

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES

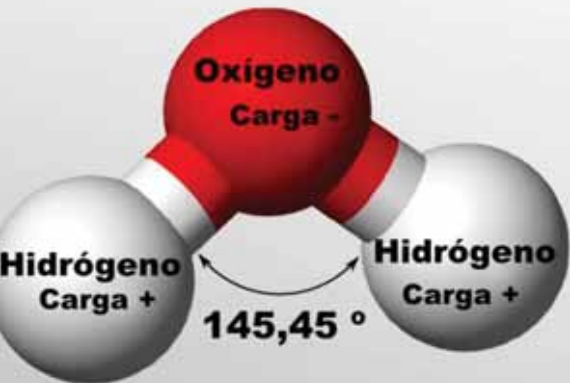
ANTONIO TORRES

LABORATORIO MEDIO AMBIENTE

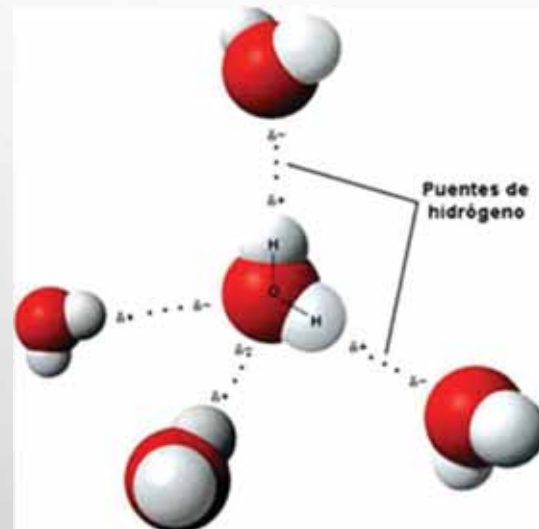
DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE GRANADA

QUÍMICA DE AGUA

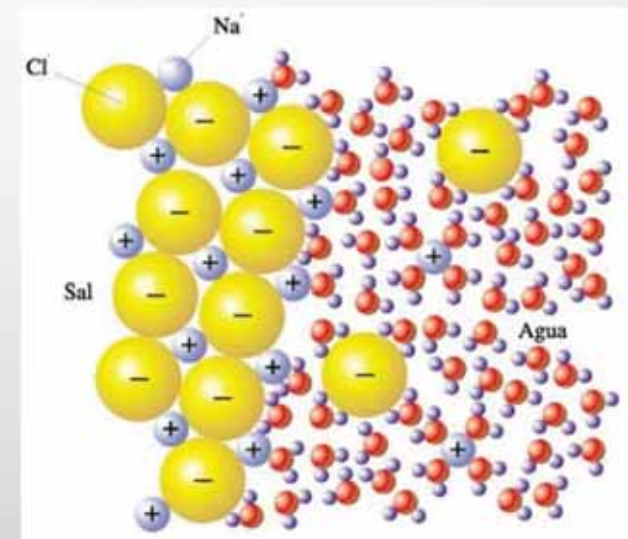
Molécula de agua



Agua Líquida



Disolución de sales en agua



AGUA RESIDUAL

- **DEFINICIÓN**

- **AGUA RESIDUAL (FAO)** Agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella. No obstante, las aguas residuales de un usuario pueden servir de suministro para otro usuario en otro lugar. Las aguas de refrigeración no se consideran aguas residuales.
- **AGUA CONTAMINADA** un curso de agua se considera contaminado cuando la composición o el estado de sus aguas son directa o indirectamente modificadas por la actividad del hombre.

CONTAMINANTES DE LAS AGUAS

Agentes físicos	{ Sólidos suspendidos Calor Radioactividad
Agentes químicos	{ pH Sustancias consumidoras de oxígeno disuelto Sustancias tóxicas Nutrientes Grasas y aceites
Agentes microbiológicos	{ Virus Bacterias Protozoarios Helminintos

Cuadro sinóptico de las características del agua residual
(Fuente: adaptado de Thanh y Biswas, 1990 y Metcalf & Eddy, 1990).

TOMA DE MUESTRA

TOMA DE MUESTRA SIMPLE

- Es aquella que se toma de una sola vez y en un momento concreto



TOMA DE MUESTRA COMPUESTA

- Está formada por varias muestras simples recogidas a lo largo de un período de tiempo o evento



TOMAMUESTRAS AUTOMÁTICO



TOMA DE MUESTRA

TOMA DE MUESTRA SIMPLE

- Cuando ocurre una descarga ocasional.
- Cuando el vertido no es continuo.
- Control de procesos en E.D.A.R.

TOMA DE MUESTRA COMPUESTA

- Condiciones medias del vertido
- Permite obtener una muestra representativa del caudal, en función del tiempo o en función de eventos.
- Permite obtener muestras individuales, una por cada evento.

ENSAYOS IN SITU



ENSAYOS IN SITU

VENTAJAS

- Obtención de la información de manera inmediata
- Metodología de trabajo simple
- Permite medir en continuo para ajustar procesos
- No requiere de instalaciones fijas
- Evita problemas de conservación de muestra.
- Minimiza los riesgos de contaminación cruzada

INCONVENIENTES

- Durabilidad de los equipos
- Mayor incertidumbre en los ensayos
- Conservación de los patrones de calibración
- Limpieza en campo
- Condiciones atmosféricas desfavorables
- Repetitividad de las condiciones de ensayo (condiciones ambientales no controladas)

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS MEDICIONES IN SITU

- Siempre que sea posible, la medición se realiza directamente sobre el ítem.
- La parte de la sonda donde se encuentra el electrodo tiene que estar completamente sumergida.
- Si no es posible realizar la medida directamente sobre el ítem se tomará una muestra en un recipiente y se realizará la medición inmediatamente sobre el mismo.
- El agua siempre tiene que estar circulando a través de la sonda, en caso de no haber circulación moveremos a la sonda suavemente para forzar esta circulación.
- Hay que esperar el tiempo suficiente hasta que la medida se estabilice. Si la sonda tiene incorporado un termopar de temperatura, es necesario esperar hasta que el electrodo e ítem compensen las temperaturas.
- Evitar medir en las zonas donde la agitación del agua sea muy grande, como saltos de agua.
- Evitar medir en zonas donde el agua se encuentre estancada o con muy baja circulación.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS MEDICIONES IN SITU

Zona de fuerte agitación



Zona de baja circulación



Ubicación correcta



Ensayos in situ

PARÁMETROS MÁS HABITUALES MEDIDOS EN AGUAS RESIDUALES

- pH
- Conductividad
- Temperatura
- Oxígeno disuelto

MEDICIÓN DE pH

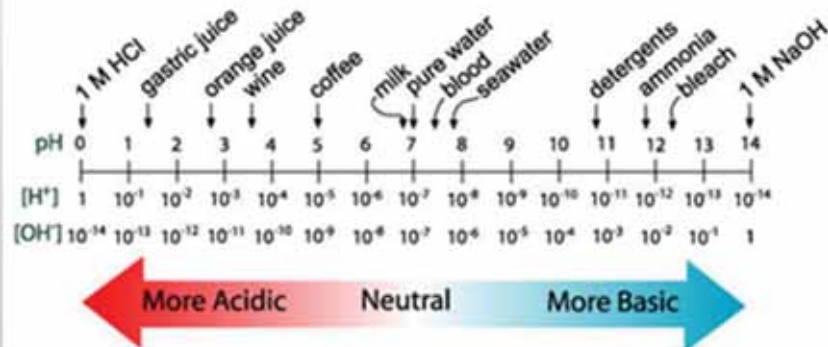


MEDICIÓN DE pH

- El potencial de hidrógeno o pH, es un concepto inventado por Sorensen para tener una medida clara y bien definida de la acidez o alcalinidad de un producto.
- Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones H^+ en agua.
 - $pH = -\log[H^+]$
 - $[H^+][OH^-] = K_w = 10^{-14}$
 - $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \rightarrow pH = 7$

ESCALA DE pH

	pH	H ⁺ Activity	OH ⁻ activity
	0	1.E+00	0.000000000000001
	1	1.E-01	0.00000000000001
	2	1.E-02	0.0000000000001
acid	3	1.E-03	0.000000000001
	4	1.E-04	0.00000000001
	5	1.E-05	0.000000001
	6	1.E-06	0.00000001
neutral	7	1.E-07	0.0000001
	8	1.E-08	0.0000001
	9	1.E-09	0.000001
	10	1.E-10	0.00001
base	11	1.E-11	0.001
	12	1.E-12	0.01
	13	1.E-13	0.1
	14	1.E-14	1



CALIBRACIÓN DE pH-METRO

- Consiste en estandarizar el pH-metro con disoluciones de pH conocidos llamadas tampones o Buffer.
- El número y valor de patrones a utilizar dependerá del fabricante del equipo, siendo lo normal calibrar en pH 7'00, 4'01 y 10'00
- Los buffer se suelen adquirir comercialmente aunque es posible prepararlos en laboratorio.
- Una vez terminada la calibración es conveniente comprobar que la calibración es correcta, para lo cual mediremos un buffer que no haya sido utilizado para la calibración y compararemos el valor obtenido con el valor de referencia.



ANÁLISIS SEMICUANTITATIVO



INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS



* límite de vertido establecido en Decreto 109/2015, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo-Terrestre de Andalucía.

- A pH inferior a 4,5 y superiores a 10 tendremos un descenso de la colonia de bacterias en el sistema biológico.
- En vertidos urbanos los rangos de pH están comprendidos entre 6,5 y 8,5 las variaciones de estos intervalos normalmente son debidos a vertidos incontrolados de origen industrial.
- En caso de ser necesario, se puede realizar una neutralización del pH, adicionando reactivos neutralizadores antes de la entrada de la muestra en el biológico.
- No es posible realizar operaciones de ajustes en la E.D.A.R. para neutralizar el pH del agua.

MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD



CALIBRACIÓN DEL CONDUCTÍMETRO

- Consiste en estandarizar el conductímetro con disoluciones de conductividad conocida.
- El número y valor de patrones a utilizar dependerá del fabricante del equipo, siendo lo normal calibrar a 147, 1413 y 12880 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Los patrones se suelen adquirir comercialmente aunque es posible prepararlos en laboratorio.
- Una vez terminada la calibración es conveniente comprobar que la calibración es correcta, para lo cual mediremos un patrón que no haya sido utilizado para la calibración y compararemos el valor obtenido con el valor de referencia.



MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD

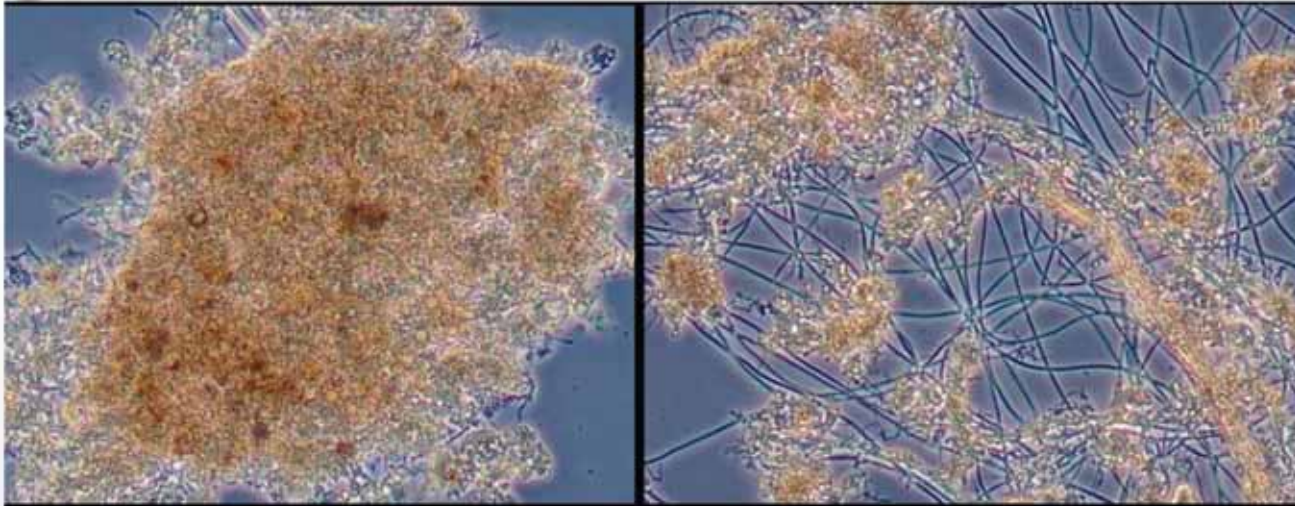
- Los resultados de conductividad se expresan en $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- La conductividad del agua están íntimamente relacionada con la temperatura, por lo que los resultados se expresan interpolando los valores de conductividad a 20 ó 25°C.
- A partir de los valores de conductividad, se puede calcular el valor de TDS.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- El valor límite de vertido establecido para la conductividad en el Decreto 109/2015, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo-Terrestre de Andalucía es de:

Aguas superficiales ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a 25°C		
Valor mensual	Valor diario	Valor puntual
1700	1870	2000

- Los valores normales de conductividad en aguas residuales urbanas oscilan en el rango de 500 a 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Valores elevados de conductividad $>3.000 \mu\text{S}/\text{cm}$, afectan al proceso biológico de depuración
 - Impidiendo el desarrollo de una comunidad bacteriana estable. Se produce un desajuste en la colonia bacteriana, las bacterias filamentosas son más resistentes lo que provoca que se debilite la estructura flocular del fango activo disminuyendo su densidad y por tanto su velocidad de sedimentación
- En vertidos de origen urbano no es habitual conductividades tan elevadas. Los aumentos de conductividad se suelen deber a infiltraciones de aguas marinas en zonas de costas o en vertidos de origen industrial.
- No es posible actuar sobre los ajustes de la estación de tratamiento para disminuir la conductividad, por lo que es necesario instalar sistemas de desalinización previos al sistema biológico.



Floculo normal

Floculo con filamentosas



Decantador afectado por bulking

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- El valor límite de vertido establecido para la conductividad en el Decreto 109/2015, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo-Terrestre de Andalucía es de:

Aguas superficiales ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a 25°C		
Valor mensual	Valor diario	Valor puntual
1700	1870	2000

- Los valores normales de conductividad en aguas residuales urbanas oscilan en el rango de 500 a 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Valores elevados de conductividad $>3.000 \mu\text{S}/\text{cm}$, afectan al proceso biológico de depuración
 - Impidiendo el desarrollo de una comunidad bacteriana estable. Se produce un desajuste en la colonia bacteriana, las bacterias filamentosas son más resistentes lo que provoca que se debilite la estructura flocular del fango activo disminuyendo su densidad y por tanto su velocidad de sedimentación
- En vertidos de origen urbano no es habitual conductividades tan elevadas. Los aumentos de conductividad se suelen deber a infiltraciones de aguas marinas en zonas de costas o en vertidos de origen industrial.
- No es posible actuar sobre los ajustes de la estación de tratamiento para disminuir la conductividad, por lo que es necesario instalar sistemas de desalinización previos al sistema biológico.

MEDICIÓN DE TEMPERATURA



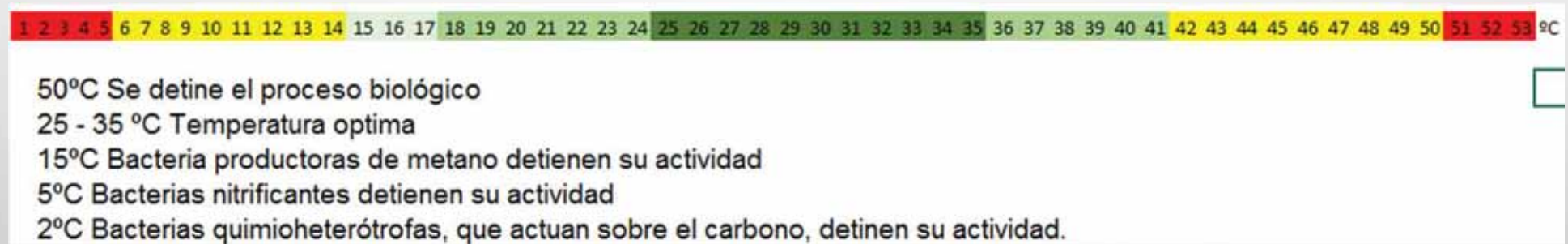
termopar

MEDICIÓN DE TEMPERATURA

- Los resultados de temperatura se expresan en °C. La unidad de medida en S.I. es el grado K.
- La medición de temperatura no precisa de una calibración previa del equipo antes de la medición.
- La mayoría de las sondas de pH, conductividad y oxígeno presentan una sonda propia de temperatura.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- El valor límite de vertido establecido para la temperatura en el Decreto 109/2015, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo-Terrestre de Andalucía es de un incremento inferior a 3°C, respecto de la temperatura del medio receptor. Medida es a 100 metros del punto de vertido y a 1 metro de profundidad.
- Los valores de temperatura en el agua residual dependerán de la zona y época del año en la que se realice la medición. Pudiendo movernos en un rango de entre 15 y 30 °C en casos ambientales extremos.
- Los valores de temperatura afectan al proceso biológico de depuración.



- Los vertidos urbanos nunca van a llegar a temperaturas que puedan llegar a afectar al proceso de depuración. Incluso teniendo aportes de vertidos industriales es extremadamente complicado que el agua llegue a la EDAR a una temperatura tan elevada.

MEDICIÓN DE OXÍGENO DISUELTO

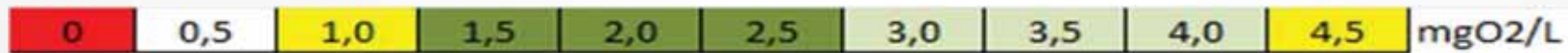


MEDICIÓN DE OXÍGENO DISUELTO

- Los resultados de oxígeno disuelto pueden expresarse en mg/l o en porcentaje de saturación
- Dependiendo del fabricante y las necesidades de exactitud en la medición es posible que sea necesario realizar una calibración en un 100% de saturación.
- La presión atmosférica influye en la medición, por lo que es necesario que el equipo disponga de un barómetro interno. En caso contrario será necesario introducir la presión en el equipo.
- La salinidad interfiere en la medición del oxígeno disuelto, por lo que para valores de conductividad superiores a los 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ será necesario realizar una corrección de salinidad.
- La temperatura es un factor determinante en la medición de oxígeno, a mayor temperatura menor es la capacidad del agua para disolver gases.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- No existe un valor límite de vertido para este parámetros.
- En los reactores biológicos el control de la cantidad de oxígeno disuelto uno de los valores críticos a controlar.



Valor óptimo 2 mg/L

Rango aceptable 1,5 y 4 mg/l

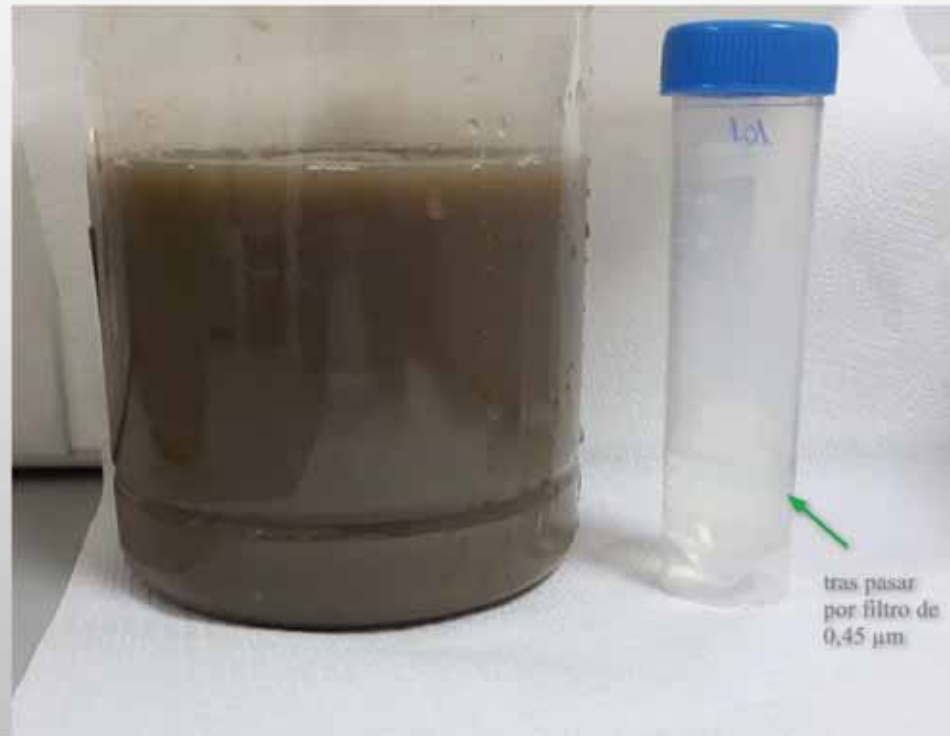
Por debajo de 1,5 riesgo de algas filamentosas

Por encima de 2,5 gasto innecesario de energía

- Es posible actuar sobre la estación de tratamiento mediante la correcta temporización de los sistemas de aireación.
- Es importante conocer la cantidad de oxígeno que existe en el reactor, siendo muy aconsejable caracterizar los niveles de oxígeno en las diferentes partes del reactor.
- Los sistemas de aireación se pueden automatizar para que se activen en función de la cantidad de oxígeno disuelto.

SÓLIDOS EN AGUAS RESIDUALES

- La característica física más importante de las aguas residuales son los sólidos totales.
- Los sólidos se determinan por métodos gravimétricos y dependiendo del tratamiento previo a la pesada se clasifican los distintos tipos de sólidos.



ESQUEMA SÓLIDOS

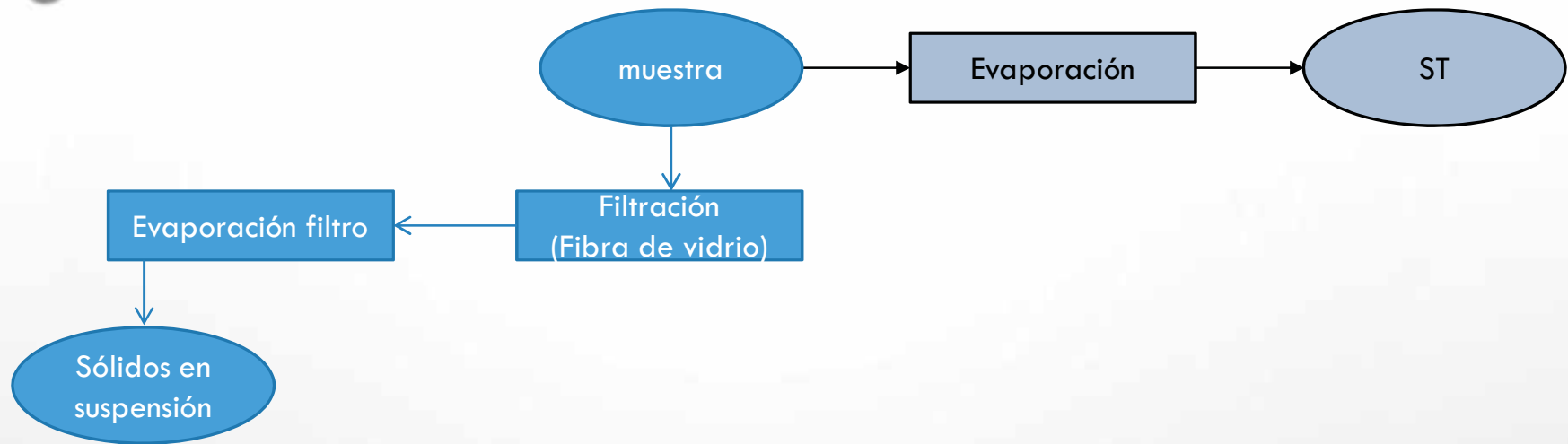


SÓLIDOS TOTALES (ST)

- Analíticamente se define como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación a una temperatura entre 103 y 105°C.
- Nos permite conocer cual es la cantidad total de sólidos que nos entra en la EDAR o en uno de los procesos, independientemente de la naturaleza del mismo.
- En el proceso de evaporación se pierden los sólidos que tengan una baja presión de vapor.



ESQUEMA SÓLIDOS

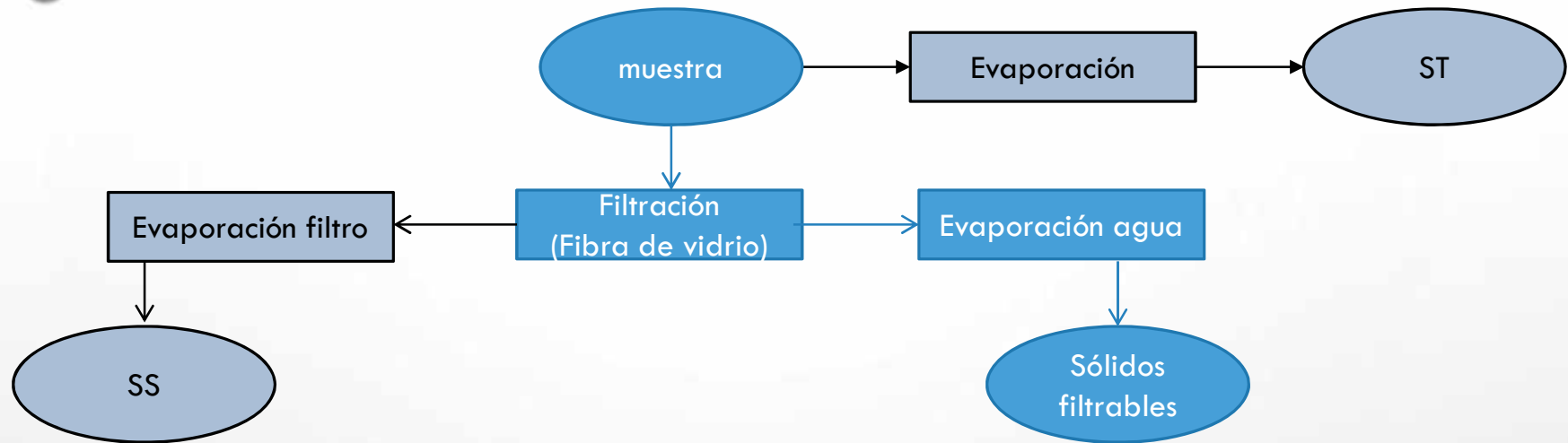


SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN (SS)

- Es la cantidad de sólidos no filtrables que tiene una muestra. Los resultados se expresan en mg/l.
- La muestra se hace pasar por un filtro de $1,2 \mu\text{m}$ y por diferencia de pesada del filtro, tras ser secado en una estufa a una temperatura de entre 103 y 105°C , determinamos la cantidad de sólidos en suspensión
- Es un parámetro de gran importancia en los procesos de depuración de las estaciones de tratamiento de aguas residuales , ya que se considera como un indicador de la contaminación del vertido.
- El límite de vertido, según lo establecido en el Real decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/95, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas. Es de 35mg/l
- En control de procesos nos permite calcular varios índices como Índice Volumétrico de Lodos, edad del lodo, relación food/mass, etc



ESQUEMA SÓLIDOS

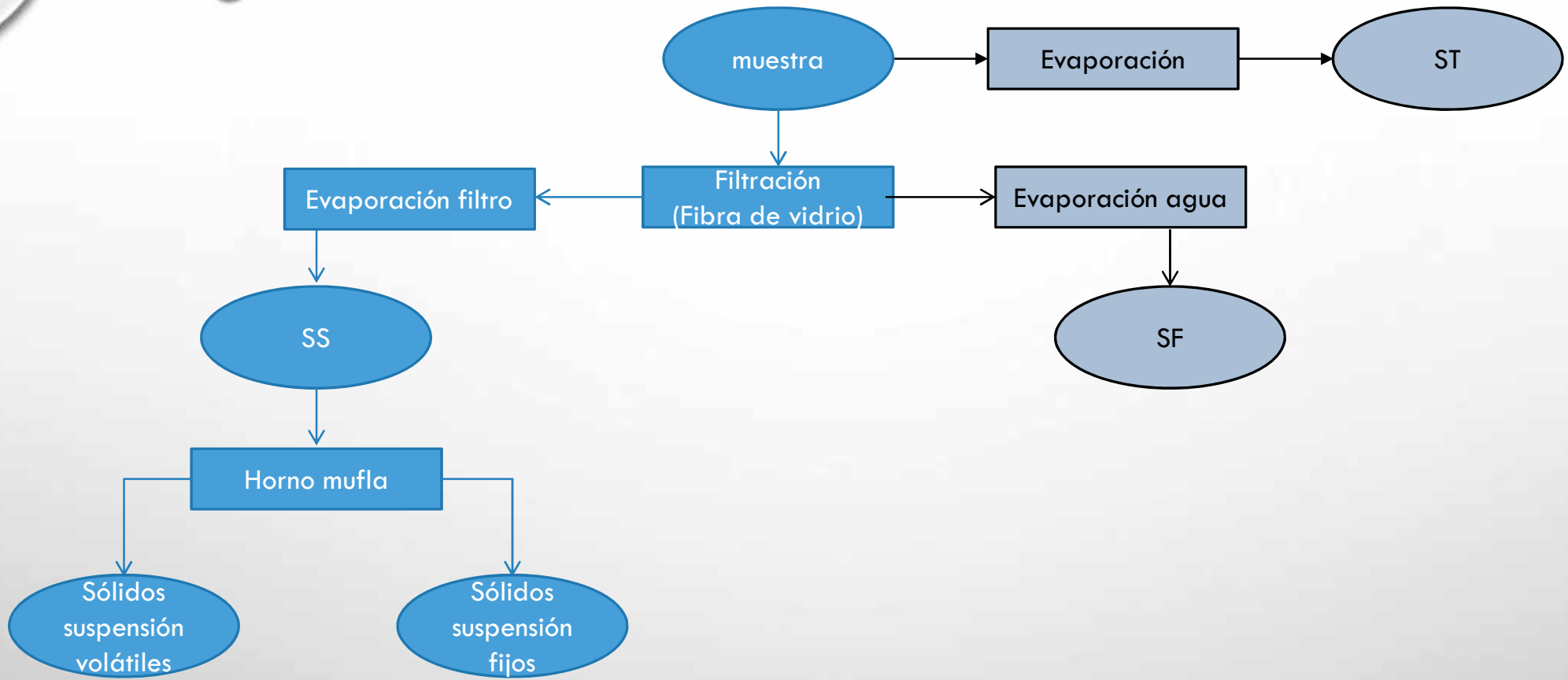


SÓLIDOS FILTRABLE (SF)

- Es la cantidad de sólidos que no han sido retenidos al pasar por un filtro de $1,2 \mu\text{m}$. Los resultados se expresan en mg/l .
- La muestra se hace pasar por un filtro de $1,2 \mu\text{m}$ el agua filtrada se lleva a sequedad en una estufa a una temperatura de entre 103 y 105°C , por diferencia de pesada de la capsula antes de incorporar el agua y tras el proceso de secado determinamos la cantidad de sólidos filtrables.
- Este tipo de sólidos no es posible eliminarlos mediante procesos mecánicos, por lo que sería necesario procesos de floculación u oxidación de la materia orgánica para su eliminación.



ESQUEMA SÓLIDOS



SÓLIDOS SUSPENSIÓN FIJOS (SSF) Y VOLÁTILES (SSV)

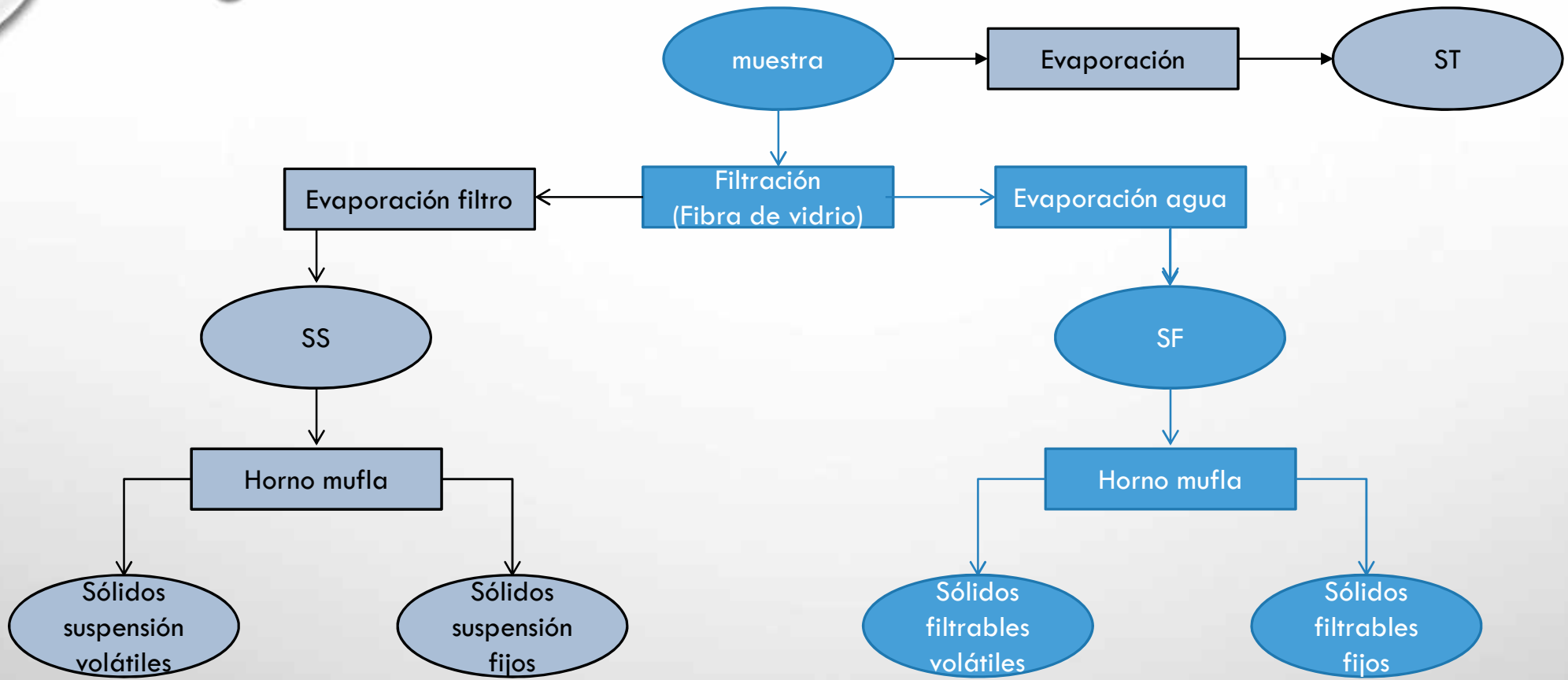
- **Sólidos en suspensión fijos (SSF)**, son la cantidad de sólidos en suspensión remanentes tras el proceso de incineración. $\frac{(C - B) * 1000}{V.muestra}$
- **Sólidos en suspensión volátiles (SSV)**, son la cantidad de sólidos en suspensión que se volatilizan tras el proceso de incineración. $\frac{(A - B) * 1000}{V.muestra}$

C, peso del filtro; B peso tras incineración; A peso tras secado a 105°C(SS)

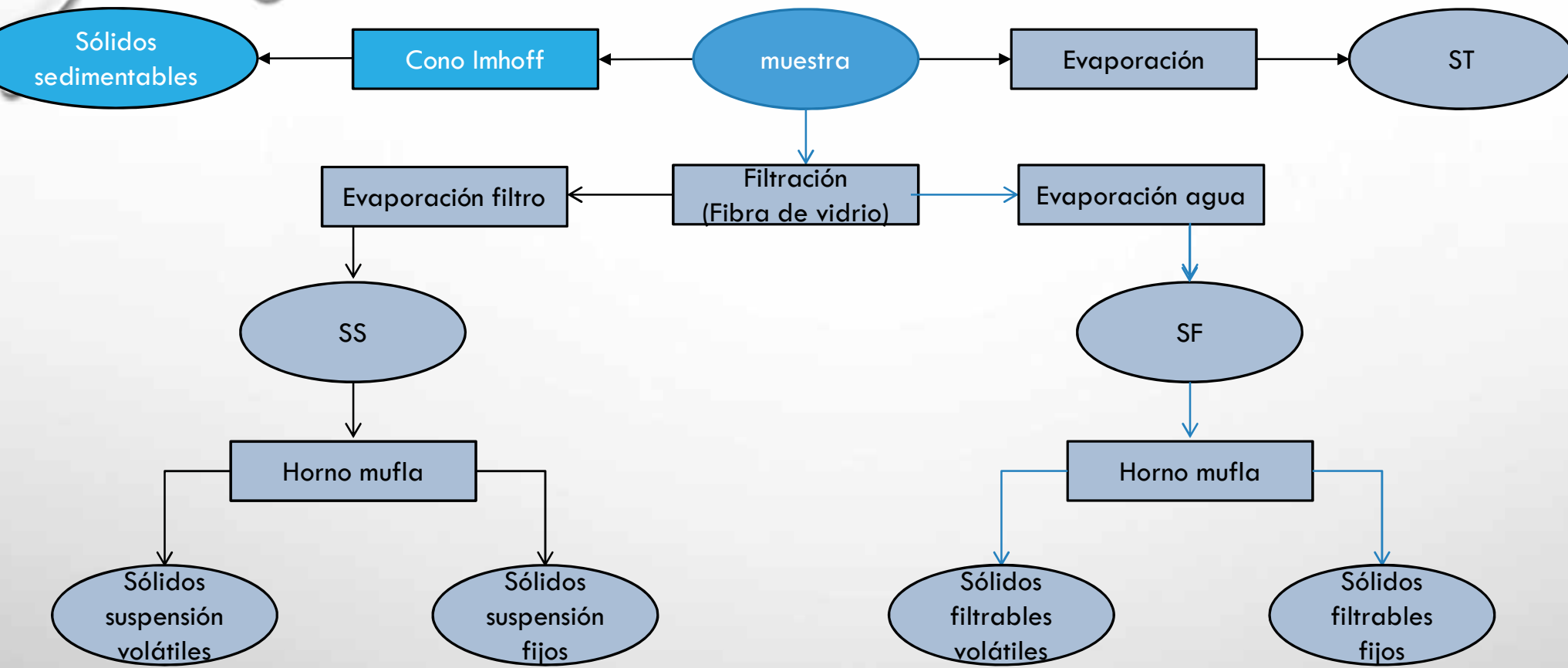
- Las muestras se incineran en un horno mufla a una temperatura de 550°C hasta peso constante.
- La determinación es útil para el control de procesos, ya que nos ofrece un cálculo aproximado de la cantidad de materia orgánica presente en la fracción sólida del agua residual.



ESQUEMA SÓLIDOS



ESQUEMA SÓLIDOS



SÓLIDOS SEDIMENTABLES

- Es la cantidad de materia que sedimenta de una muestra en un periodo de tiempo. Se suele medir en unidades de volumen (ml/l).
- La determinación se realiza dejando decantar la muestra en un cono Imhoff durante una hora.
- Es un ensayo de gran importancia y que debería ser realizado diariamente para ajustar la recirculación del sistema biológico.
- Índice de lodos (V30), es la determinación del volumen de lodos de una muestra de 1 litro sedimentado durante 30 min. Los valores de V30 en el reactor no deben ser menores al 15% ni superiores al 50%
- Índice volumétrico de lodos, medida para controlar si la velocidad de sedimentación del lodo es correcta. $IVL = \frac{V30 \cdot 1000}{SSLM}$

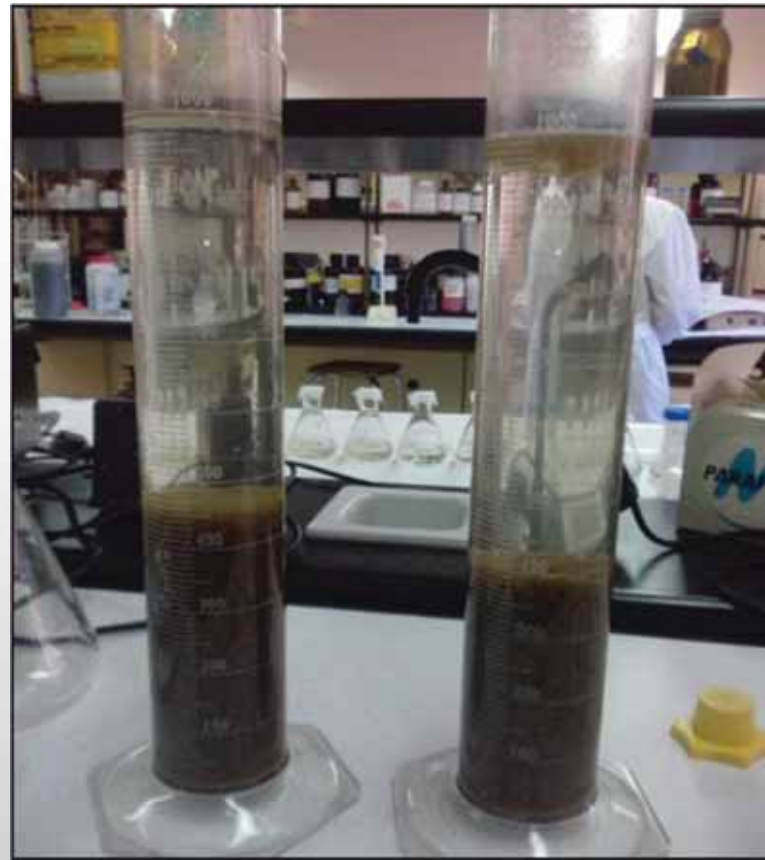
IVL (ml/g)	Sedimentabilidad	Características
<50	Mala	mala sedimentabilidad
80-150	Muy buena	Efluente bueno
150-200	Tolerable	Peligro de pérdida de lodo
200-400	Mala	Lodo con problemas (bulking filamentoso)
>400	Muy Mala	Pérdida total de lodo

SÓLIDOS SEDIMENTABLES

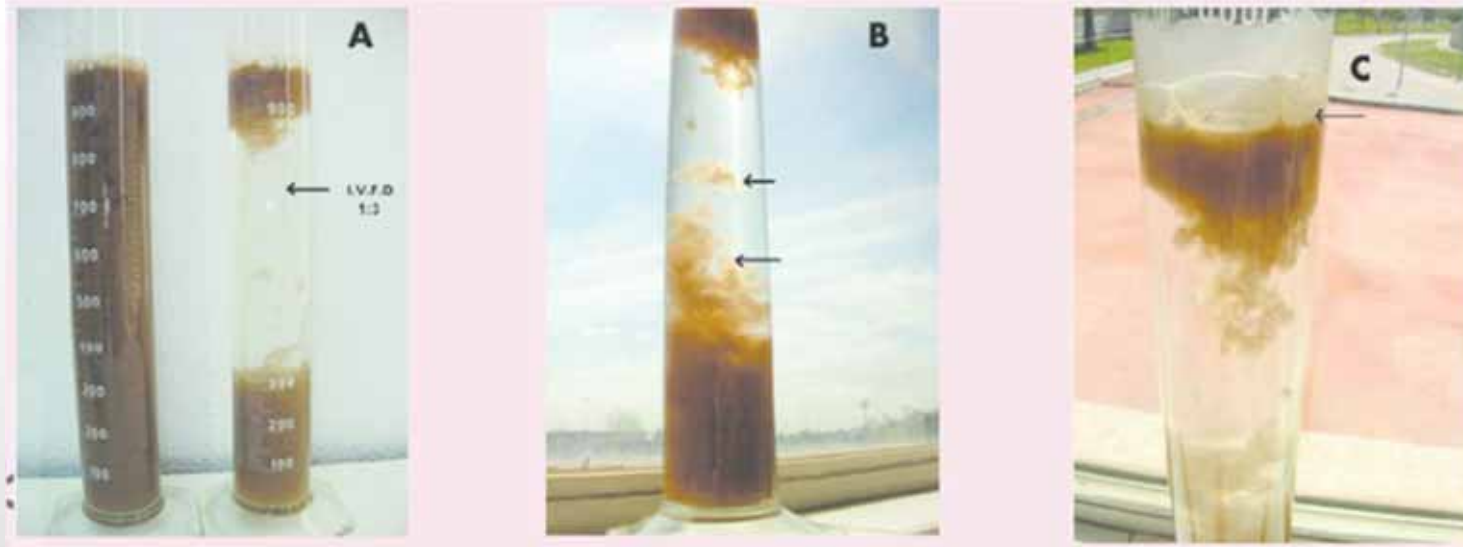
- Ensayo en cono Imhoff de sólidos disueltos.



Ensayo V30

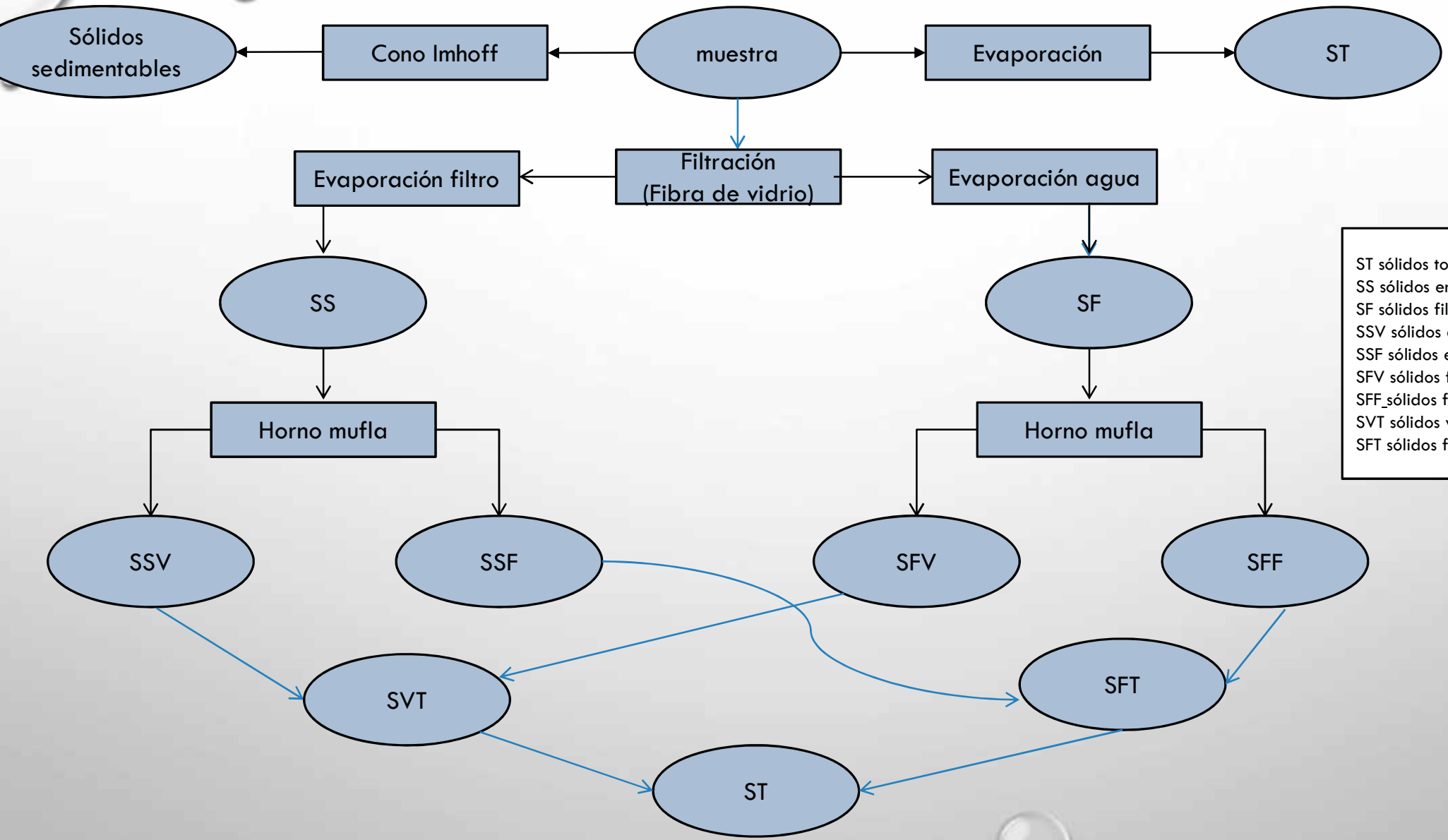


SÓLIDOS SEDIMENTABLES



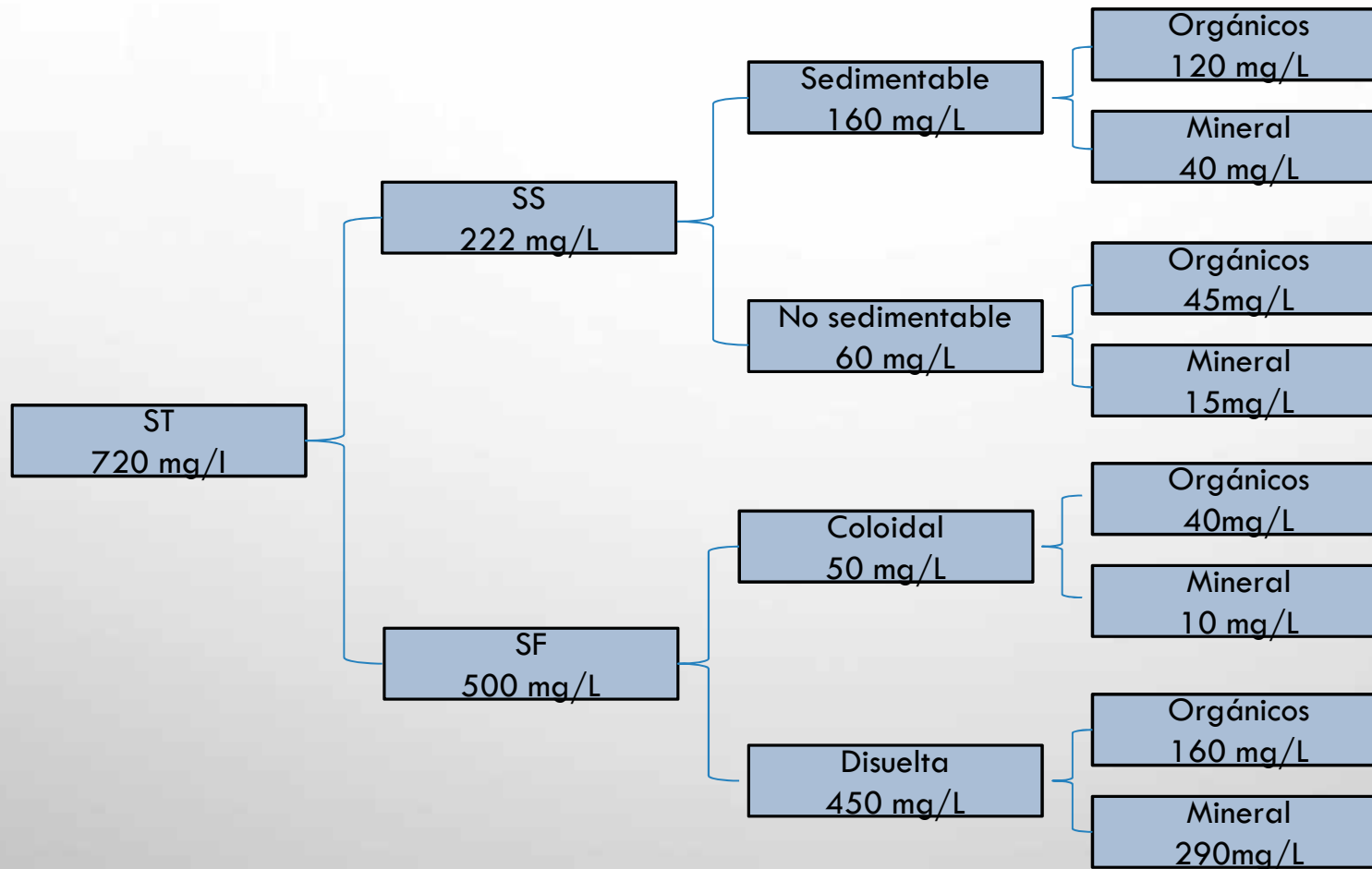
- **A** exceso de lodos, es necesario realizar una dilución 1:2 para cuantificar el volumen de lodos
- **B** levantamiento de la manta de fangos.
- **C** capa emulsionada en superficie

ESQUEMA SÓLIDOS



- ST sólidos totales
- SS sólidos en suspensión
- SF sólidos filtrables
- SSV sólidos en suspensión volátiles
- SSF sólidos en suspensión fijos
- SFV sólidos filtrables volátiles
- SFF sólidos filtrables fijos
- SVT sólidos volátiles totales
- SFT sólidos fijos totales

CONTENIDOS EN CONCENTRACIÓN MEDIA EN UN AGUA RESIDUAL (mg/L)



INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- Sólidos en suspensión altos en el vertido, (el valor límite establecido para SS en el RD 509/96 es 35 mg/l)
 - No se produce una buena sedimentación en el decantador secundario.
 - Mediante inspección visual comprobar que los sólidos no son flóculos escapados del decantador.
 - Realizar ensayos de sedimentabilidad de lodos.
 - Operaciones de limpieza en el tratamiento inadecuado, principalmente en las arquetas de registro.
 - Cambio o rastrillado de los lechos de turba.
 - Análisis de los SSV y los SSF, para identificar la naturaleza de los sólidos, si son mayoritariamente volátiles y por tanto de naturaleza orgánica, se puede actuar sobre los tiempos de retención o sobre el volumen de recirculación. En caso de ser sólidos fijos el estudio de las soluciones son más complicados.
- Sólidos sedimentables y V30. Si no se encuentran en los rangos aceptables, tendremos que ajustar el proceso biológico, modificando aireación, retirando espumas, modificando la recirculación, etc
- SSV, SSF;SFV y SFF. Nos permite conocer la naturaleza del sólido para determinar si es de origen orgánico o mineral, esto nos va a permitir ajustar mejor la recirculación.

MATERIA ORGÁNICA EN AGUAS RESIDUALES

- Como se ha visto en el esquema de valores medios de sólidos, el 75 por ciento de los sólidos en suspensión son de naturaleza orgánica, así como el 40 por ciento de los sólidos filtrables.
- Los componentes principales de la materia orgánica son el C, H, O y en menor medida N. también pueden estar presentes otros elementos como S, Fe o P.
- Los principales grupos son proteínas 40-60%, hidratos de carbono 25-50% y aceites y grasas 10%. También hay otros compuestos minoritarios como residuos plaguicidas, COV's etc.
- La urea, componente principal de la orina, tiene una elevada velocidad de descomposición, por lo que raramente lo veremos como tal en el agua residual salvo que sea de aportación muy reciente.

MEDIDA DEL CONTENIDO ORGÁNICO

- Se pueden diferenciar dos grandes grupos.
 - Métodos para la medición de concentraciones altas de materia orgánica $> 1 \text{ mg/l}$
 - DBO
 - DQO
 - COT
 - Métodos para la medición de concentraciones a nivel traza $< 1 \text{ mg/l}$
 - HPLC
 - Cromatografía de gases

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)

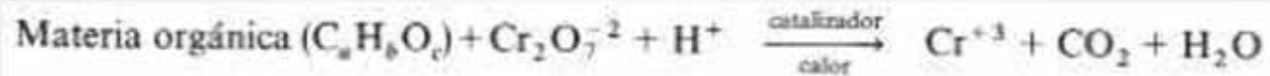
- La DBO se define como la cantidad de oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica de una muestra.
- El periodo normal de incubación es de 5 días, periodo en el que se consume aproximadamente entre el 60 y el 70 por ciento de toda la materia orgánica. En un periodo de 20 días se completa la oxidación del 95 a 99.
- La temperatura de incubación es de 20°C. Como un valor medio representativo de temperatura que se da en los cursos de agua que circulan a baja velocidad en climas suaves, y es fácilmente duplicada en un incubador.
- La muestra tiene acondicionada con una solución especialmente preparada de modo que se asegure la disponibilidad de nutrientes y oxígeno durante el periodo de incubación.
- En caso de muestras con baja población de microorganismos es necesario realizar una inoculación de la muestra para asegurar la oxidación bioquímica de la materia orgánica.
- Se adicionan inhibidores de nitrificación, para evitar el proceso de oxidación del NH_4 a NO_3

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)

- Es un indicador de la contaminación orgánica de los vertidos. El valor límite de vertido establecido para este parámetro en el RD 509/96 es de $25 \text{ mgO}_2/\text{L}$
- Determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.
- Permite dimensionar las estaciones de tratamiento de aguas residuales
- Permite medir la eficacia en los diferentes procesos de depuración y realizar ajustes.
 - Carga diaria de DBO5 ó materia orgánica que entra en el tanque biológico $\text{DBO5} \cdot Q$
 - Carga másica aplicada relación $\text{Kg DBO}_5/\text{Kg SSVLM} \cdot d = 0.05 - 1.5$
 - Carga volumétrica $\text{Kg DBO}_5/\text{m}^3 d = 0.16-0.40$
 - Relación Food/Mass (F:M) relación entre materia orgánica y microorganismos $\text{DBO}^*Q/\text{LMSSV}^*V_r = 0,05 - 1$

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

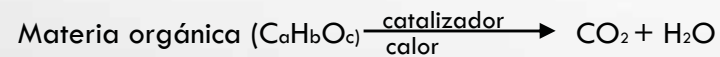
- La DQO se define como la cantidad de oxígeno disuelto que consumen en la oxidación química de toda la materia oxidable de una muestra.
- Bajo tales condiciones se oxida toda la materia oxidable presente en la muestra, incluso aquella que los microorganismos no son capaces de degradar.
- El método consiste en someter a la muestra a un agente químico oxidante fuerte (dicromato potásico) en un medio ácido a alta temperatura y en presencia de un catalizador (sulfato de plata)



- Es un indicador de la contaminación orgánica de los vertidos, tanto la materia biodegradable, como la que no lo es.
- El valor límite de vertido establecido para este parámetro en el RD 509/96 es de 125 mgO₂/L

CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT)

- El COT se define como la cantidad de carbono de naturaleza orgánica que hay contenida en la muestra.
- Este método está especialmente indicado cuando las concentraciones de materia orgánica son bajas.
- El ensayo se realiza llevando la muestra a un horno, cámara de combustión, a alta temperatura y en un medio químicamente oxidante. En presencia de un catalizador, el carbono orgánico se oxida a anhídrido carbónico el cual es medido mediante fotometría de infrarrojos.



INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- Valores altos de DQO y DBO5
 - El proceso de degradación de la materia orgánica no ha sido correcto.
 - Aumentar el tiempo de residencia del agua en el sistema biológico.
 - La relación F:M no es correcta habrá que aumentar la cantidad LMSS.
 - La cantidad de oxígeno en el reactor no es suficiente, comprobar oxígeno y ajustar la aireación.
- Valores altos de DQO y correctos de DBO5
 - La relación DQO/DBO5 es un indicador de tan biodegradable es el agua residual.
 - Relación aproximadamente igual a 2,5, indica que se trata de un agua muy biodegradable, pudiendo utilizarse sistemas biológicos como fangos activos y lechos bacterianos
 - Relación $2,5 < \text{DQO/DBO} < 5$. es un agua degradable, donde se puede utilizar sistemas biológicos.
 - Relación mayor de 5. indica que hay una fuerte presencia de materia oxidable que no es degradable. Los sistemas biológicos no son efectivos. Es más común en vertidos industriales.

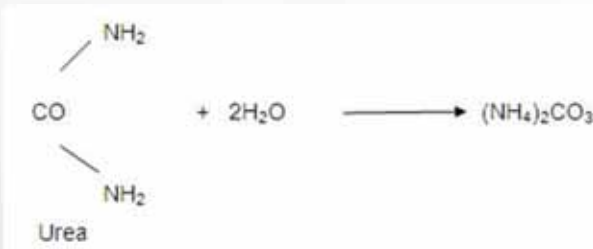
COMPUESTOS INORGÁNICOS. NUTRIENTES

- Los sistemas vivos requieren de nitrógeno y fósforo para desarrollarse, de hay que se conozcan como nutrientes. El nitrógeno se requiere para la síntesis celular, para la formación de nuevos tejidos. Mientras que el fósforo se requiere a nivel celular para el transporte de energía.
- El nitrógeno llega principalmente a las aguas residuales en forma proteica o urea.
- El fósforo presente en las aguas residuales urbanas, procede principalmente de materia fecal humana (50-65%), de los vertidos de residuos alimenticios y de los compuestos de fosfatos inorgánicos contenidos en los detergentes y productos de limpieza.
- En el sistema biológico, la relación de carga orgánica nutrientes debe ser aproximadamente.

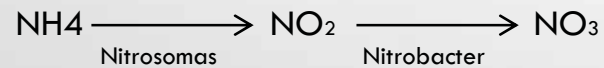
DBO : N : P	DOO : N : P
100 : 5 : 1	100 : 10 : 1

NITRÓGENO

- El nitrógeno lo podemos encontrar en el agua en forma de nitrógeno orgánico, $\text{NH}_3 \leftrightarrow \text{NH}_4$, NO_2 , NO_3
- El nitrógeno llega principalmente a las aguas residuales en forma proteica o urea que se descompone rápidamente.



- Por tanto el nitrógeno que llega a las estaciones de tratamiento de aguas residuales, lo hace principalmente en forma de amonio, que se oxida hasta llegar a nitratos.



- Evolución de los compuestos nitrogenados en un agua residual con el tiempo



NITRÓGENO

- $\text{NH}_3 \leftrightarrow \text{NH}_4$. A pH alcalinos el equilibrio se desplaza hacia la izquierda, predominando el ión amoníaco que es tóxico para los organismos incluso a bajas concentraciones. Por tanto tener un pH alto en nuestro sistema biológico no es recomendable.
- Nitritos (NO_2) Los nitritos son relativamente inestables y fácilmente oxidables a nitratos. Raramente superan el valor de 3 mg/L. Cuando tenemos valores altos de nitritos en la salida de la EDAR, indica que no se está dando correctamente el ciclo del nitrógeno en el sistema biológico, no existe una colonia suficiente de bacterias nitrobacter en el sistema.
- Nitratos (NO_3) Es la forma más oxidada del nitrógeno. Y la forma menos tóxica en la que se puede realizar el vertido. Puede facilitar el crecimiento de algas verdes.
- El valor límite de vertido establecido para la conductividad en el Decreto 109/2015, es de:

Parámetro	Aguas superficiales mg/l		
	Valor mensual	Valor diario	Valor puntual
Amonio	16,7	18,4	20
Nitritos	16	18	20
Nitratos	27	29,7	32

FÓSFORO

- Las formas más frecuentes en las que se presenta el fósforo en soluciones acuosas incluyen el ortofosfato, el polifosfato y los fosfatos orgánicos.
- Los fosfatos PO_4^{3-} son la forma más común en la que llega el fósforo a las aguas residuales, los polifosfatos mediante hidrólisis llegan a transformarse en fosfatos, aunque suele ser un proceso bastante lento-
- El fósforo es un componente esencial en la proliferación de algas. Niveles altos de fosfatos pueden causar un boom de microalga fotosintéticas y ocasionar problemas serios en el sistema de depuración. Este problema se agrava en verano debido a la mayor horas de irradiación solar y a la mayor temperatura del agua.
- La concentración de fósforo en aguas residuales suele ser de entre 4 y 15 mg/l
- El valor límite de vertido establecido para la conductividad en el Decreto 109/2015, es de

Parámetro	Aguas superficiales mg/l		
	Valor mensual	Valor diario	Valor puntual
Fósforo total	17	18,7	20

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- Valores de NH_4 y/o NO_2 altos en el vertido
 - No se está dando correctamente la oxidación del amonio.
 - No actuar y dejar que se establezcan las colonias de bacterias nitrificantes y nitrobacter.
- Valores altos de NO_3 .
 - Comprobar que la laguna anaerobia funciona correctamente, mediante la medición de oxígeno disuelto.
 - En sistemas de lagunaje, valores altos en la laguna de NO_3 produce algas y por tanto un aumento de los SS en el vertido, introducir más vegetación que compita con las algas por el nutriente.
- Valores altos de fosfatos.
 - No se puede actuar mediante ajustes en el tratamiento. Es necesario la instalación de equipos como resinas de intercambio.
 - En sistemas de lagunaje, valores altos en la laguna de PO_4 produce algas y por tanto un aumento de los SS en el vertido, introducir más vegetación que compita con las algas por el nutriente.