

4 CRITERIOS DE DISEÑO

4.1 Del proceso:

El tren de procesos para el tratamiento del agua residual y de lodos cumplirá con los criterios establecidos en las presentes *BASES DE LICITACION*, lo que no se encuentre especificado en éstas, se aplicará lo establecido en los criterios de la última edición del Design of Municipal Wastewater Treatment Plants “WEF Manual of Practice No. 8 (Water Environment Federation)” MOP N° 8.

4.1 Criterios de diseño de procesos para el tratamiento del agua

A continuación se establecen los criterios de diseño para los procesos de tratamiento que se consideran viables, para cumplir con la normatividad establecida para la rehabilitación, ampliación y/o construcción de las PTAR, dichos criterios serán considerados por el *CONVOCANTE* para dictaminar las *PROPUESTAS* técnicas que presenten los *LICITANTES*. Lo anterior no exime al *LICITANTE GANADOR* de la responsabilidad en cuanto a la adecuada operación de las instalaciones y que además cumplan con el objetivo del *PROYECTO*.

4.1.1 Pretratamiento

Con la finalidad de separar del agua residual cruda los sólidos gruesos y finos, las arenas, que podrían interferir con la adecuada operación y eficiencia de los procesos subsecuentes, se diseñarán las instalaciones y obras civiles necesarias.

El pretratamiento podrá constar de rejillas gruesas, rejillas finas y desarenadores.

Para evitar la formación de espuma, que sea generada por el contenido de detergentes en el agua residual, se evitará al máximo puntos y zonas de agitación con mezcla de aire en las instalaciones hidráulicas y de proceso. En el caso de que lo anterior no sea posible, se diseñarán y construirán los dispositivos necesarios para el control de las espumas.

1 Cribado

Los sistemas de cribado a instalarse en las *PTAR* serán del tipo de limpieza automática, serán diseñados para el gasto máximo y se deberá controlar las siguientes variables:

- Nivel de agua residual en el canal.
- Peso de la carga hidráulica.
- Espesor del material retenido.
- Pérdidas de carga: máxima y mínima.
- Velocidad del influente (de aproximación).
- Frecuencia de limpieza de la criba.

1.1 Cribado fino

Después de las rejillas y con la finalidad de retener material fino se instalarán cribas finas cuya abertura será de acuerdo al diseño del Licitante, el equipo a instalar deberá ser del tipo de criba de limpieza mecánica de acero inoxidable.

1.2 Desarenadores

Los desarenadores de flujo horizontal para la remoción de las arenas se deberán diseñar considerando las siguientes características:

PARAMETRO	CRITERIO
Tiempo de retención a flujo medio (seg).	60
Velocidad horizontal (cm/s).	30
Densidad de las partículas a remover (g/cm ³)	2.65
Tamaño mínimo de las partículas a remover (mm)	0.21
Velocidad de sedimentación (m/min).	1.15
Area requerida (m ² /m ³ /s)	53

2 Control de olores

En los procesos pretratamiento y tratamiento primario del agua, así como en los de manejo de lodos se dejará una zona amortiguadora de olores de cuando menos las distancias marcadas en la tabla siguiente.

UNIDAD DE PROCESO DE TRATAMIENTO	DISTANCIA A CASAS HABITACION, m
Tanque de sedimentación.	120
Digestor de lodos.	150
Deshidratado de lodos.	150
Sitio de disposición de lodos.	150

3. Medición

Para la medición del gasto de agua residual en la entrada y salida de la *PTAR*, se diseñarán instalaciones y equipos adecuados, para el control del proceso y obtener la mayor eficiencia, así como racionalizar los recursos aplicables para el tratamiento del agua.

Las instalaciones y equipos de medición no permitirán la acumulación de sólidos, proporcionarán además datos que el *CONTRATISTA* considere indispensables para la operación y control de la *PTAR* en general y sus procesos, así como para generar la información requerida para elaborar los informes técnicos que se entregarán a la autoridad competente, según la legislación y normatividad vigente, además de la establecida contractualmente.

4.1.2 Sedimentación primaria

Se podrá utilizar sedimentación primaria en el tren de tratamiento de agua

CARGA SUPERFICIAL	CRITERIO m ³ /m ² /día
Tanques para sedimentación simple sin adición de químicos.	No más de 49 a flujo medio

Para esta unidad se debe de considerar una profundidad mínima en la pared lateral de 4.0 metros. No se permitirá la adición de químicos en esta unidad.

4.1.4 Reactor biológico

Los reactores biológicos de lodos activados convencional y completamente mezclado cumplirán con los siguientes criterios:

CONCEPTO	MODELO DE FLUJO		
	VARIANTE		
	Convencional.	Mezcla Completa.	Aereación Extendida
Tiempo de retención de sólidos.	5 – 15, días.	5 - 15, días.	20 - 30, días.
Relación de carga orgánica a sólidos.	0.2 - 0.4, kg DBO ₅ /kg SSVLM/día	0.2 - 0.6, kg DBO ₅ /kg SSVLM/día	0.05 - 0.15, kg DBO ₅ /kg SSVLM/día
Carga volumétrica.	0.32-0.64, kg DBO ₅ /m ³ /día.	0.8-1.92, kg DBO ₅ /m ³ /día.	0.1-0.4 kg DBO ₅ /m ³ /día.
Tiempo de retención hidráulico.	4 - 8, horas.	3 - 5, horas.	18 –36 horas.
Tasa de recirculación.	25 - 75, %.	25 - 100, %.	60-100, %.
Relación de producción de lodos	Mayor a 0.6 kg SSV/kg DBO removida	Mayor a 0.6 kg SSV/kg DBO removida	Mayor a 0.5 kg SSV/kg DBO removida

Los coeficientes cinéticos para procesos de lodos activados para el tratamiento de aguas residuales domesticas que deberán de considerar para el diseño de las propuestas, son los siguientes:

COEFICIENTES CINETICOS	CRITERIOS
K (d ⁻¹)	5
K_s (mg/l DBO ₅)	10
(mg/l COD)	20
Y (mg SSV / mg DBO ₅)	0.6
K_d (d ⁻¹)	0.12

En el diseño del proceso biológico deberá considerarse la temperatura mínima para el dimensionamiento de los reactores, y por otro lado deberá considerarse la temperatura máxima para el dimensionamiento de los equipos de aireación.

COEFICIENTES DE AJUSTE POR TEMPERTUR		CRITERIOS
K	(sin unidades)	1.07
K_s	(sin unidades)	1.00
K_d	(sin unidades)	1.04

El diseño del sistema de aeración deberá considerar los siguientes criterios mínimos de mezclado en el dimensionamiento del equipo.

MEZCLADO EN REACTORES BIOLOGICOS	CRITERIO
Con equipos de aire difuso.	20 – 30 m ³ /min/10 ³ m ³ .
Con aireadores mecánicos.	53 – 79 HP/10 ³ m ³ .

El diseño del proceso biológico deberá incluir remoción de nutrientes (nitrógeno y fósforo) de acuerdo a lo requerido en la norma NOM-001-ECOL-1996 para cuerpos receptores Tipo C. Deberán especificarse las remociones de dichos nutrientes en base a los balances de masa presentados en la memoria de cálculo del proceso, de acuerdo a procesos establecidos, y que se presentan en el manual WEF MOP-8.

4.1.5 Sedimentación secundaria

El diseño de la sedimentación secundaria deberá realizarse acorde a los siguientes criterios de diseño mínimos.

SEDIMENTADORES SECUNDARIOS PARA	A GASTO	
LODOS ACTIVADOS CON REACTOR MEZCLA COMPLETA	Medio	Máximo
Tasa superficial.	16 - 28 m ³ /m ² /día.	40-45 m ³ /m ² /día.
Carga de sólidos.	3.9- 5.8 kg/m ² /hora.	9.7 kg/m ² /hora.
LODOS ACTIVADOS TIPO CONVENCIONAL		
Tasa superficial.	< de 28 m ³ /m ² /día.	
Carga de sólidos.	No más de 5.9, Kg/m ² /hora.	
LODOS ACTIVADOS AIREACION EXTENDIDA		
Tasa superficial.	Menor de 16 m ³ /m ² /día.	Menor de 32 m ³ /m ² /día.

SEDIMENTADORES SECUNDARIOS PARA	A GASTO	
Carga de sólidos.	No más de 5.9, Kg/m ² /hora.	No más de 5.9, Kg/m ² /hora.

Para esta unidad se debe de considerar una profundidad mínima en la pared lateral de 4.0 metros.

4.1.6 Desinfección

Para desinfectar el efluente de la PTAR se deberá de considerar Cloro-gas..

1 Desinfección con cloro-gas

Requisitos generales

El diseño, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones de cloro se apegarán a los códigos, regulaciones y normas emitidas al respecto, entre otras las generadas por:

Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.	ASME
Normas Americanas para Prueba de Materiales.	ASTM
Asociación Americana de Explotación de Agua.	AWWA
Instituto de Cloro.	CI
Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.	IEEE
Código Nacional Eléctrico.	NEC
Asociación Nacional de Protección contra Incendios.	NFPA
Administración Ocupacional para la Salud y Seguridad.	OSHA
Agencia de Protección del Medio Ambiente de los E.U.	USEPA

Lo anterior es adicional al cumplimiento de códigos, regulaciones y normas mexicanas federales, estatales y municipales.

Para efectos del diseño de los procesos de tratamiento del agua en el caso de la desinfección, las dosis mínimas que se considerará en la *PROPUESTA* y tiempos de contacto de cloro, se indican a continuación.

CONCEPTO	DOSIS MINIMA PERMITIDA
Cloro (proceso biológico).	8 g/m ³ a flujo máximo 10 g/m ³ a flujo medio

Tiempo de retención en tanque de contacto de cloro a gasto medio	30 minutos
Tiempo de retención en tanque de contacto de cloro a gasto máximo	15 minutos

4.1.7 Tratamiento de lodos

1 Requerimientos de calidad de lodos estabilizados

Los lodos subproducto de los procesos de tratamiento del agua cruda, serán estabilizados y desinfectados al grado que cumplirán con los requerimientos del anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-004-ECOL-1999 que establece los límites máximos permisibles para los lodos provenientes del tratamiento de las aguas residuales, para su disposición o aprovechamiento y que a continuación se enlistan:

- Concentración límite metales pesados (Tabla 1 de la NOM-004).
- Reducción de patógenos a clase "A" o clase "B" (Tabla 2 y Tabla 3 de NOM-004).
- Cumplir con una de las opciones mostradas en el apéndice normativo A de la NOM-004 para la reducción de vectores de atracción.

1.1 Concentración límite de metales pesados

En la siguiente tabla se presentan las concentraciones límite de metales pesados en miligramos por kilogramo de lodos, determinadas a partir del peso seco.

CONTAMINANTE	CONCENTRACION mg/kg
Arsénico	41
Cadmio	39
Cobre	1,500
Cromo	1,200
Plomo	300
Mercurio	17
Níquel	420

Selenio	36
Zinc	2,800

1.2 Reducción de patógenos

Los lodos deben ser tratados mediante alguno de los siguientes procesos, los cuales reducen los patógenos significativamente:

- Digestión aerobia.

La media geométrica de siete muestras de lodo tratado deberá ser menor a 2×10^6 (NMP/g sólidos totales) o 2×10^6 (UFC/g sólidos totales) de coliformes fecales.

1.3 Opciones para la reducción de vectores de atracción

- Reducir el contenido de sólidos volátiles en los biosólidos a un 38%.
- Secar los lodos estabilizados a contenidos mayores del 75 % de sólidos.

1.4 Criterios de diseño de procesos para el tratamiento de lodos

Concentración para diversos tipos de lodos.

No se aceptarán diseños que consideren concentraciones de sólidos por arriba de las indicadas, en los casos en que aplique:

CONCENTRACION DE: LODOS	%
Del sedimentador primario convencional	< 5
Del sedimentador primario y purga de lodo activado	< 4
Lodo activado sin sedimentación primaria	< 1.3
Lodo activado con sedimentación primaria	< 0.8
Del primario espesado por gravedad	< 8
Del primario y purga de lodos activado espesado por gravedad	< 4
Del primario y filtro rociador espesado por gravedad	< 5

El diseño del sistema de aireación deberá considerar criterios mínimos de mezclado de acuerdo al manual WEF MOP-8.

1.5 Desaguado de lodos

El desaguado de lodos producto del tratamiento de las aguas residuales deberá efectuarse por medio de operaciones.

Los criterios de diseño de los equipos y unidades de desaguado deberán de ajustarse a lo establecido la última edición del Design of Municipal Wastewater Treatment Plants "WEF Manual of Practice No. 8 (Water Environment Federation)" MOP N° 8.

1.6 Disposición superficial de los lodos

En caso de utilizar los lodos en la agricultura:

- El *CONTRATISTA* deberá apegarse a lo establecido en el Anteproyecto de la NOM-004-ECOL-1999, particularmente en las Especificaciones identificadas como 4.9, 4.10, 4.14 y 4.17.
- El *CONTRATISTA* se hará cargo del manejo y conducción del agua de drenaje.
- El *CONTRATISTA* deberá considerar los costos de construcción, arreglo y mantenimiento de caminos para el transporte y recuperación de los lodos para su futura aplicación.
- Todos los costos relacionados con la disposición superficial de los lodos serán considerados como costos de operación y mantenimiento y no se incluirán en los costos de inversión.

4.1.8 Análisis para control de los procesos

El *CONTRATISTA* recolectará todas las muestras y realizará todas las mediciones, inspecciones, análisis y pruebas de laboratorio necesarias para comprobar que está cumpliendo con los límites máximos permisibles requeridos por las dependencias normativas en la materia [PROFEPA, INE y CNA], o por cualquier otra relacionada con la administración eficiente y efectiva de la operación.

El *CONTRATISTA* preparará, entregará y proporcionará todos los datos e informes que exijan las dependencias normativas y pagará todas las

multas que se determinen en contra de la *PTAR*, por falla de las instalaciones para satisfacer los requisitos de calidad de las aguas residuales tratadas, especificados en estas *BASES DE LICITACION*.

Para determinar el cumplimiento de los límites máximos permisibles señalados en el punto 2.1.2, se aplicarán los métodos de prueba y muestreo establecidos en las Normas Mexicanas:

- Norma Mexicana NMX-AA-3 Aguas residuales - Muestreo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.
- Norma Mexicana NMX-AA-5 Aguas - Determinación de grasas y aceites - Método de extracción soxhlet, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto de 1980.
- Norma Mexicana NMX-AA-6 Aguas - Determinación de materia flotante - Método visual con malla específica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de diciembre de 1973.
- Norma Mexicana NMX-AA-8 Aguas - Determinación de pH - Método potenciométrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.
- Norma Mexicana NMX-AA-42 Aguas - Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales - Método de tubos múltiples de fermentación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de junio de 1987.
- Norma Mexicana NMX-AA-46 Aguas - Determinación de arsénico en agua-Método espectrofotométrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de abril de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-51 Aguas - Determinación de metales - Método espectrofotométrico de absorción atómica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de febrero de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-57 Aguas - Determinación de plomo - Método de la ditizona, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de septiembre de 1981.
- Norma Mexicana NMX-AA-58 Aguas - Determinación de cianuros - Método colorimétrico y titulométrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de diciembre de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-60 Aguas - Determinación de cadmio - Método de la ditizona, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de abril de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-64 Aguas - Determinación de mercurio - Método de la ditizona, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de marzo de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-66 Aguas - Determinación de cobre - Método de la neocuproína, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de noviembre de 1981.

- Norma Mexicana NMX-AA-78 Aguas - Determinación de zinc - Métodos colorimétricos de la ditizona I, la ditizona II y espectrofotometría de absorción atómica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 1982.
- Técnica para la determinación y cuantificación de huevos de helminto establecida en el anexo 1 de la NOM-001-ECOL-1996.

Para los parámetros que no estén normados, su método de determinación será establecido de común acuerdo entre el *LICITANTE*, el *CONTRATANTE* y la parte normativa.