



Revisión bibliográfica

Ⓢ Aguas residuales

Aguas con composición variada que provienen de usos: municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, y la mezcla de ellas.

Ⓢ Condiciones particulares de descarga

Conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por la Comisión Nacional de Agua (CNA), con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

Ⓢ Límite máximo permisible

Valor o intervalo asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

Ⓢ Muestra compuesta

La resultante de mezclar el número de muestras simples, como se indica en la norma NMX-002. Para conformarla el volumen de cada una de las muestras simples debe ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.



④ Muestra simple

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición. El volumen de cada muestra simple necesario para formar la muestra compuesta se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VMSi = VMC \times (Qi/Qt)$$

Donde:

VMSi = volumen de cada una de las muestras simples “i”, litros.

VMC = volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, litros.

Qi = caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, litros por segundo.

Qt = $\sum Qi$ hasta Qn , litros por segundo.

④ Promedio Diario (P.D.)

Valor que resulta del análisis de una muestra compuesta. En grasas y aceites, es el promedio ponderado en función del caudal, y la media geométrica para los coliformes fecales, de los valores que resulten del análisis de cada una de las muestras simples tomadas para formar la muestra compuesta.



④ Promedio Mensual (P.M.)

Valor que resulte de calcular el promedio ponderado en función del caudal, de los valores que resulten del análisis de al menos dos muestras compuestas.

Las aguas residuales municipales deben ser reutilizadas o finalmente regresadas a cuerpos receptores. Sin embargo, una de las preguntas más complejas es, ¿qué nivel de tratamiento debe lograrse para asegurar la protección de la salud pública y del medio ambiente? Nos podemos basar en las normas que dictan los límites máximos permisibles de descarga de contaminantes a diferentes cuerpos receptores, aunque también deben considerarse las necesidades y condiciones locales.

Para empezar a considerar que métodos de tratamiento se necesitan aplicar a determinado caudal, es necesario realizar la caracterización del agua. A continuación se describirán los análisis comúnmente utilizados para determinar los constituyentes del agua residual.



Análisis	Uso / significado de resultados
Características físicas	
Sólidos totales	Determinan el potencial de reuso del agua cruda y el tipo de operaciones y procesos necesarios.
Sólidos volátiles totales	
Sólidos suspendidos totales	
Sólidos suspendidos volátiles	
Sólidos disueltos totales	Determinan los sólidos que se sedimentarán luego de cierto periodo de tiempo.
Sólidos disueltos volátiles	
Sólidos sedimentables	Regulan el comportamiento de los procesos.
Distribución del tamaño de partícula	
Turbidez	Determina la calidad del agua tratada.
Color	Determina la condición del agua.
Transmitancia	Determina la adaptabilidad del agua tratada a desinfección UV.
Olor	Determina si las emisiones de olor serán un problema.
Temperatura	Importante para el diseño y operación de procesos biológicos.
Conductividad	Determina el potencial del agua para aplicaciones agrícolas.

Tabla 1. Características físicas del agua.

Características químicas inorgánicas	
Amoniaco	Medida de los nutrientes presentes y del grado de descomposición en el agua; las formas oxidadas pueden tomarse como medida del grado de oxidación.
Nitrógeno orgánico	
Nitrógeno total Kjeldahl	
Nitritos	
Nitratos	
Fósforo inorgánico	
Fósforo total	
Fósforo orgánico	
pH	Medida de la acidez o alcalinidad de la solución acuosa.
Alcalinidad	Medida de la capacidad buffer del agua.
Cloro	Determina el potencial del agua para aplicaciones agrícolas.
Sulfatos	El potencial para formar olores.
Metales	Determinar el potencial de reuso del agua y los efectos tóxicos durante el tratamiento.

Tabla 2. Características químicas inorgánicas del agua.



Características químicas	
orgánicas	
Demanda bioquímica de oxígeno por 5 días	La cantidad de oxígeno requerida para estabilizar un desecho biológicamente en 5 días.
Demanda química de oxígeno	Utilizado como sustituto de DBO.
Demanda de oxígeno nitrogenado	Cantidad de oxígeno requerida para oxidar biológicamente el nitrógeno a nitrato.
Carbón orgánico total	Utilizado como sustituto de DBO.
Compuestos orgánicos específicos	Determina la presencia de determinados compuestos orgánicos y si se requerirán medidas especiales para su remoción.

Tabla 3. Características químicas orgánicas del agua.

Características biológicas	
Coliformes	Determina la presencia de bacterias patógenas y la efectividad del proceso de desinfección.
Microorganismos específicos	Determina la presencia de determinados organismos en relación con la operación de la planta y para el reuso del agua.
Toxicidad	Grado de toxicidad, aguda o crónica.

Tabla 4. Características biológicas del agua.

Existen diferentes métodos de tratamiento para las aguas residuales. Los métodos de tratamiento en los que predomina uso de fuerzas físicas, se conocen como operaciones unitarias y los métodos donde la remoción de contaminantes se logra por medio de reacciones químicas o biológicas se denominan procesos unitarios. En la actualidad las operaciones y procesos unitarios se combinan para dar como resultado diferentes niveles de tratamiento, como son los tratamientos: preliminar, primario, primario avanzado, secundario (con o sin remoción de nutriente) y tratamiento terciario.



A continuación se muestra un cuadro describiendo cada uno de los niveles de tratamiento.

Nivel de tratamiento	Descripción
Preliminar	Remoción de los constituyentes de mayor tamaño como: palos, arenas, material flotante, trapos y grasa que pueda causar problemas en la operación o mantenimiento.
Primario	Remoción de cierto porcentaje de sólidos suspendidos y materia orgánica.
Primario avanzado	Remoción total de sólidos suspendidos y materia orgánica, usualmente mediante filtración o adición de químicos.
Secundario	Remoción de material orgánico biodegradable y sólidos suspendidos, usualmente se incluye desinfección.
Secundario con remoción de nutriente	Remoción de material orgánico biodegradable, sólidos suspendidos y nutrientes como: fósforo, nitrógeno, o ambos.
Terciario	Remoción de sólidos suspendidos restantes del tratamiento secundario, usualmente por filtros granulares o microfiltros. También incluye desinfección y remoción de nutrientes.
Avanzado	Remoción de sólidos disueltos y suspendidos restantes del tratamiento biológico, usualmente cuando se requiere reutilizar el agua para diferentes aplicaciones.

Tabla 5. Niveles de tratamiento para aguas crudas.

Existe una gran variedad de procesos y operaciones unitarias que responden a la necesidad de remoción de los diferentes constituyentes presentes en las aguas residuales, por ejemplo:



Constituyente	Operación o proceso unitario
Sólidos suspendidos	Cribas Remoción de arenas Sedimentación Clarificación Flotación Precipitación química Filtración a profundidad Filtración superficial

Tabla 6. Operación / proceso unitario para remoción de sólidos suspendidos.

Material orgánico biodegradable	Crecimiento aeróbico suspendido Crecimiento aeróbico fijado Crecimiento anaeróbico suspendido Crecimiento anaeróbico fijado Lagunas Sistemas físico-químicos Oxidación química Oxidación avanzada Filtración por membranas
--	--

Tabla 7. Operación / proceso unitario para remoción de material orgánico biodegradable.

Nutrientes	
Nitrógeno	Oxidación química Nitrificación y desnitrificación Intercambio iónico
Fósforo	Tratamiento químico Remoción biológica
Nitrógeno y fósforo	Remoción biológica

Tabla 8. Operación / proceso unitario para remoción de nutrientes.

Patógenos	Compuestos clorados Dióxido de cloro Ozono Radiación Ultravioleta
------------------	--

Tabla 9. Operación / proceso unitario para remoción de patógenos.



Sólidos disueltos y coloides	Membranas Tratamiento químico
	Adsorción en carbono Intercambio iónico
Compuestos orgánicos volátiles	Adsorción en carbono y oxidación avanzada.

Tabla 10. Operación / proceso unitario para remoción de sólidos disueltos, coloides y compuestos orgánicos volátiles.

Olores	Filtros químicos Adsorción en carbono Biofiltros Filtros de composta
---------------	---

Tabla 11. Operación / proceso unitario para remoción de olores.

Dependiendo la composición del caudal y los requerimientos del efluente se lleva a cabo el diseño de una planta de tratamiento, sin embargo, como se mencionó anteriormente, no podemos dejar a un lado las necesidades locales. De esta manera, se consideran diferentes aspectos como: el área requerida o disponible para el proceso, el presupuesto y las normas federales.