



Departamento de
Ingeniería Química y
Tecnología Farmacéutica
Universidad de La Laguna

Tema 10: Gestión de lodos y vertidos

Tecnologías de Tratamiento y de Gestión de las Aguas

Oliver Díaz López

Elisabet Segredo Morales

Enrique González Cabrera



ÍNDICE

1. [Tratamiento de lodos](#)
2. [Aprovechamiento y descarga de Salmuera](#)
3. [Emisarios submarinos](#)



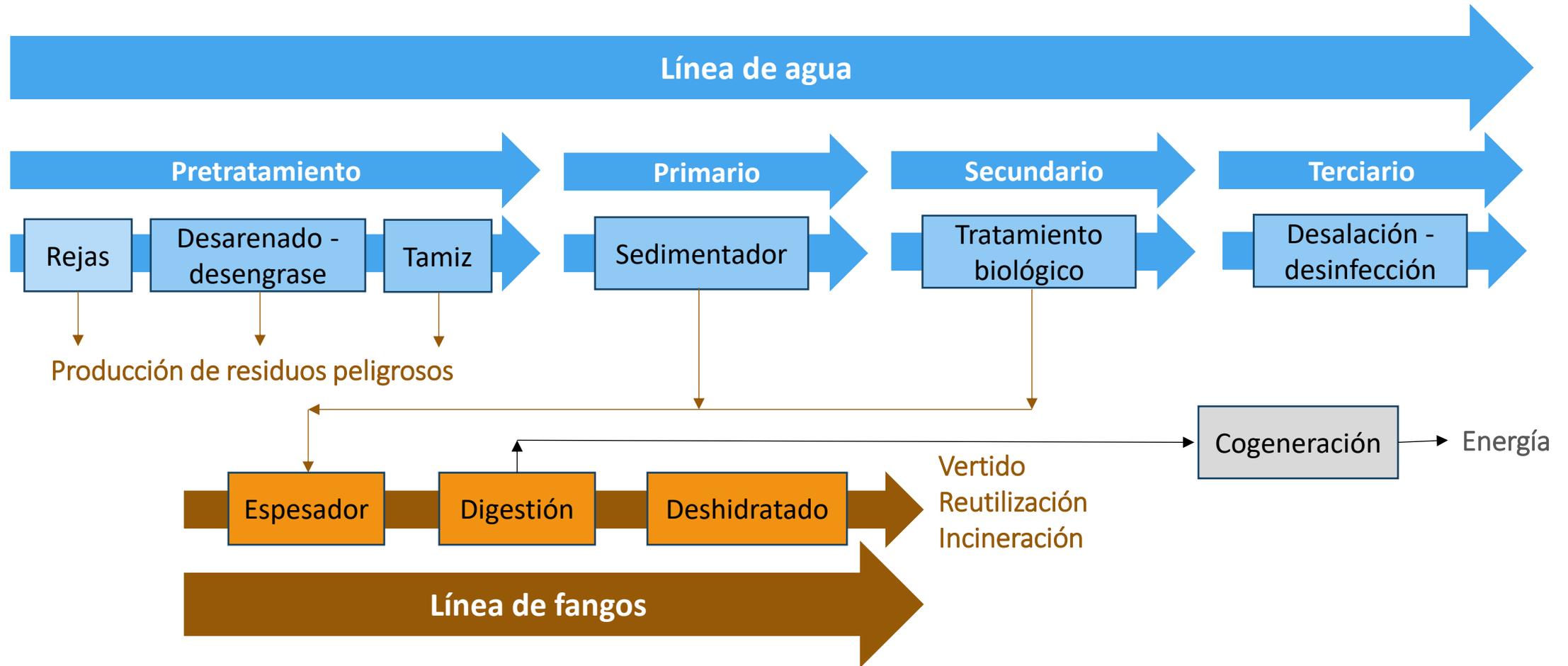


Tratamiento de lodos

LÍNEA DE FANGOS

Producción de residuos sólidos durante el proceso de depuración de aguas residuales

En el proceso de depuración se genera una corriente de sólidos, línea de fangos, procedente del propio proceso. El proceso óptimo pasa por estabilizarlos, producción de energía, secado y en la medida de lo posible reutilizarlos.



CONTENIDO EN SÓLIDOS EN LOS LODOS DE UNA EDAR

Tipo de lodo	Porcentaje de sólidos
Lodos aislados	
Primario	0,5 – 10%
Secundario	0,2 – 2% (por ejemplo 2.000 – 20.000 mg/L MBRs)
Lodos combinados	
Primario – Secundario	2,5 – 5%

- La correcta mezcla de fangos antes de entrar al digestor o a la unidad de secado es clave para garantizar el éxito del proceso
- Un elemento de mezcla y el control de las purgas de lodo de cada etapa es un parámetro a controlar

ESPEADOR

Objetivo

El objetivo del espesamiento es incrementar la concentración de sólidos en la línea de fangos lo que permite minimizar el resto de los equipos y recuperar agua que se incorpora al comienzo de la línea de agua.

Tipos

GRAVEDAD

Su funcionamiento es similar a un sedimentador, pero tiene lugar una sedimentación por compresión.

Esquema de funcionamiento



FLOTACIÓN

Se adicionan burbujas de aire finas que permiten la flotación del fango que se retira por unas rasquetas superiores.

Esquema de funcionamiento



DIGESTIÓN ANAEROBIA

Proceso bioquímico. Digestión Anaerobia

Proceso biológico en el que la materia orgánica, en ausencia de oxígeno, se descompone en:

- Productos gaseosos o “biogás” (CH_4 , CO_2 , H_2 , H_2S , etc.), y
- Digestato: mezcla de productos minerales (N, P, K, Ca^{2+} , etc.) y compuestos de difícil degradación.
- Proceso controlado de digestión anaerobia:
 - idóneo para la reducción de emisiones de efecto invernadero,
 - aprovechamiento energético de los residuos orgánicos y
 - mantenimiento y mejora del valor fertilizante de los productos tratados.
- Aplicación: residuos ganaderos, agrícolas, residuos de las industrias de transformación de dichos productos, lodos EDAR y aguas residuales cargadas.

DIGESTIÓN ANAEROBIA

Proceso bioquímico. Digestión Anaerobia

Se realiza en 4 fases

Fase 1 — Hidrólisis

Los biopolímeros complejos (proteínas, polisacáridos, grasas/aceites) en presencia de bacterias fermentativas se convierten en monómeros y oligómeros desintegrados (azúcares, aminoácidos, péptidos).

Fase 2 — Acidogénesis

Los monómeros y oligómeros rotos en presencia de bacterias fermentativas se convierten en propionato, butirato, etc. (ácidos orgánicos volátiles de cadena corta)

Fase 3 — Acetogénesis

Los monómeros y oligómeros rotos de la fase 1, en presencia de bacterias fermentativas, también pueden convertirse en acetato o $H_2 + CO_2$. El propionato y butirato en presencia de acetógenos (H_2 produciendo o consumiendo) también pueden convertirse en acetato o $H_2 + CO_2$.

Fase 4 — Metanogénesis

$H_2 + CO_2$ en presencia de metanógenos reductores de CO_2 se convierte en $CH_4 + CO_2$. El acetato en presencia de metanógenos acetoclásticos también puede convertirse en $CH_4 + CO_2$ (BIOGÁS)

DIGESTIÓN ANAEROBIA

Régimen térmico

El control de la temperatura del digester es una etapa clave para el proceso. Permite maximizar la producción de biogás y desarrollar una biomasa más eficaz.



Psicrófilo (10 - 20 °C)

- Bajo costo energético
- Menor tasa de producción de biogás
- Digestión lenta (elevada edad de lodo)



Mesófilo (30 - 40 °C)

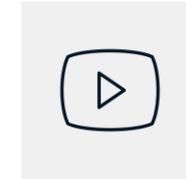
- Balance adecuado entre producción de biogás y costes operativos
- Sistema más empleado



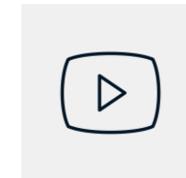
Termófilo (50 - 60 °C)

- Elevado consumo energético
- Alta producción de biogás
- Eliminación de patógenos

Esquema de funcionamiento



Esquema de funcionamiento



APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS

Producción de energía a partir de un residuo

El proceso de digestión permite obtener un fango estabilizado, con un menor contenido en sólidos volátiles y, además se produce biogás que puede emplearse para diferentes usos:

Generación eléctrica

El biogás se puede usar de combustible para un motor o turbina lo que permite producir de manera directa electricidad.

Calefacción

El biogás se puede aprovechar para mantener la temperatura en los digestores anaerobios. Se pueden emplear los gases de la generación eléctrica para la calefacción del digestor.

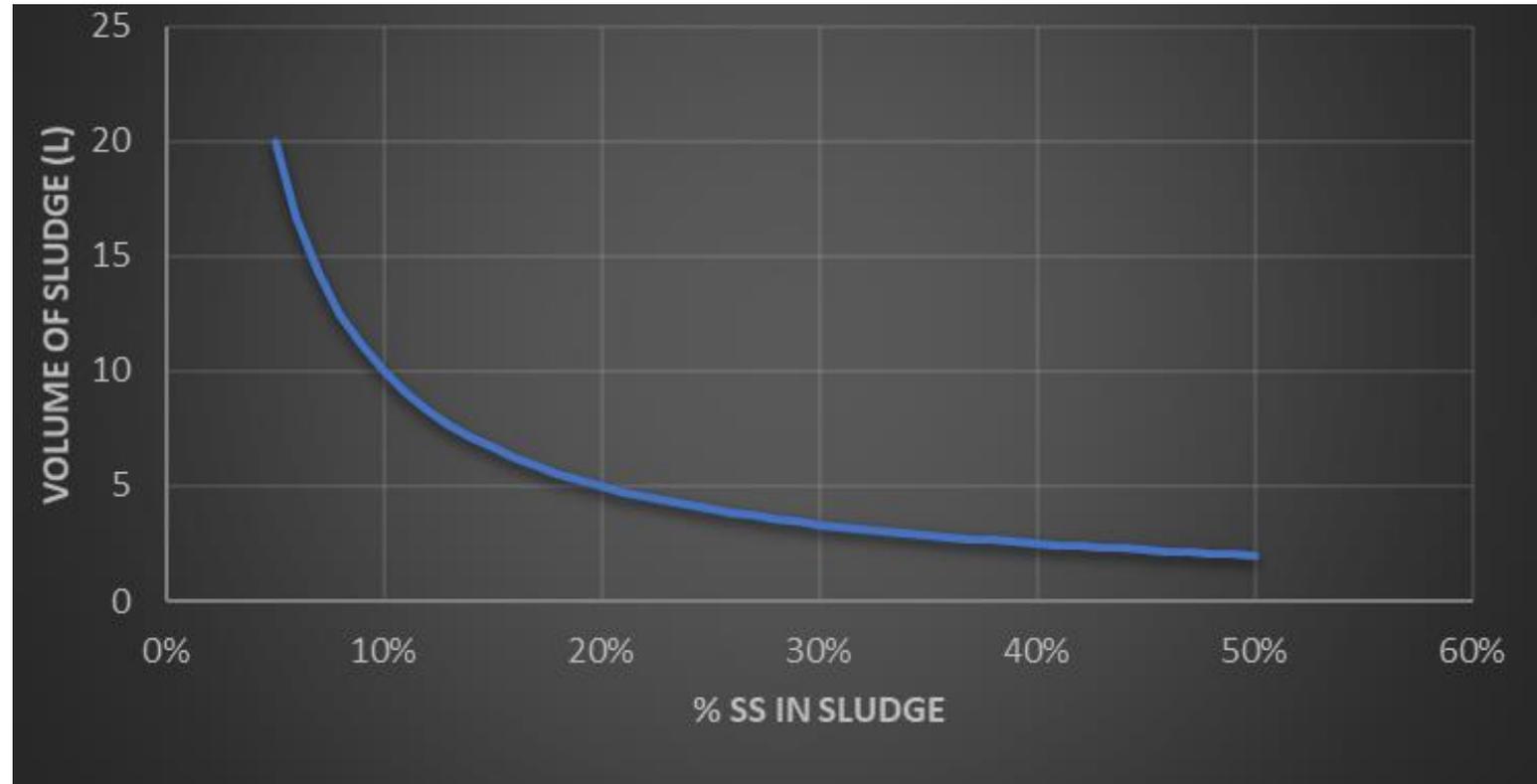
Inyección a una red

El biogás se puede purificar, lo que permite inyectarlo a una red de gas natural.

Beneficios:

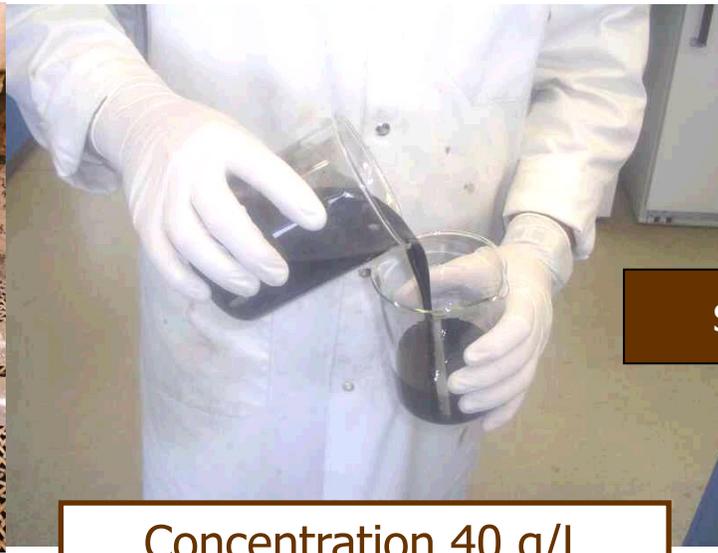
- Eficiencia energética: reduce el consumo energético de la planta
- Reducción de emisiones: al aprovechar el biogás se reduce la huella de carbono de la planta
- Integración de la economía circular: al emplear un residuo se integra el concepto de economía circular en la depuración de aguas residuales.

OBJETIVO DEL SECADO



- Al reducir el volumen se abaratan los costes de traslado y gestión de residuos
- Se requiere una sequedad del 20% para ser recogido en vertederos

OBJETIVO DEL SECADO



Concentration 40 g/L

Secado



25 % sequedad

La gestión del del fango es uno de los puntos clave en las labores de supervisión de la operación y mantenimiento de una EDAR → representa un elevado coste si su destino es el vertedero

PROCESOS DE SECADO

Floculación

Antes del proceso de secado se recomienda la dosificación de floculante, normalmente polielectrolitos.

Secado

FILTRO DE PRENSA

- Capacidad de Deshidratación: Moderada, generalmente entre 15-25% de sequedad final.
- Consumo Energético: Bajo en comparación con la centrífuga.
- Mantenimiento: Fácil de operar, pero requiere mantenimiento regular para evitar obstrucciones.
- Mayor espacio

Esquema de funcionamiento



CENTRÍFUGA

- Capacidad de Deshidratación: Alta, generalmente entre 20-35% de sequedad final.
- Consumo Energético: Más alto debido a la velocidad de operación.
- Mantenimiento: Requiere personal capacitado para su operación y mantenimiento.
- Menor espacio

Esquema de funcionamiento



SECADO SOLAR

Objetivo:

- Incrementar grado en sequedad hasta un 85 %
- El fango seco se introduce en un invernadero con sistemas de control de gases y olores
- Mejora la calidad de reutilización:
 - Material biocompostable
 - Incineración

Factores clave

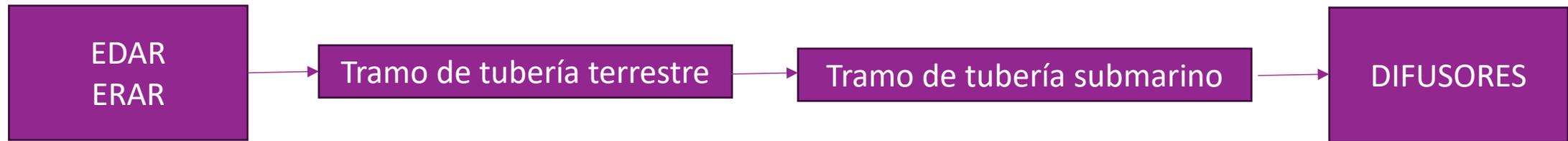
- Clima: es esencial un clima cálido y seco para optimizar el proceso
- Diseño: optimizar su orientación y ventilación
- Requiere de grandes áreas para el secado, lo que limita su implantación





Emisarios submarinos

ELEMENTOS DE UN EMISARIO SUBMARINO



Construcción de un emisario



Objetivos de calidad y límites de emisión

Calidad ecológica de las masas de agua

Calidad de las aguas de baño

Concentraciones de contaminantes

Límites de emisión de saneamiento

Límites de emisión de vertido

Presencia de fanerógamas marinas

Estos objetivos se describen en los primeros tres temas de la asignatura

OBJETIVOS DE CALIDAD Y LÍMITES DE EMISIÓN

Límites de vertido procedentes de instalaciones desaladoras

Praderas de fanerógamas marinas

- Normalmente se habla de la Posidonia oceánica
- Son plantas superiores, con raíz, tallo, hojas y flores
- Forman las praderas marinas
- Hay más de 60 especies
- En Canarias alta presencia de Cymodocea nodosa (sebadales)

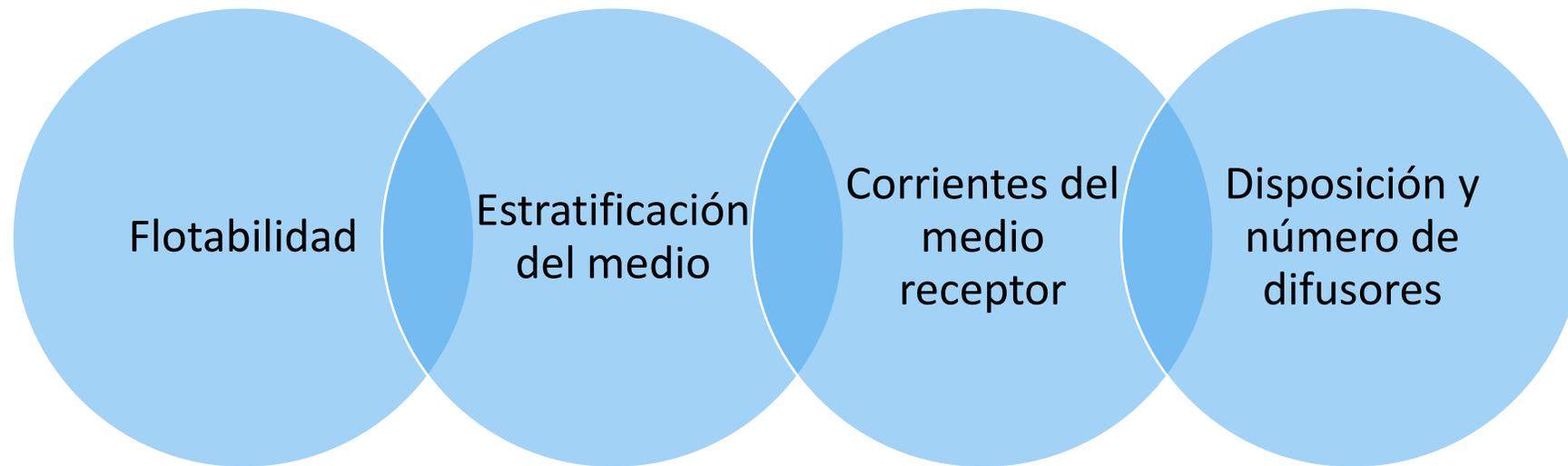
Fuente	Nivel de protección	Incremento de salinidad límite que no se puede superar más de un 25% del tiempo	Incremento de salinidad límite que no se puede superar más de un 5% del tiempo
CEDEX	III	3	6
CEDEX	IV	5	8

DILUCIÓN

Parámetro clave

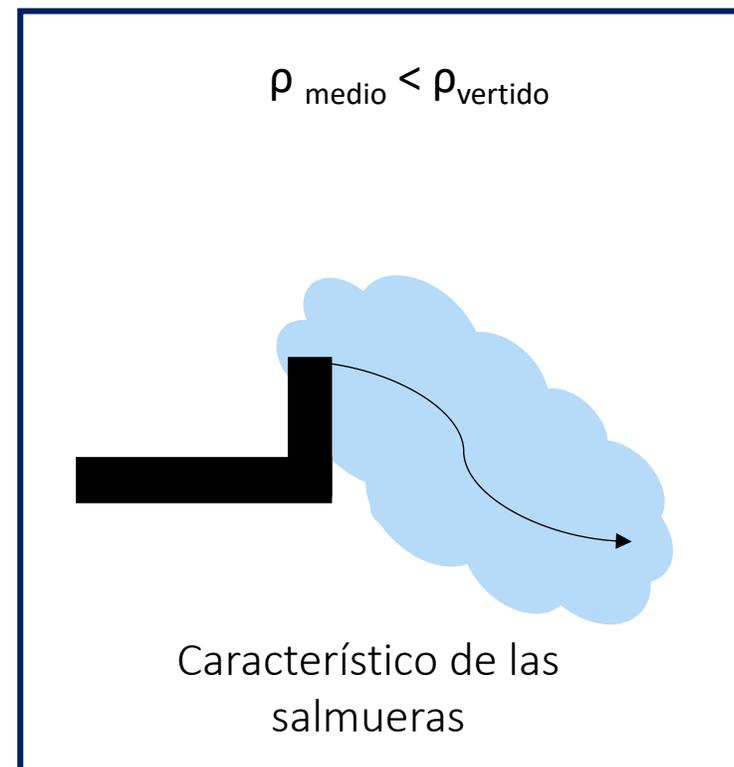
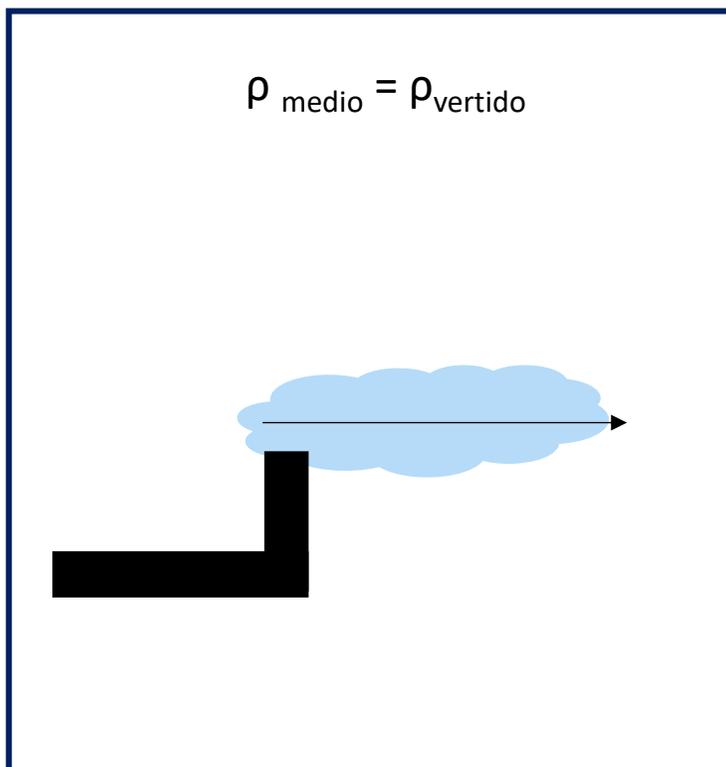
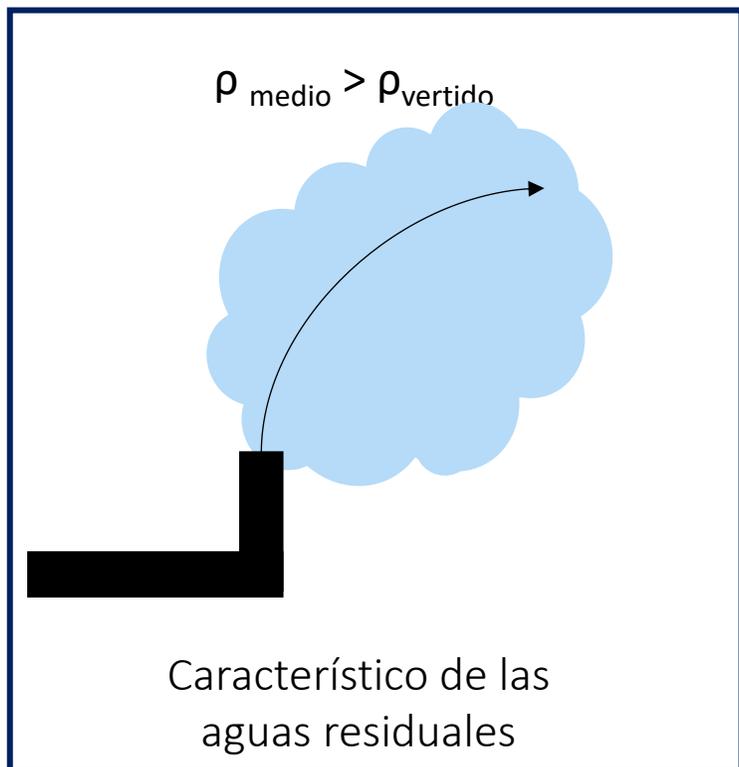
- o Diseño correcto busca una $D=100:1$ para el caudal máximo

Factores que afectan a la dilución de un emisario



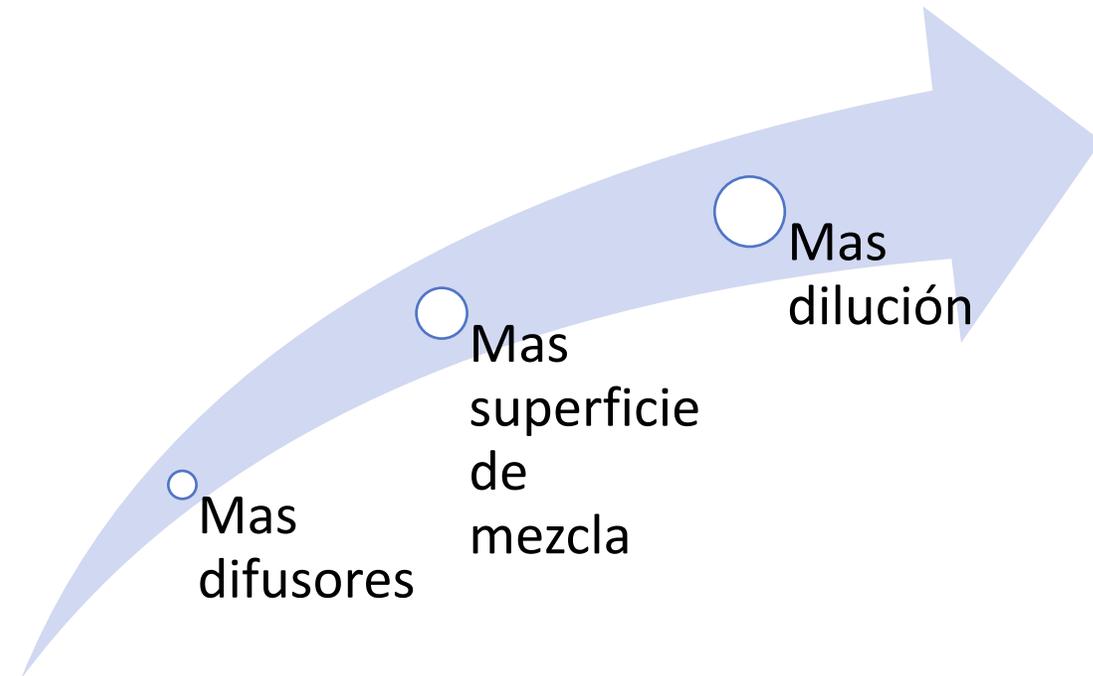
FLOTABILIDAD

Hace referencia a las diferencias de densidades entre las corrientes de agua residual vertida y el medio receptor



DISPOSICIÓN Y NÚMERO DE DIFUSORES

- Tipología variada
- Eficacia diferente
- Requiere de un análisis de la dilución
- Distancia de difusores \geq Profundidad/3



MODELIZACIÓN DE VERTIDOS

Diseño de emisarios

- Los cálculos manuales permiten realizar una aproximación inicial de comportamiento de un vertido al medio marino
- Sin embargo, se requiere el uso de modelos matemáticos que permitan analizar en su conjunto todos los parámetros involucrados en la dilución

Modelo Cormix

Es un modelo de análisis, predicción y diseño de vertidos líquidos contaminantes o no, en medios acuosos.

Permite:

- Reproducir la forma y dispersión de la pluma de vertido
- Evolución del vertido en largas distancias
- Diseño de descargas sumergidas y superficiales

Tipos:

- CORMIX 1: Vertido sumergidos con un único punto de descarga
- CORMIX 2: Vertido sumergido con sistema de varios difusores
- CORMIX 3: vertidos superficiales flotantes

VENTAJA: permite simular diferentes condiciones y analizar las mejores condiciones de vertido; analizando las diferentes condiciones ambientales