



Identificación, actualización e integración de información de fuentes de contaminación puntual como base para la toma de decisiones en materia de inspección y vigilancia ambiental en el Área de Intervención Prioritaria del Río Santiago

Sección 5

Metodología de selección de descargas de agua residual para su caracterización



CONTENIDO

5.1	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE 150 UNIDADES ECONÓMICAS PARA CARACTERIZACIÓN	5-1
5.2	PARÁMETROS ANALIZADOS.....	5-2
5.3	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO POR PARTE DEL LABORATORIO ACREDITADO.....	5-3
5.3.1	<i>Materiales requeridos para el muestreo.....</i>	<i>5-4</i>
5.3.2	<i>Métodos para el muestreo</i>	<i>5-5</i>
5.4	LIMITACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE MUESTRAS.....	5-7

Una vez obtenidos los datos de las 500 unidades económicas visitadas y analizada la información de cada una de ellas respecto a su actividad económica, el uso del agua en sus actividades y procesos, así como los sistemas de tratamiento aplicados previo a su descarga, y el tipo y destino final del agua residual, se seleccionaron las unidades económicas prioritarias para caracterización de sus descargas por medio de un muestreo instantáneo y análisis por parte de un laboratorio acreditado ante la *Entidad Mexicana de Acreditación* (EMA).

5.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE 150 UNIDADES ECONÓMICAS PARA CARACTERIZACIÓN DE SUS DESCARGAS

Como parte de una primera etapa, se seleccionaron las unidades económicas que cumplieran con los siguientes requisitos:

- La descarga proviene de procesos industriales, por tanto, se excluyen las descargas de servicios y sanitarias.
- La descarga llega a un cuerpo de agua superficial (arroyo, río, lago, laguna, presa, etc.), se excluyen las descargas a alcantarillado municipal o estatal, así como aquellas utilizadas para riego de áreas verdes o riego agrícola.

Sin embargo, con base en la información recabada por medio del **Anexo I**, se detectó que, de las 510 unidades económicas visitadas, únicamente 28 cumplían de manera estricta con los criterios mencionados anteriormente para su muestreo y caracterización.

Por lo que, para cumplir con el objetivo de caracterizar 150 descargas, se solicitó a la *Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente* (PROEPA) que se tomaran en cuenta los siguientes criterios que se consideraron relevantes de acuerdo con lo observado en los trabajos de campo:

- Incluir las unidades económicas que descargan a alcantarillado municipal o estatal, pero que llevan a cabo procesos que generan ciertos contaminantes que, de no contar con un adecuado tratamiento de sus descargas, pudieran llegar a desestabilizar las *Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales* (PTAR) a las que son conducidas (industrias químicas, aguas residuales con metales pesados, entre otros).
- Incluir las descargas de fraccionamientos y complejos habitacionales ya que generan un caudal importante de agua residual, y muchos de ellos no cuentan con PTAR o no está operando y, de aquellas que sí operan, se desconoce el control que se lleve a cabo para asegurar que cumplan con los límites máximos permisibles.
- Incluir parques industriales, aun cuando las unidades económicas instaladas en los mismos declararan no utilizar agua en sus procesos, esto por las actividades propias de una instalación industrial, así como la conglomeración de naves industriales, lo cual resulta en un caudal importante de agua residual.

Metodología de selección de descargas de agua residual para su caracterización

- Incluir colectores de aguas residuales municipales dentro del Área Metropolitana de Guadalajara que no llegan a una PTAR y son descargadas directamente al río Santiago.

Asimismo, con el objetivo de identificar descargas municipales no conducidas, se trabajó con una brigada de reconocimiento formada por 2 integrantes de la empresa consultora, quienes realizaron recorridos en los cuerpos de agua (ríos, arroyos) cercanos a las principales poblaciones de los municipios que integran el área de estudio.

De esta manera se recorrieron e identificaron descargas de aguas residuales municipales sin tratamiento en los siguientes puntos principalmente:

- Barranca de Huentitán (en los municipios de Zapopan, Guadalajara y Tonalá)
- Arroyo de El Ahogado (en el municipio de El Salto)
- Canal de Las Pintas (en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga)
- Río los Sabinos (en el municipio de Atotonilco el Alto)

Utilizando los criterios descritos anteriormente, se seleccionaron 150 puntos de muestreo, mismos que se clasificaron de la siguiente manera.

Tabla 5-1 Número de muestreos realizados por clasificación del punto de descarga

Clasificación del punto de descarga	Cantidad
Descargas directas de unidades económicas	43
Parques industriales	2
Descargas industriales a alcantarillado/ red de drenaje municipal	12
Fraccionamientos habitacionales	34
Descargas municipales sin tratamiento	33
Colectores municipales con descarga industrial	2
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales	22
Cuerpos de agua con clara presencia de agua residual	2
<i>Total</i>	150

5.2 PARÁMETROS ANALIZADOS

Se llevó a cabo el análisis de un total de 150 muestras instantáneas de aguas residuales, de las cuales se midieron los siguientes parámetros:

1. Temperatura
2. Potencial hidrógeno (pH)
3. Sólidos sedimentables
4. Grasas y aceites

Metodología de selección de descargas de agua residual para su caracterización

5. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
6. Demanda química de oxígeno (DQO)
7. Sólidos suspendidos totales
8. Nitrógeno total
9. Fósforo total

Adicionalmente, de las 150 muestras tomadas, se seleccionaron 25 para la determinación de metales pesados y cianuro, que incluyen los siguientes parámetros:

1. Cianuro como CN
2. Cadmio
3. Cobre
4. Cromo total
5. Níquel
6. Plomo
7. Zinc
8. Arsénico
9. Mercurio

Para la selección de las muestras en las que se analizarían metales pesados y cianuro, se consideraron los siguientes criterios:

- Actividad de la unidad económica (industria química o de procesos metálicos)
- Descargas de parques industriales
- Descargas municipales con predominancia de aguas industriales
- Descargas de rellenos sanitarios

5.3 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO POR PARTE DEL LABORATORIO ACREDITADO

Para la toma de muestras y su posterior análisis se subcontrataron los servicios de un laboratorio con acreditación por parte de la *Entidad Mexicana de Acreditación* (EMA). Previo a realizar los trabajos de muestreo, se identificaron, de acuerdo con la información recabada durante el levantamiento en campo, los requerimientos específicos para el muestreo de cada una de las descargas. Los requerimientos identificados se clasificaron en los siguientes tres puntos:

- El acceso a la descarga requiere de autorización por parte de un tercero (personal de la unidad económica, operador de la PTAR, autoridad municipal o estatal).
- Se solicita un oficio dirigido al personal de la unidad económica para autorizar la toma de la muestra.
- Se requiere del acompañamiento por parte de personal del área de Ecología o Medio Ambiente del municipio para la ubicación y el acceso al punto de muestreo.

Una vez identificados los requerimientos para el acceso al punto de muestreo, se llevaron a cabo las gestiones administrativas necesarias para cada día en que se programaron los mismos. En los casos en que no fue posible obtener esto, se tomó una muestra en la corriente de agua más cercana señalando esto en la identificación de la muestra y la posible procedencia de la unidad económica en cuestión. Se recomienda que esto sea confirmado o desechado por estudios posteriores.

El muestro de las descargas se llevó a cabo de conformidad con las Normas Mexicanas *NMX-AA-003-1980 Aguas Residuales – Muestreo*, y la *NMX-AA-014-1980 Cuerpos receptores – Muestreo*, según correspondía a cada punto muestreado. Las normas aplicadas en el análisis de los parámetros muestreados fueron:

1. Conductividad: NMX-AA-093-SCFI-2018
2. Fósforo total: NMX-AA-029-SCFI-2001
3. pH: NMX-AA-008-SCFI-2016
4. Sólidos sedimentables: NMX-AA-004-SCFI-2013
5. Sólidos suspendidos totales NMX-AA-034-SCFI-2015
6. Temperatura: NMX-AA-007-SCFI-2013
7. Demanda bioquímica de oxígeno: NMX-AA-028-SCFI-2001
8. Demanda química de oxígeno: NMX-AA-030/2-SCFI-2011
9. Cianuro: NMX-AA-058-SCFI-2001
10. Grasas y aceites: NMX-AA-005-SCFI-2013
11. Cadmio, cobre, cromo total, níquel, plomo, zinc, arsénico, mercurio: NMX-AA-051-SCFI-2016

5.3.1 Materiales requeridos para el muestreo

- Recipientes inertes de vidrio y de polietileno de 1 litro de capacidad con tapa
- Muestreador manual de acero inoxidable
- Cubeta
- Hielera con hielo
- Medidor de flujo
- Varilla graduada para medición de flujo
- Potenciómetro
- Termómetro
- GPS
- Guantes
- Hojas de campo y cadena de custodia
- Etiquetas para identificación de las muestras
- Cámara fotográfica
- Material de laboratorio (reactivos, pipeta, pissetas con agua destilada)

5.3.2 Métodos para el muestreo

El muestreo se lleva a cabo de manera tal que se aseguren las condiciones y validez de la muestra, para que ésta sea representativa respecto a las condiciones y composición del punto en el que se toma la misma. Los muestreos realizados fueron de muestras simples, que consisten en muestras individuales tomadas en un tiempo y lugar determinado, por lo que la muestra representa la composición del agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su captación.

El procedimiento para la toma de las muestras fue llevado a cabo como se menciona a continuación:

12. Al llegar al punto de muestreo, se llena en la hoja de campo la siguiente información:
 - a. Nombre de la muestra
 - b. Número de identificación
 - c. Fecha y hora de muestreo
 - d. Ubicación de la muestra (coordenadas con GPS)
13. Se etiquetan los recipientes con el nombre de la muestra, fecha y hora del muestreo. El número y tipo de recipientes a llenar depende del tipo de análisis (parámetros básicos o con metales pesados y cianuro).
14. Se instala el medidor de flujo en la varilla graduada y se posiciona en la corriente de la descarga para medir la velocidad del agua, se mantiene fijo el sensor en el sitio hasta que se obtenga una medición estable y se registra la velocidad de la descarga.
15. Se calcula el área de sección del conducto de descarga y el tirante del agua para calcular el caudal utilizando la lectura de la velocidad de la descarga.
16. Se toma un poco de agua directamente de la descarga utilizando el muestreador manual para realizar el enjuague de los recipientes. Se enjuaga cada uno de los recipientes utilizando la misma agua de la descarga, repitiendo el procedimiento 3 veces.
17. Una vez que han sido enjuagados los recipientes, se toma la muestra llenándolos de agua, transfiriendo el agua del muestreador manual al recipiente cuidando que no se contamine con agentes externos. Se llena el número de recipientes requeridos de acuerdo con los parámetros que se medirán en cada muestra conforme los procedimientos establecidos por el laboratorio, adicionalmente, se toma una muestra de control para cumplir con los estándares del sistema de calidad.
18. Inmediatamente después de la toma de muestra, se mide la temperatura, el pH y la conductividad y se registran en la hoja de campo.
19. Se adicionan a las muestras, los reactivos para su preservación de acuerdo con los métodos de prueba publicados para cada parámetro (**Tabla 5-2**), se cierran perfectamente los recipientes para evitar derrames y se colocan en la hielera con hielo para mantenerlos a una temperatura de 4°C.
20. Las muestras son llevadas al laboratorio para su análisis.

Tabla 5-2 Métodos de preservación durante la toma de muestras

Número de frasco	Método de preservación	Parámetros
Frasco 1 – Físicoquímicos	Refrigeración a 4°C	Conductividad Fósforo total pH Sólidos sedimentables Sólidos suspendidos totales
Frasco 2 – DBO	Refrigeración a 4°C	Demanda Bioquímica de Oxígeno
Frasco 3 – DQO-Nitrógenos	Adición de H ₂ SO ₄ hasta pH<2, refrigeración a 4°C	Demanda Química de Oxígeno Nitrógeno total
Frasco 4 – Cianuros	Adición de NaOH hasta pH>12, refrigeración a 4°C	Cianuro como CN
Frasco 5 – Grasas y Aceites	Adición de HCl hasta pH<2, refrigeración a 4°C	Grasas y Aceites
Frasco 6 – Metales	Adición de HNO ₃ hasta pH<2, refrigeración a 4°C	Cadmio Cobre Cromo total Níquel Plomo Zinc
Frasco 7 – Arsénico	Adición de HNO ₃ hasta pH<2, refrigeración a 4°C	Arsénico
Frasco 8 – Mercurio	Adición de HNO ₃ y K ₂ Cr ₂ O ₇ hasta pH<2, refrigeración a 4°C	Mercurio

Es importante mencionar que el personal del laboratorio se encuentra acreditado ante la EMA para la toma de muestras bajo la *NMX-AA-003-1980* y la *NMX-AA-014-1980*. El análisis fue realizado por el mismo laboratorio, utilizando los procedimientos y métodos aprobados para cada una de las muestras conforme lo autoriza su acreditación ante la EMA.

5.4 LIMITACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE MUESTRAS

Durante los trabajos realizados para la toma de muestras se tuvieron las siguientes limitaciones que impidieron, en algunos casos, la toma de la muestra en el punto propuesto:

1. Al llegar a la descarga de la unidad económica, se observó que ésta provenía únicamente de servicios y no del proceso industrial.
2. El personal de la unidad económica no permitió el acceso para la toma de muestras con la justificación de que el equipo consultor no contaba con las atribuciones legales para realizar esta actividad.
3. No se proporcionó información sobre la ubicación del punto de descarga por parte de la unidad económica y el mismo no pudo ser identificado por el personal que realizó los muestreos.
4. No hubo acceso seguro al punto de descarga por alguno de los siguientes factores:
 - a. Se encontraba en propiedad privada.
 - b. El acceso era restringido por estructuras constructivas (vallas, rejas, muros).
 - c. Las condiciones topográficas del terreno imposibilitaban el acceso.
 - d. Se encontraba un cuerpo de agua o vegetación abundante que obstaculizaba el acceso.
5. Al momento del muestreo, el punto seleccionado no se encontraba descargando agua residual.
6. Se tenía sospecha de descarga a cuerpo de agua, sin embargo, se encontró que el agua residual se utilizaba para riego por lo que se infiltraba al subsuelo.

Cuando la descarga no pudo ser muestreada por alguna de las situaciones anteriormente descritas, el punto era sustituido por otro que cumpliera con los criterios establecidos para considerarse de interés para el estudio. El programa de muestreo consistió en un periodo de 30 días de trabajo de campo, durante los cuales se recolectó un promedio de 5 muestras diarias para completar el total de 150 descargas caracterizadas. La evaluación de los resultados de los análisis de las muestras tomadas se presenta en la **Sección 8** del presente estudio.