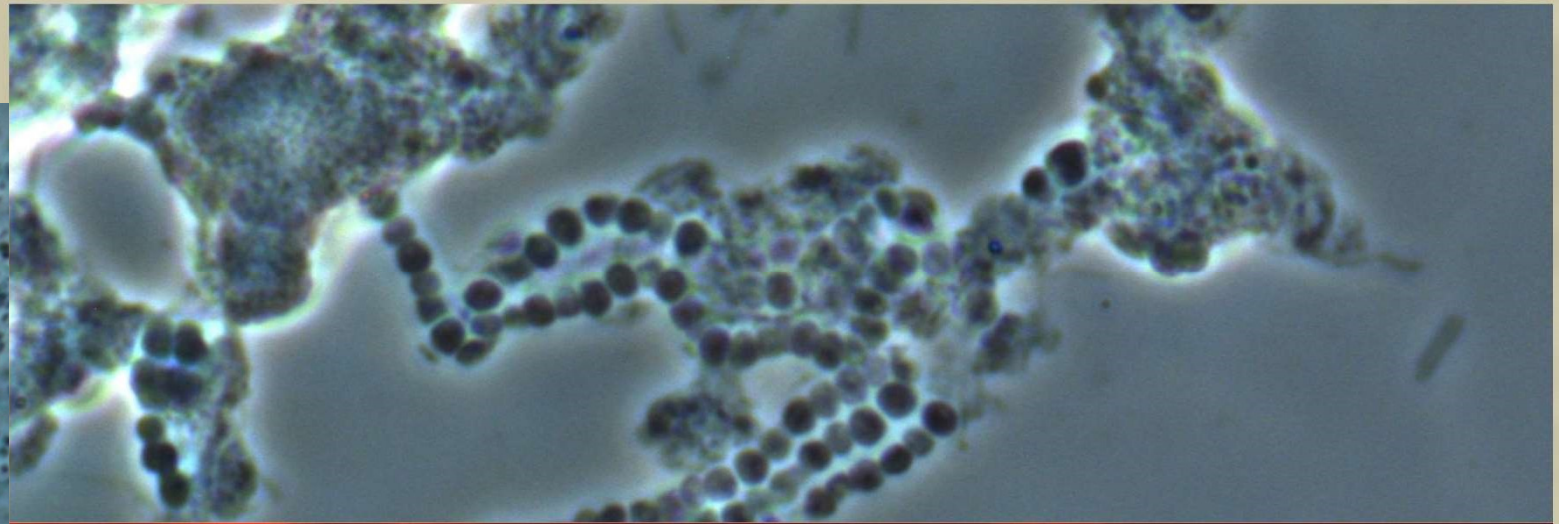
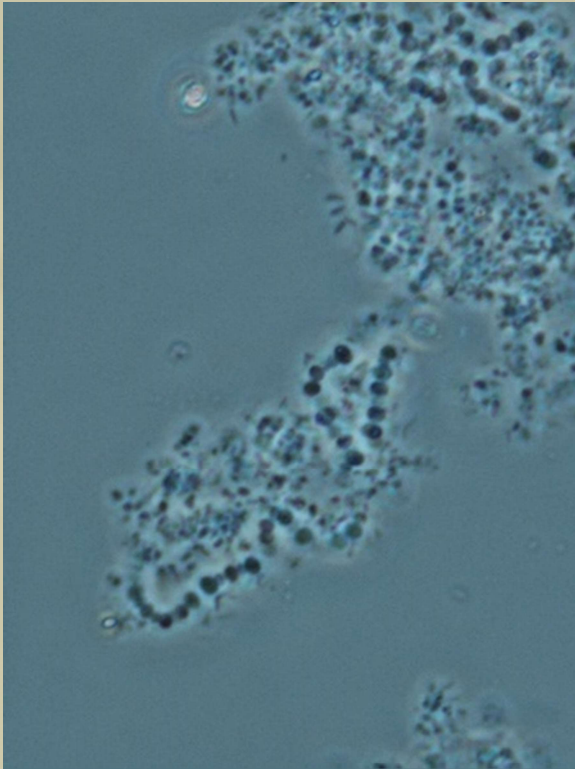
Altos niveles DQOs

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**



Eikelboom, 2006

### 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**



Eikelboom, 2006

### Thiothrix 2

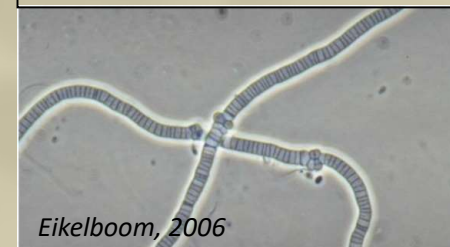


Eikelboom, 2006

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  
 Semejante a thiothrix-021N  
**Industrias papeleras**



Eikelboom, 2006



Eikelboom, 2006

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

### Type IF-49

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



Eikelboom, 2006

### 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**

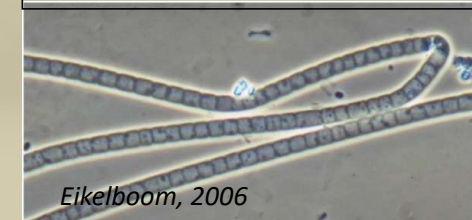
### Thiothrix 4

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



Eikelboom, 2006

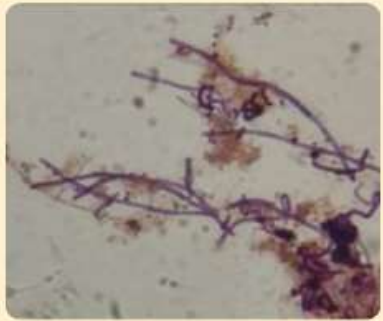
Filamentos largos y curvados  
 Libre en el espacio interflocular  
 Acumulación de sulfuro  
 Gram variable  
 Neisser negativo  
 Con vaina  
 Celulas cuadradas  
 Mayor de 2um  
**Industrias papeleras**



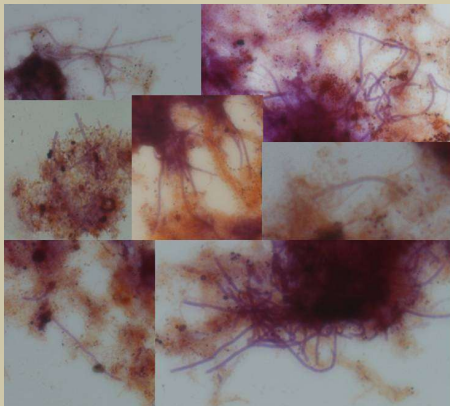
Eikelboom, 2006

### 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*

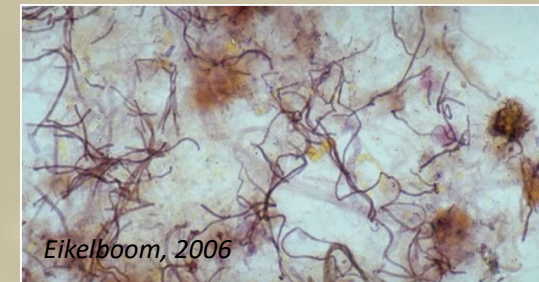
Filamentos cortos rectos o curvados  
Filamentos extendiéndose desde el flóculo  
Diámetro 0.5 um  
Células cuadradas  
Septos claramente visibles  
Gram negativo  
Neisser positivo  
Industrias cerveceras

**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

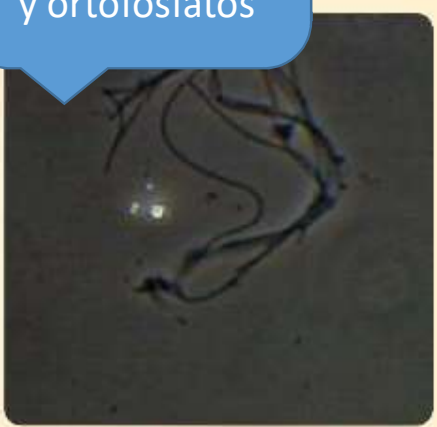


*Eikelboom, 2006*

**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**



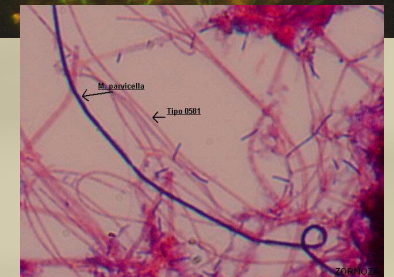
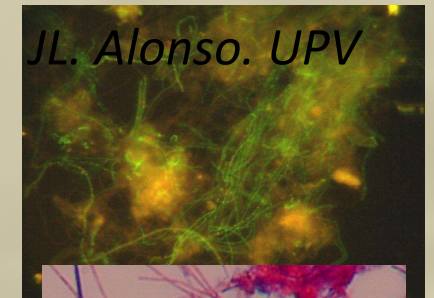
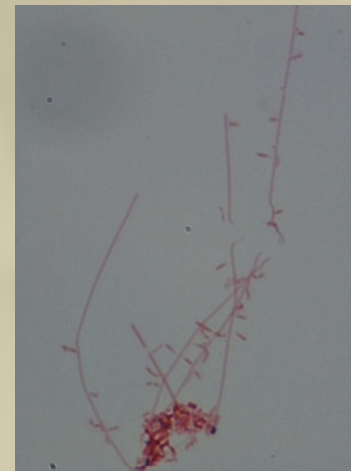
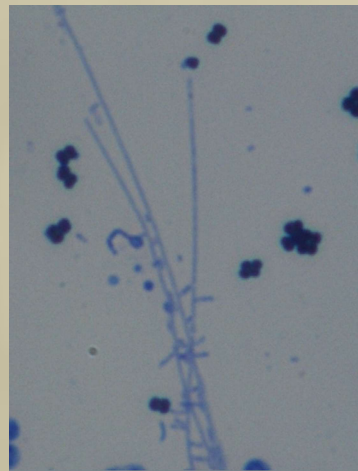
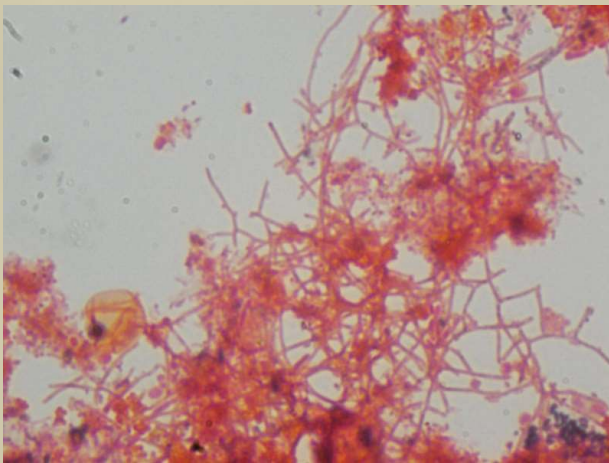
Filamentos curvados o enredados y longitud variable  
Libre en el espacio interflocular o alrededor de los flóculos  
Gram positivo  
Neisser negativo, ocasionalmente positivo  
Diámetro celular <0.5um  
En industrias químicas y de pescado y con altas temperaturas (30-38°C)

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

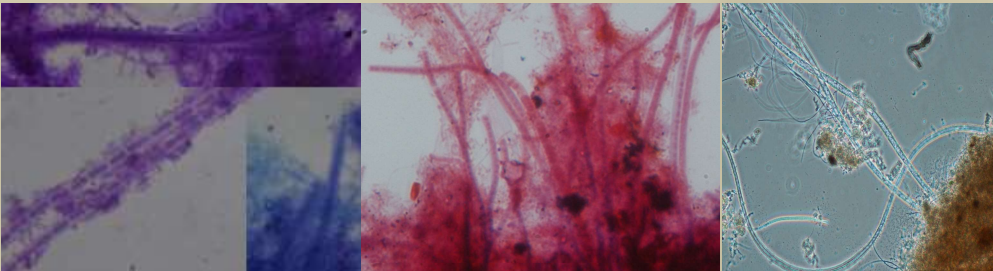
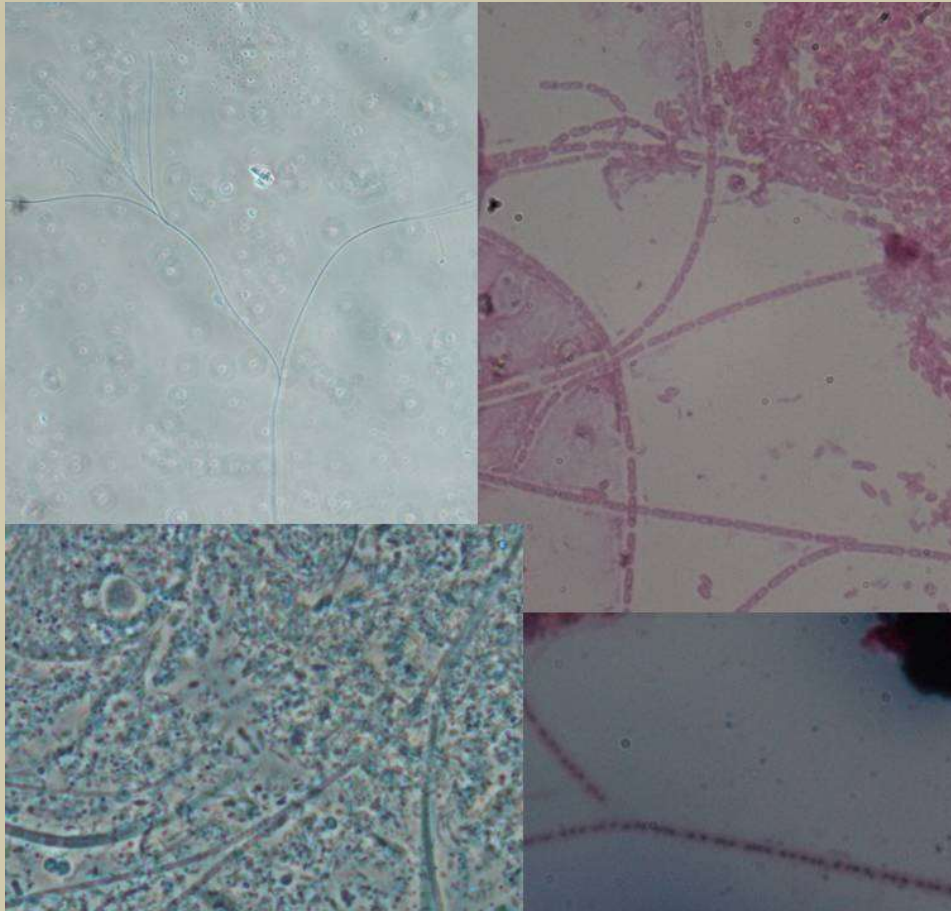




Nocardioformes	T1701	T0581
<p><i>Disgregación flocular. cubierta cérea, gruesas capas de espumas grasas de color marrón . Atrapan burbujas de aire.</i></p> <p><i>Bajas cargas másicas, alta edad del fango y altas temperaturas. Aerobios estrictos. Alta temperatura. Entrada grasas y aceites</i></p>	<p><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*),

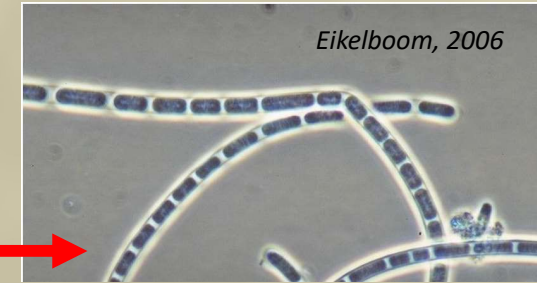


### *Sphaerotilus natans*



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

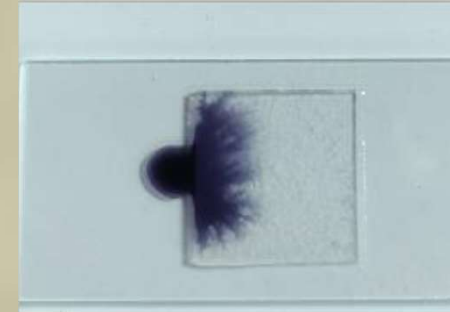
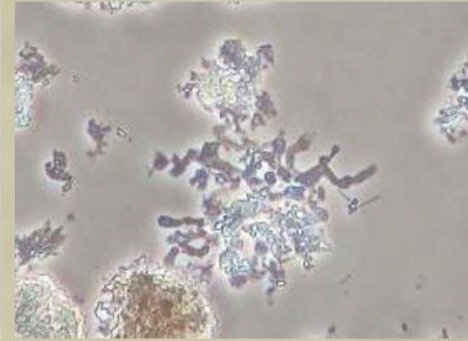
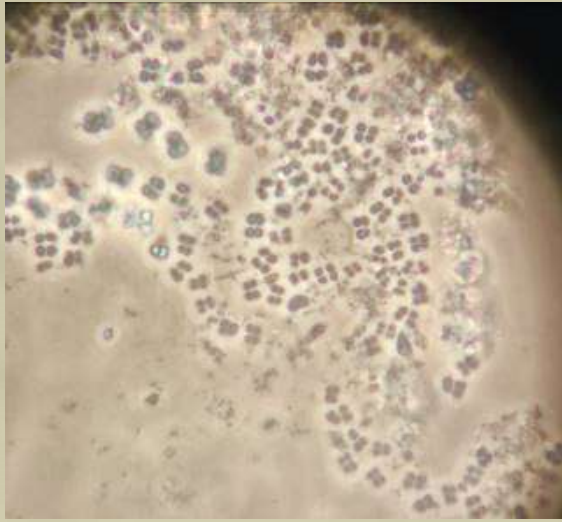


Filamento robusto, recto o curvado  
 Falsa ramificación  
 Diámetro 1.5-3µm  
 Celulas en forma de varillas  
 Gram variable  
 Neisser negativo  
**Asociaciones no definidas**

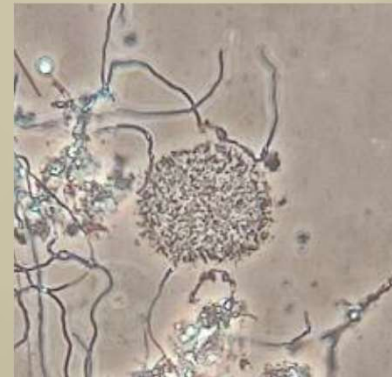
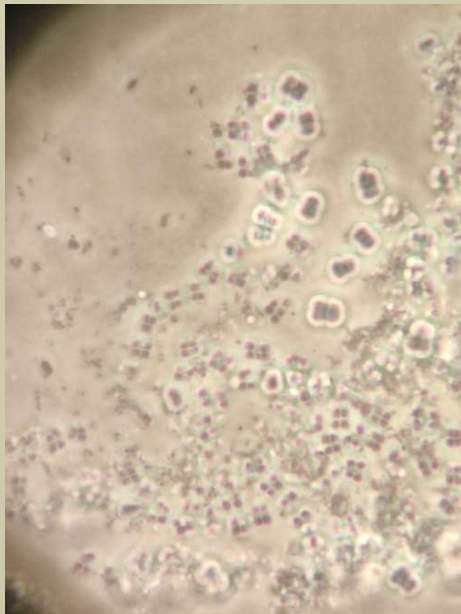
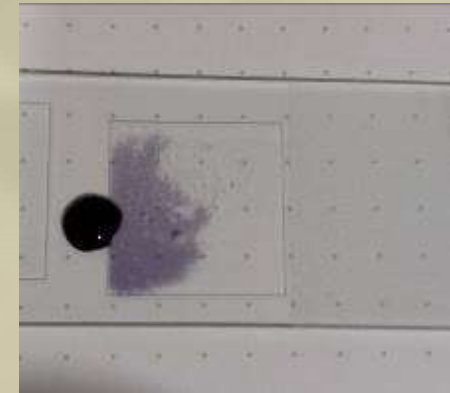
Enlaces o puentes interfloculares que impiden la correcta agregación flocular.  
 Indices volumétricos del fango bastante elevados (>300 mL/g).  
 Bajas concentraciones de oxígeno disuelto, y al ser capaces de acumular gránulos de grasa en gran cantidad, soportan bien alternancias  
 Acumulan PHB



TIPO PROCESO	VALOR MACROS	VALOR MICROS	IF	CATEGORÍA	DENSIDAD (10 <sup>6</sup> 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