



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIÓN EN  
INGENIERÍA CIVIL

---

---

**CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN PEQUEÑAS SALAS  
DE BELLEZA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL MUNICIPAL DE  
UNA ZONA URBANA**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA**

**P R E S E N T A**

**ING. NURIA BELEM CARRANCO TOLEDO**

**T U T O R**

**DR. ENRIQUE CÉSAR VALDEZ**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por haberme permitido realizar cada uno de mis sueños hasta este día.

A mi Universidad y profesores, por todos los conocimientos brindados.

A mis padres que gracias a su apoyo incondicional y amor, he logrado todo lo que me he propuesto.

Mami, sin ti nada de esto hubiera sido posible, has estado cada uno de los días cuidando de mí, apoyándome y recordándome que todo es posible si así me lo propongo. No tengo manera de agradecer todo lo que me has dado, sin ti no sería lo que soy, ni estaría en donde estoy.

Pa, gracias por darme la fortaleza que en días difíciles he necesitado y que solo un papá sabe dar.

A mi hermana, quien ha sido mi cómplice durante toda la vida, gracias por apoyarme sin dudar de mí ni un solo día.

A toda mi familia, gracias por ser únicos, siempre me han dado un gran ejemplo de amor, perseverancia, diversión y constancia.

A mis primos que han sido como mis hermanos, gracias por su apoyo siempre.

Sergio, muchas gracias por todo el apoyo y amor que siempre me has dado, y por todos los días que pasamos juntos en la búsqueda de nuestras metas, son invaluable.

Gracias a mi tutor el Dr. Enrique César Valdez, por todo el tiempo que dedico a guiarme en este trabajo, y por su ejemplo de siempre realizar las cosas lo mejor posible.

De manera especial agradezco a mis dos profesoras favoritas, que con su ejemplo forjaron el amor que siento hacia la Ingeniería Sanitaria: M.I. Alba Vázquez y M.I. Aida Medina.

A todo el equipo del Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en especial a la Biol. Natasha Carime Villaseñor Hernández.

A mi maestra del curso de cultura de belleza, Psic. Miriam Orihuela, por las facilidades brindadas para realizar el muestreo.

Sin olvidar a todos mis amigos, quienes formaron parte de la diversión de estar en esta Universidad, por que no todo es estudio, agradezco las risas y momentos inolvidables que siempre pasamos.

# ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.1.1 EL AGUA.....	1
1.2. OBJETIVO .....	3
1.3. ALCANCES.....	3
1.4. LIMITACIONES .....	4
CAPÍTULO 2. LOS CONTAMINANTES DEL AGUA.....	5
2.1. INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA .....	6
2.2. DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA.....	8
2.2.1. Color .....	8
2.2.2. Olor.....	9
2.2.3. Sólidos .....	9
2.2.4. Temperatura.....	9
2.2.5. Turbiedad .....	10
2.2.6. pH .....	10
2.2.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) .....	10
2.2.8. Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	11
2.2.9. Cloro libre y total.....	11
2.2.10. Metales.....	11
2.2.11. Fosfato.....	14
2.2.12. Dureza de carbonatos .....	14
2.2.13. Dureza total.....	14
2.2.14. Alcalinidad .....	15
2.2.15. Coliformes fecales .....	15
2.2.16. Coliformes totales .....	15
CAPÍTULO 3. SITUACIÓN DEL GIRO MERCANTIL DE ESTABLECIEMIENTOS DENOMINADOS SALONES DE BELLEZA.....	16
3.1 DESCRIPCIÓN DEL GIRO MERCANTIL.....	16
3.2 NORMATIVIDAD APLICADA AL GIRO MERCANTIL .....	16

3.3	CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTOS EN EL PAÍS .....	19
3.4	TIPO DE SUSTANCIAS COMERCIALES MANEJADAS Y SU FORMULACIÓN .....	19
CAPÍTULO 4 “CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS DEL GIRO MERCANTIL DE ACUERDO A LA NORMA VIGENTE” .....		28
4.1	TOMA DE MUESTRA .....	28
4.2	CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE .....	29
CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS DEL GIRO MERCANTIL EN LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL MUNICIPAL DE UNA ZONA URBANA .....		53
Metodología general .....		53
a)	Inicio de la acción .....	55
b)	Descripción preliminar del ambiente existente .....	55
c)	Descripción preliminar de la acción propuesta.....	57
d)	Selección de los indicadores .....	57
e)	Descripción del escenario ambiental .....	58
f)	Evaluar la adecuación del ambiente existente.....	60
g)	Estudios de campo y muestreo .....	61
h)	Evaluar los impactos.....	62
j)	Preparar el informe de impacto .....	70
CAPÍTULO 6.- CONCLUSIÓN.....		72

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

#### 1.1.1 EL AGUA

El agua es un compuesto formado por hidrógeno y oxígeno, de fórmula  $H_2O$ ; se presenta en tres estados físicos: líquido, sólido y gaseoso. Es indispensable para la existencia y desarrollo de todos los tipos de vida.

En la naturaleza existen tres isótopos de hidrógeno y tres de oxígeno, por lo que hay 18 posibles moléculas diferentes de agua.

La molécula del agua no es lineal, es altamente polar; constituida por dos átomos de hidrógeno unidos por enlace covalente con un átomo de oxígeno que forma una estructura tridimensional. Los dos átomos de hidrógeno se unen a uno de oxígeno e integran una molécula de forma irregular, pues los átomos de hidrógeno quedan a los lados del oxígeno en un ángulo de  $104.5^\circ$ , produciéndose una desigual distribución de las cargas eléctricas.

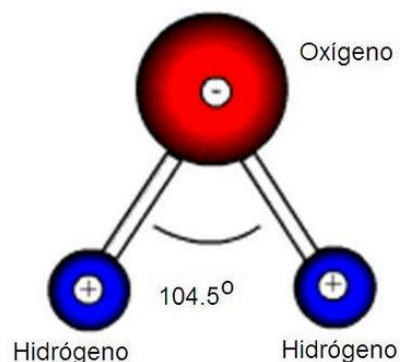


Fig 1. Molécula del agua

Algunas de las propiedades físicas del agua se enuncian en la tabla 1.1

Tabla 1.1. Algunas propiedades físicas del agua

PROPIEDAD	VALOR
Punto de fusión	0°C a 1 atm
Punto de ebullición	100°C a 1 atm
Tensión superficial	0.0728 N/m a 20°C
Densidad	1000Kg/m <sup>3</sup> a 5°C
Viscosidad dinámica	1.518 EXP 3 Ns/m <sup>2</sup> a 5°C
Viscosidad cinemática	1.519 μ EXP 3 Ns/m <sup>2</sup> a 5°C

Estimaciones de CONAGUA indican que la disponibilidad de agua promedio anual en el mundo es de aproximadamente 1 386 millones de km<sup>3</sup>. Poco más del 97.5% del volumen de agua existente en nuestro planeta es agua salada y está contenida en océanos y mares; mientras que apenas algo menos del 2.5% es agua dulce o de baja salinidad.

Del volumen total de agua dulce, estimado en unos 38 millones de kilómetros cúbicos, poco más del 75% está concentrado en casquetes polares, nieves eternas y glaciares; el 21% está almacenado en el subsuelo, y el 4% restante corresponde a los cuerpos y cursos de agua superficial (lagos y ríos).

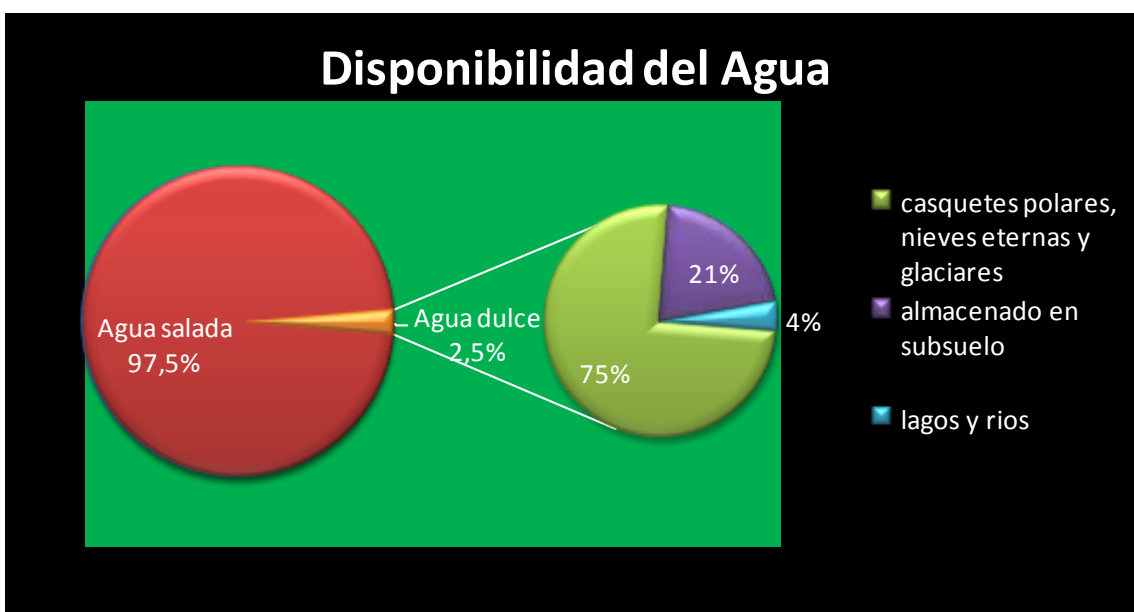


Figura 1.1. Disponibilidad del agua (fuente CONAGUA)

Lo anterior muestra la importancia de conservar y proteger el recurso, ya que las actividades económicas de la sociedad implican el deterioro de la calidad del agua.

El uso doméstico de sustancias químicas, como los productos de aseo personal y limpieza, el consumo de medicamentos por la población y diversos productos empleados en los giros mercantiles de una ciudad, tienen como efecto la descarga de residuos líquidos de variada composición y carga contaminante.

En México actualmente no existe normatividad específica para la descarga de aguas residuales de giros mercantiles que manejan sustancias riesgosas. Por ejemplo, el tipo de desechos generados en salas de belleza no son tomados en cuenta por el contexto social en que dichos establecimientos se desarrollan.

En cuanto al contexto social, en nuestra sociedad la belleza es considerada banal y algunas veces inútil, en especial su estudio; es por eso que llamo a la contaminación que ocasiona "secreta".

### **1.2. OBJETIVO**

Investigar la cantidad y el tipo de sustancias que se manejan cotidianamente en los establecimientos denominados "estéticas" o "salas de belleza" y evaluar su impacto en la calidad del agua que resulta de la descarga de residuos líquidos en la red de alcantarillado de una zona urbana.

### **1.3. ALCANCES**

Se determinarán los siguientes parámetros físicos:

- Color
- Olor
- Sólidos
- Temperatura
- Turbiedad

Se determinarán los siguientes parámetros químicos:

- |                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| ➤ pH                                  | ➤ Cobre [Cu]     |
| ➤ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | ➤ Hierro [Fe]    |
| ➤ Demanda Química de Oxígeno (DQO)    | ➤ Manganeso [Mn] |
| ➤ Cloro libre                         | ➤ Nitrato        |
|                                       | ➤ Sulfato        |
|                                       | ➤ Cloro total    |



- Cromo hexavalente
- Nitrito
- Fosfato
- Dureza de carbonatos
- Dureza total
- Dureza de calcio
- Alcalinidad
- Coliformes fecales
- Coliformes totales

Se analizarán los resultados obtenidos con base en la concentración probable de los contaminantes analizados en el agua residual municipal y sus posibles efectos en el ambiente.

#### **1.4. LIMITACIONES**

No fue posible medir todos los parámetros que se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

## CAPÍTULO 2. LOS CONTAMINANTES DEL AGUA

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define los siguientes términos:

- ⇒ Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.
- ⇒ Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Las **aguas residuales** son aquellas de composición variada, provenientes de las descargas de uso público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas.

De acuerdo con el XIII Censo Nacional de Población y Vivienda, actualmente en México, 91.3% de la población tiene servicio de agua potable y 89.9% tiene cobertura de alcantarillado; así como el 43.4 % de tratamiento de aguas residuales del caudal generado. En el Valle de México hay una cobertura de agua potable del 98%, dotación per cápita de  $327 \frac{l}{hab/día}$ , cobertura de alcantarillado del 94% y una cobertura de tratamiento de 2.749%, siendo esta última cifra muy desafortunada debido al destino que tiene el efluente de agua residual cruda.

Estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que en el mundo anualmente mueren aproximadamente 1.8 millones de personas por enfermedades diarreicas. De los cuales la mayor parte son niños menores de 5 años, principalmente de países en vías de desarrollo. Entre las enfermedades diarreicas se encuentran el cólera, la tifoidea y la disentería, todas ellas relacionadas con vías de transmisión "fecal-oral". La mayor parte de estas muertes se pueden evitar con acciones en suministro de agua potable, evacuación de aguas residuales mediante alcantarillado y el tratamiento de dicha agua residual.

Se estima que al incrementar la cobertura de alcantarillado y saneamiento se reduce en 32% la frecuencia de las enfermedades diarreicas, mientras que al incrementar la cobertura de abastecimiento de agua tienen un impacto del 25%. Las mejoras en la calidad del agua reducen en 31% las enfermedades diarreicas

## 2.1. INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando diversos indicadores, entre los cuales destacan, la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO5 y la DQO se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales, de origen municipal y no municipal. La primera determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la segunda mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos.

La tabla 2.1 muestra una escala de clasificación de calidad del agua para una  $DBO_{5-20}$

**Tabla 2.1. Criterio de clasificación DBO (fuente CONAGUA)**

CRITERIO	CLASIFICACIÓN
$DBO_5 \leq 3$	<b>EXCELENTE</b> No contaminada
$3 < DBO_5 \leq 6$	<b>BUENA CALIDAD</b> Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable
$6 < DBO_5 \leq 30$	<b>ACEPTABLE</b> Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente
$30 < DBO_5 \leq 120$	<b>CONTAMINADA</b> Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal
$DBO > 120$	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales

Por otro lado, el aumento en los valores de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales (Tabla 2.2).

**Tabla 2.2. Criterio de clasificación DQO (fuente CONAGUA)**

CRITERIO	CLASIFICACIÓN
$DQO_5 \leq 3$	<b>EXCELENTE</b> No contaminada
$10 < DQO_5 \leq 20$	<b>BUENA CALIDAD</b> Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable
$20 < DQO_5 \leq 40$	<b>ACEPTABLE</b> Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente
$40 < DQO_5 \leq 200$	<b>CONTAMINADA</b> Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal
$DQO > 200$	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales

Los SST tienen su origen en las aguas residuales y en la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

**Tabla 2.3. Criterio de clasificación SST (fuente CONAGUA)**

CRITERIO	CLASIFICACIÓN
SST ≤ 25	<b>EXCELENTE</b> Clase de excepción, muy buena calidad
25 < SST ≤ 75	<b>BUENA CALIDAD</b> Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto
75 < SST ≤ 150	<b>ACEPTABLE</b> Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido
150 < SST ≤ 400	<b>CONTAMINADA</b> Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido
SST > 400	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces

## 2.2. DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

En este apartado se incluye una descripción de los parámetros que fueron medidos en las muestras tomadas en el estudio del campo.

### 2.2.1. Color

El color aparente se debe parcialmente a materia suspendida; el color verdadero se debe a sólidos disueltos después de removida la materia suspendida.

Una de sus fuentes es el contacto del agua con despojos orgánicos o sustancias químicas.

### 2.2.2. Olor

El sabor y el olor son dos sensaciones relacionadas y frecuentemente confundidas; sin embargo, las sustancias que producen olor producen sabor, mas las sustancias que producen sabor no producen olor.

El olor es ocasionado por materia orgánica en descomposición o compuestos químicos.

### 2.2.3. Sólidos

- Sólidos Sedimentables.- es toda aquella materia que se precipita al fondo al dejar el agua en reposo, durante un cierto tiempo.
- Sólidos Totales.- es toda aquella materia que permanece después de la evaporación y secado de la muestra.
- Sólidos Suspendidos.- también se conoce como residuo no filtrable y es toda aquella materia que es retenida por un filtro de microfibra de vidrio con un poro de 1.2 [µm] de diámetro.
- Sólidos disueltos.- también se conoce como residuo filtrable; se determinan directamente por la diferencia entre los sólidos totales y suspendidos.
- Sólidos Volátiles.- es toda aquella materia orgánica que se volatiliza a una temperatura de 550°C.
- Sólidos Fijos.- es toda aquella materia inorgánica que no volatiliza a una temperatura de 550°C.

### 2.2.4. Temperatura

Importante básicamente por su efecto en otras propiedades, por ejemplo: aceleración de reacciones químicas y bioquímicas, reducción en la solubilidad de los gases, intensificación de sabores y olores, incremento y decremento de tasas de crecimiento y respiración de organismos acuáticos.

#### 2.2.5. Turbiedad

Es una medida de la extensión a la que la luz es absorbida y dispersada por el material suspendido en el agua.

La presencia de sólidos coloidales le da al líquido una apariencia nebulosa que es poco atractiva y puede ser dañina.

#### 2.2.6. pH

Es un indicador de la concentración de iones hidrógeno [H<sup>+</sup>] en una disolución acuosa. Controla muchas reacciones químicas y la actividad biológica; normalmente se restringe a una escala entre 6 y 8.

Un pH menor de 7 indica un estado ácido favoreciendo la acción corrosiva de las aguas en las tuberías y sus accesorios.

Un pH y temperatura alta favorece la formación de los trihalometanos en presencia de materia orgánica. Riesgo de cáncer, trastornos renales, hepáticos o del sistema nervioso central.

#### 2.2.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es la cantidad de oxígeno que consume un grupo heterogéneo de microorganismos para degradar la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aerobias, en el laboratorio.

Es uno de los ensayos más utilizados para determinar la concentración de la materia orgánica del agua.

Generalmente se determina la DBO 5-20.

En ausencia de datos previos, utilizar las siguientes diluciones: de 0% a 1% para los residuos industriales fuertes, de 1% a 5% para las aguas residuales sedimentadas y crudas, del 5% al 25% para el efluente tratado biológicamente y del 25% al 100% para las aguas superficiales contaminadas.

#### 2.2.8. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La Demanda Química de Oxígeno es un parámetro analítico de contaminación que mide, mediante oxidación química, el material orgánico contenido.

Es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente y oxidable por un agente químico oxidante fuerte.

Específicamente representa el contenido orgánico total de la muestra.

#### 2.2.9. Cloro libre y total

Una de las consecuencias del contacto de compuestos orgánicos con cantidad excesiva de cloro es la formación de trihalometanos, compuestos que producen cáncer.

#### 2.2.10. Metales

Todos los metales son solubles en alguna medida en el agua. No obstante que cantidades excesivas de cualquier metal pueden presentar peligro a la salud, sólo aquellos metales que son dañinos en relativamente pequeñas cantidades son comúnmente etiquetados como tóxicos (sodio, hierro, manganeso, aluminio, cobre y zinc); otros metales caen en el grupo de los no tóxicos (arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio y plata). Las fuentes de metales en las aguas naturales incluyen la disolución de depósitos naturales y descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agrícolas. La medición de los metales en el agua se hace mediante espectrofotometría de absorción atómica.

##### 2.2.10.1. Cobre [Cu]

Es un irritante del sistema gastrointestinal, a largo plazo puede provocar lesiones hepáticas o renales y debe controlarse su ingesta en personas con la enfermedad de Wilson.



#### 2.2.10.2. Hierro [Fe]

La presencia del hierro en el agua provoca precipitación y coloración no deseada. Puede provocar conjuntivitis, coriorretinitis, y retinitis si contacta con los tejidos y permanece en ellos.

#### 2.2.10.3. Manganeso [Mn]

Algunas de las consecuencias en presencia de Mn son cambios en la capacidad de concentración y atención con movimientos involuntarios.

Puede provocar conducta compulsiva e irritabilidad, poco después aparecen alteraciones motoras; dolores de cabeza, inestabilidad emocional e irritabilidad, debilidad, somnolencia, confusión mental, cambios neurológicos.

En las últimas etapas de intoxicación pueden desarrollarse síntomas similares a la enfermedad de Parkinson.

#### 2.2.10.4. Nitrato

Es un elemento importante ya que las reacciones biológicas sólo pueden efectuarse en presencia de suficiente nitrógeno, además las concentraciones de los compuestos de Nitrógeno proporcionan información relativa al grado de oxidación o reducción de los compuestos orgánicos.

La química del nitrógeno es compleja debido a los varios estados de valencia que puede asumir este elemento y al hecho de que las reacciones pueden ser efectuadas por organismos vivos.

Las formas de mayor interés, son:

- Nitrógeno amoniacal
- Nitrógeno de nitritos
- Nitrógeno de nitratos
- Nitrógeno orgánico

Algunas de las consecuencias en presencia de nitratos en concentración mayor de 45 mg/l como nitrógeno, en bebés de menos de seis meses pueden enfermarse gravemente y morir.

Los síntomas se manifiestan con dificultad respiratoria y se presenta el síndrome de bebé cianótico (azul).

#### 2.2.10.5. Sulfato

Tanto en la potabilización de aguas como en el tratamiento de aguas residuales se presentan diferentes formas químicas de azufre (sulfatos, sulfitos y sulfuros). Para los sulfatos no existen evidencias de efectos adversos a la salud a niveles de concentraciones menores de 500 mg/l.

Niveles superiores causan diarrea y deshidratación, principalmente en niños.

#### 2.2.10.6. Cromo hexavalente

Concentración mayor de 0.1 mg/l puede ocasionar dermatitis alérgica.

Intoxicación por cromatos solubles produce daños del conducto o tracto gastrointestinal, así como depresión cardiovascular grave.

Pueden observarse secuelas como necrosis hepática y renal, y daños al sistema hematopoyético.

#### 2.2.10.7. Nitrito

El nitrógeno orgánico se define como nitrógeno unido al carbono y en estado trinegativo (N<sup>3-</sup>) e incluye compuestos naturales como proteínas, péptidos, ácidos nucleicos, urea y muchos compuestos sintéticos. El nitrógeno amoniacal está presente en forma natural en aguas superficiales y profundas y en aguas de desecho. Se produce por la desaminación de compuestos que contienen nitrógeno orgánico y por la hidrólisis de la urea. Al contener el agua nitrógeno orgánico y amoniacal implica que se ha contaminado recientemente con

excretas y por lo tanto, son un peligro para la salud. Tóxico para peces y otras especies acuáticas.

#### 2.2.11. Fosfato

El aumento del uso de fósforo y su presencia en las aguas residuales domésticas ha elevado su concentración de 3 a 4 mg/l, en épocas anteriores al uso de detergentes, a valores actuales de 10 a 20 mg/l. Esta situación ha contribuido a la eutroficación.

Las formas importantes en el agua son:

- Ortofosfatos
- Polifosfatos
- Fosfatos orgánicos

Todas las formas de fósforo pueden existir en solución o como material suspendido.

Su determinación es necesaria en estudios de contaminación de ríos, lagos y embalses, así como en los procesos químicos y biológicos de purificación y tratamiento de aguas residuales.

La descarga de 1g de fósforo, puede permitir la formación de más de 100g de biomasa (materia orgánica).

#### 2.2.12. Dureza de carbonatos

La dureza de carbonatos es sensible al calor y precipita fácilmente a altas temperaturas.

#### 2.2.13. Dureza total

La dureza se define como la concentración de cationes metálicos multivalentes en solución. En condiciones de sobresaturación, los cationes de la dureza reaccionarán con los aniones del agua para formar un precipitado sólido.

#### 2.2.14. Alcalinidad

La alcalinidad se define como la cantidad de iones presentes en el agua que reaccionarán para neutralizar iones hidrógeno. De esta manera, la alcalinidad es una medida de la habilidad del agua para neutralizar ácidos.

En grandes cantidades, la alcalinidad imparte sabor amargo al agua. Sin embargo, la principal objeción son las reacciones que pueden ocurrir entre la alcalinidad y ciertos cationes en el agua. El precipitado resultante puede ensuciar las tuberías y otros elementos de los sistemas de agua.

#### 2.2.15. Coliformes fecales

Especies de bacterias gram negativo que pueden fermentar la lactosa con producción de gas (o formar colonias) a 35 °C. El grupo coliforme incluye cuatro géneros en la familia Enterobacter (*Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* y *Enterobacter*).

#### 2.2.16. Coliformes totales

El género *Escherichia* parece ser el más representativo de contaminación fecal.

## CAPÍTULO 3. SITUACIÓN DEL GIRO MERCANTIL DE ESTABLECIMIENTOS DENOMINADOS SALONES DE BELLEZA

### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL GIRO MERCANTIL

Una actividad comercial es aquella en la que los actos jurídicos de comercio están regulados por las leyes mercantiles.

El giro de control especial es aquél cuyos establecimientos, pueden ser causantes de problemas de salud o de seguridad públicas. El “Reglamento para el funcionamiento de giros comerciales, industriales y de prestación de servicios” menciona entre otros a las estéticas, salones de belleza y clínicas de belleza.

La diferencia entre estéticas, salones de belleza y clínicas de belleza consiste en los servicios ofrecidos.

La gran mayoría de las salas de belleza ofrece los servicios de manicure, pedicure, peinados para novia o quinceañeras y maquillaje para toda ocasión, cortes, bases, tintes, depilación de cejas y secado de cabello.

Según datos de Euromonitor, el negocio del cuidado del cabello, cosméticos, cuidado de la piel y fragancias ha tenido un crecimiento promedio de 5.2% en el mercado mexicano de 2008 a 2009.

### 3.2 NORMATIVIDAD APLICADA AL GIRO MERCANTIL

Este tipo de establecimientos que ofrecen servicios de cuidado personal y belleza, no están obligados a cumplir ninguna norma federal, estatal o municipal.

Dentro del D.F. se ha reglamentado el uso de la “**Licencia Ambiental Única del Distrito Federal (LAUDF)**” que es un trámite único mediante el cual se concentran las siguientes obligaciones ambientales: registro de fuente fija, permiso de descarga de aguas residuales, Licencia local de funcionamiento de fuentes fijas, registro de bitácora de operación, estudios trimestrales y anuales, inventario de emisiones, autorización como generador de residuos sólidos, autorización del plan de manejo de residuos sólidos, registro de emisión

y transferencia de contaminantes (RETC); obligaciones previstas en la legislación ambiental aplicable a los establecimientos de jurisdicción local y que no están incluidos en el “Listado de establecimientos que por su capacidad y actividad no requieren tramitar la Licencia Ambiental Única para el Distrito Federal”, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 8 de Marzo del 2011.

El listado de establecimientos descritos en la Gaceta Oficial que por su capacidad y actividad no requieren tramitar la Licencia Ambiental Única para el Distrito Federal se presenta en la tabla 3.1

**Tabla 3.1. Establecimientos sin requisición de LAU**

CLASE	DESCRIPCIÓN GENERAL
<b>433210</b>	Comercio al por mayor de artículos de perfumería hasta 30 empleados
<b>465919</b>	Comercio al por menor de otros artículos de uso personal hasta 30 empleados.
<b>611511</b>	Escuelas del sector privado dedicadas a la enseñanza de oficios, hasta 500 alumnos y que utilicen caldera no mayor a 10 caballos caldera (CC) o bien la suma de las capacidades de las mismas no sea mayor a 10 CC, y sin laboratorios fisicoquímicos u odontológicos.
<b>611512</b>	Escuelas del sector público dedicadas a la enseñanza de oficios, hasta 500 alumnos y que utilicen caldera no mayor a 10 caballos caldera (CC) o bien la suma de las capacidades de las mismas no sea mayor a 10 CC, y sin laboratorios fisicoquímicos u odontológicos.
<b>611698</b>	Otros servicios educativos proporcionados por el sector privado, hasta 500 alumnos y que utilicen caldera no mayor a 10 caballos caldera (CC) o bien la suma de las capacidades de las mismas no sea mayor a 10 CC, y sin laboratorios fisicoquímicos u odontológicos.
<b>611699</b>	Otros servicios educativos proporcionados por el sector público, hasta 500 alumnos y que utilicen caldera no mayor a 10 caballos caldera (CC) o bien la suma de las capacidades de las mismas no sea mayor a 10 CC, y sin laboratorios fisicoquímicos u odontológicos.
<b>812110</b>	<b>Salones y clínicas de belleza y peluquerías, hasta 10 empleados.</b>
<b>812210</b>	Lavanderías, tintorerías y planchadurías, que utilicen caldera no mayor a 10 caballos caldera (CC) o bien la suma de las capacidades de las mismas no sea mayor a 10 CC.

Existen igualmente Normas Ambientales para ser cumplidas dentro del D.F, las cuales tienen como objetivo establecer los límites a aquellos elementos que presentan algún grado de peligro para las personas o el ambiente.

Las normas ambientales son disposiciones legales que establecen, por acuerdo entre los distintos sectores de la sociedad, cuáles serán los niveles de sustancias contaminantes que serán considerados aceptables y seguros para la salud del ser humano y del medio ambiente.

Toda norma ambiental debe señalar los valores de las concentraciones y períodos máximos y mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, o combinación de ellos.

En la tabla 3.2 se presenta un listado de las normas ambientales emergentes para el D.F.

**Tabla 3.2. Normas ambientales emergentes para el D.F.**

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN GENERAL
<b>NAEDF-001-RNAT-2006</b>	Norma ambiental para el Distrito Federal, que establece los requisitos y especificaciones técnicas que deberán cumplir las autoridades, empresas privadas y particulares que realicen poda, derribo, trasplante y restitución de árboles en el distrito federal.
<b>NADF-002-RNAT-2002</b>	Que establece las condiciones para la agricultura ecológica en el suelo de conservación del distrito federal.
<b>NADF-003-AGUA-2002</b>	Que establece las condiciones y requisitos para la recarga en el distrito federal por inyección directa de agua residual tratada al acuífero de la zona metropolitana de la ciudad de México. Nota: esta norma fue contra vertida por la federación, presentándose una controversia constitucional, la cual fue resuelta por la Suprema Corte de Justicia de la Nación a favor de la federación el 22 de noviembre de 2005 en el DOF, declarando su invalidez.
<b>NADF-004-AMBT-2004</b>	Que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles para vibraciones mecánicas, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras en el distrito federal.
<b>NADF-005-AMBT-2006</b>	Que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el distrito federal
<b>NADF-006-RNAT-2004</b>	Los requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones técnicas que deben cumplir las autoridades, personas físicas o morales que realicen actividades de fomento, mejoramiento y mantenimiento de áreas verdes públicas.

<b>NADF-007-RNAT-2004</b>	Norma ambiental para el distrito federal nadf-007-rnat-2004, que establece la clasificación y especificaciones de manejo de residuos de la construcción en el D.F.
<b>NADF-008-AMBT-2005</b>	Especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavados, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavanderías y tintorerías.
<b>NADF-009-AIRE-2006</b>	Norma ambiental para el distrito federal nadf-009-aire-2006, que establece los requisitos para elaborar el índice metropolitano de la calidad del aire.
<b>NADF-010-AMBT-2006</b>	Norma ambiental para el distrito federal, que establece el método de prueba para determinar la eficiencia de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina y su límite mínimo permisible, que deberán cumplir los propietarios o responsables de estaciones de servicio y autoconsumo ubicadas en el territorio del distrito federal.

En consecuencia, de las aplicables en el D.F., no existe alguna, que pueda aplicarse al tipo de descarga de agua residual generada dentro de los establecimientos que ofrezcan servicios de belleza, careciendo por lo tanto de parámetros de control.

Es importante crear conciencia en la sociedad de que los establecimientos de belleza, y muchos otros no normados actualmente, generan una gran cantidad de residuos líquidos que pueden ser peligrosos a la salud y el ambiente.

### 3.3 CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTOS EN EL PAÍS

Según los datos proporcionados por CNN en una entrevista a directivos de L'oreal, en el año 2010 se estimó la cantidad de 87,000 salones de belleza, de los cuales sólo 30,000 se encuentran registrados.

La Delegación Coyoacán en su Unidad Departamental de Giros Mercantiles y Espectáculos Públicos hizo del conocimiento que en sus archivos se localizaron registrados un total de 647 establecimientos con giro de estéticas, peluquerías, salas de belleza.

### 3.4 TIPO DE SUSTANCIAS COMERCIALES MANEJADAS Y SU FORMULACIÓN



Se realizó una investigación en una academia de capacitación de estilistas sobre los productos de mayor consumo en las actividades del salón de belleza. Los productos se describen en el siguiente apartado.

➤ Aclarador de Cabello (shampoo) marca Xiomara



Ingredientes: agua desmineralizada, lauril ètersulfato de sodio, lauramida DEA, cocamida propil betina, poliquaternium 7, laurel pirrolidona, fragancia, violeta #2, azul •3, àcido cìtrico, 2-fenoxietanol, sal disòdica de EDTA

Pag comercial: [www.xiomara.com.mx](http://www.xiomara.com.mx)

Figura 3.1. Aclarador de cabello

➤ Crema de hidratación intensiva marca ERTIA



Figura 3.2. Crema de hidratación intensiva

Ingredientes: agua, alcohol cetílico, ciclopentasiloxano, alcohol estearílico, glicerol-26, cloruro de estearmonio, amodimeticona, octanoato de cetearilo, dimeticona, fragancia, alcohol isopropílico, hidroxietilcelulosa, àc. Cìtrico, àc. De lanolina, gel de aloe barbadensis (aloe barbadensis), miristato de isopropilo, fitantriol, EDTA tetrasòdico, manteca de semilla de copoazù (theobroma gradiflorum), poliquaternio-39, extracto de hoja de olivo, PCA sòdico, acetato de sodio, Pantenol, acetato de tocoferilo, benzofenona-4, arginina, àc. Espàrtico, PCA, glicina, alanina, serina, valina, treonina, prolina, isoleucina, metilcloroisotiazolinona, histidina, fenilalanina, metilsotiazolinona, extracto de perilla.

➤ Alaciador temporal



Figura 3.3. Alaciador temporal

Ingredientes: alcohol etílico, copolímero, poliuretano-N, acrilato, fenil trimeticona, cuaternio-26, cloruro de cetil, trimetilamonio, copoliol dimeticona, perfume, PVP copolímero de estireno.

Pag comercial: [www.nutrapel.com.mx](http://www.nutrapel.com.mx)

➤ Spray



Figura 3.4. Spray

Ingredientes: alcohol etílico, resina vinilica, aminometipropanol, ciclometicona, dimeticonacopolyol, fragancia D, pantenol, vitamina E.

Pag comercial: [www.anven.com.mx](http://www.anven.com.mx)

➤ Monómero para uñas marca Orgànic



Figura 3.5. Monómero para uñas

Ingredientes: athyl metacrilato, glycol, dimetacrilato, ethylene metacrilato.

Pag comercial: [www.ladynail.com](http://www.ladynail.com)

➤ Acrílico para uñas en polvo marca Organic



Figura 3.6. Acrílico para uñas

Ingredientes: esterpolímero, acrílico, peróxido de benzoilo, bióxido de titanio.

➤ Decolorante para cabello

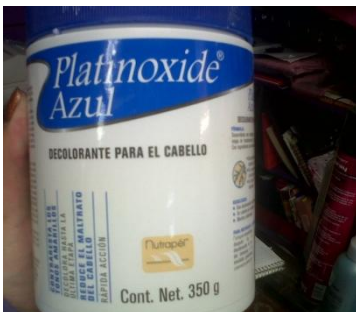


Figura 3.7. Decolorante para cabello

Ingredientes: carbonato de magnesio, persulfato de amonio, silicato de sodio, persulfato de potasio, persulfato de sodio, dióxido de Silicon, hidroxietilcelulosa, goma guar (cyanopsis tetragonoloba), laurilsulfato de sodio, EDTA tetrasódico, azul ultramarino (CI 77007).

Pag comercial: [www.nutrapel.com](http://www.nutrapel.com)

➤ Tinte



Figura 3.8. Tinte

Ingredientes: puede contener uno o mas de los sig, ingredientes: P-fenilendiamina (CI76060), 4-clororesorcinol (CI 76510), sulfato de 2-amino-4 hidroxietil- aminoadisol, 4-amino-2 hidroxitolueno, sulfato de nitrògeno, N`-BIS (2 hidroxetil)-P-fenilendiamina, m-aminofenol(CI-76545), 2-metilresorcinol, sulfato de tolueno-2.5- diamina (CI76043), 0- aminofenol (CI 76520), m-fenilendiamina (CI76025), 2-cloro-P-fenilendiamina (CI 76065), N-fenil-P-fenilendiamina (CI 76085), 2- metil-5-hidroxietilaminofenol.

➤ Mousse



Ingredientes: agua desionizada, resina cuaternizada, dietanolamina, mezcla de alcoholes grasos y ester de sorbitan, fragancia, polisorbato 20.

Figura 3.9. Mousse

➤ Colorante artificial (tipo tinte):



Ingredientes: agua desionizada, propilenglicol, alcohol necílico-quaternium 80, alcohol cetílico-cetearth 25, àc. Cítrico, fragancia, hidroxietilcelulosa, alginato, sal tetrasódica de EDTA, puede contener: azul básico 7, violeta 2, naranja ac. 7, rojo 22, azul ac. 9.

Pag comercial: [www.anven.com.mx](http://www.anven.com.mx)

Figura 3.10. Colorante Artificial

➤ Acondicionador



Ingredientes: agua, cloruro de behentrimonio, alcohol estearílico, alcohol cetílico, dimeticona, aceite mineral, aceite de oliva, fragancia, cloruro de ester ealconico, alcohol ceterílico, hidroxietilcelulosa, ac. De lanolina, ac. De pequi, acetato de tocoferilo, gel de aloe barbadensis, PCA sódico, lactato de sodio, arginina, ac. Aspártico, PCA, glicina, alanina, serina, valina, prolina, treonina, isoleucina, histidina, fenilalanina, metilcloroisotiazolinona, metilisotiazolina, ac.cítrico, fitantriol, pantenol, extracto de perilla, etanol, benzofenona-4.

Figura 3.11. Acondicionador

➤ Loción restauradora de puntas y brillo:



Ingredientes: Cyclopentasiloxane, alcohol denal, C12-15 alkyl benzoate, isohexadecane, dimeticona, fragancia, formato de espuma de los prados de dimeticonol, aceite de semilla de palma babasù, manteca de semilla de murumuro, ac. De lanolina

**Figura 3.12. Loción restauradora**

➤ Shampoo color intenso



Ingredientes: agua, lauret sulfosucinato disódico, lauret sulfato de sodio, cloruro de sodio, estearato de glicol, MEA cocamida, cocamidopropil betaina, hidroxipropilmetilcelulosa, fragancia, cloruro de guar, hidroxipropil trimonio, trietanolamina, babassua midropropil betaina, EDTA tetrasódico, PEG-60 aceite de ricino, hidrogenado, glicerina, benzofenona-4, acetato de tocoferilo, gel de aloe barbadensis, PPG-12-butet-16, ac. Cítrico, butilenglicol, aceite de semilla de bixaorellana, diproplenglicol, babassua midopropil dimetilamina, C10-40, salquila midopropiletidimonio, efoulfato,

**Figura 3.13. Shampoo color intenso**

PCA sódico, acete de girasol, lactato de sodio, arginina, metilisotiazolinona, glicina, alanina, serina, valina, extracto de perilla, extracto de mate, isoleucina, prolina, treonina, fenilalanina, histidina, tocoferol.

➤ Peróxido:



Ingredientes: agua desmineralizada, peróxido de hidrógeno, alcohol dodecílico, estearil éter polietoxilado, ácido fosfórico, acetanilida.

**Figura 3.12. Loción restauradora**

➤ Maquillaje:

Ingredientes: talco, mica, magnesio, estearate, parafina líquida, actal palmitate, titanio dioxide, dimeticona, petrolato, metil paraben, propylparaben.

➤ Sombra: talco, esterato de zinc, tetraisoestearato de pentaeritrito, metil parabeno, butilparabeno, etil parabeno, propilparabeno, isobutilparabeno, fenoxietanol.

En la tabla 3.3 se muestra una lista de las sustancias más comunes encontradas en la formulación de los productos utilizados en las salas de belleza.



Tabla 3.3

Sustancias comúnmente utilizadas en la formulación de productos que se emplean en salas de belleza.

I.	Fragancia o perfume	XIV.	Arginina
II.	Ácido Cítrico	XV.	Glicina
III.	Alcohol etílico	XVI.	Alanina
IV.	Dimeticona	XVII.	Serina
V.	Agua desmineralizada	XVIII.	Valina
VI.	EDTA tetrasódico	XIX.	Treonina
VII.	Agua	XX.	Prolina
VIII.	Hidroxietilcelulosa	XXI.	Isoleucina
IX.	Gel de aloe barbadensis	XXII.	Histidina
X.	PCA sódico	XXIII.	Fenilalanina
XI.	Pantenol	XXIV.	Glicol
XII.	Acetato de tocoferilo	XXV.	Meticona y sodio en diferente arreglo molecular
XIII.	Benzofenona-4		



## CAPÍTULO 4 “CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS DEL GIRO MERCANTIL DE ACUERDO A LA NORMA VIGENTE”

### 4.1 TOMA DE MUESTRA

En el establecimiento de la academia de belleza seleccionada para el estudio, se realizó un muestreo durante las horas de actividad del establecimiento, de 9:00 [hr] hasta las 19:00 [hr].

El punto de muestreo fue justo en la tarja de enjuagado de los procesos de belleza, sin mezclar la descarga de agua residual municipal.

En la tabla 4.1 se presentan datos de las muestras instantáneas que se realizaron.

Tabla 4.1. Muestras instantáneas

HORA	VOL. RECOLECTADO EN CADA HORA [L]	pH	TEMPERATURA [°C]
9:35 A	---	---	---
10:35	---	---	---
10:35 A	---	---	---
11:35	---	---	---
11:35 A	<b>5</b>	<b>8.7</b>	<b>28</b>
12:35	---	---	---
12:35 A	<b>12.285</b>	<b>8.2</b>	<b>35</b>
13:35	---	---	---
13:35 A	---	---	---
14:35	---	---	---
14:35 A	<b>3.5</b>	<b>7.2</b>	<b>34</b>
15:35	---	---	---
15:35 a	<b>11.35</b>	<b>6.7</b>	<b>34</b>
16:35	---	---	---

Como se puede observar, la descarga de agua residual es de carácter aleatorio.

El muestreo se terminó a las 16:35 debido a que después de esa hora, no hubo descarga de agua residual, ni procesos que utilizaran agua.

Se obtuvo un total de 32.135 [L] totales de muestra, con los cuales se preparó una mezcla compuesta de 5[L] necesarios para realizar las pruebas de caracterización del efluente y los análisis de laboratorio, tanto de los parámetros físicos como químicos.

Por cada muestra colectada se calculó el porcentaje correspondiente para la preparación de una muestra compuesta con relación a los litros totales de muestra, como se muestra en la tabla 4.2.



**Figura 4.1.**  
**Muestra compuesta**

**Tabla 4.2. Muestra compuesta**

MUESTRA COLECTADA	%	[L] REQUERIDOS
MUESTRA 1	16%	0.78
MUESTRA 2	38%	1.91
MUESTRA 3	11%	0.54
MUESTRA 4	35%	1.77

## 4.2 CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE

La caracterización de las aguas residuales generadas dentro de la estética se realizó según la norma NOM 002-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado municipal.

### 4.2.1 PARÁMETROS FÍSICOS

#### 4.2.1.1 Color



Se realizó la prueba de color de la muestra sin diluir en el colorímetro, lo cual no fue útil, ya que el disco con mayor rango de unidades, no tenía la gama necesaria del color de la muestra sin diluir (Figura 4.2). Debido a esta situación se realizaron distintas diluciones de la muestra con agua

**Figura 4.2. Prueba de color en disco**

destilada, para poder aclarar el color natural de la muestra y así entrar en el rango de medición.

Se tomaron 25 [ml] de muestra en un matraz erlenmeyer y se aforó hasta 200 [ml], siendo dicha dilución no suficiente para entrar en rango.

Se filtró la muestra 2 veces con papel filtro de 110 [mm], debido a que tenía muchos sólidos floculentos, sin embargo, no fue suficiente para entrar en rango.

Se repitió el procedimiento con diluciones de 6.25%, 3.125%, 0.3125% y ninguna solución entró en rango.

Aún después de las diluciones, el disco de color no era de mucha utilidad, ya que la tonalidad de los colores de la muestra eran púrpuras y las tonalidades del disco eran marrones por lo que se utilizó el colorímetro de mayor gama de colores para mayor precisión con una muestra diluida al 0.15625%, obteniendo como resultado un color de 100 [unidades platino-cobalto].

El resultado final de color es de 64,000 [unidades cobalto-platino].

#### 4.2.1.2 Olor

La muestra despedía un olor penetrante a peróxido.

#### 4.2.1.3 Sólidos

##### 4.2.1.3.1 Sólidos sedimentables



**Figura 4.3. Prueba sólidos sedimentables**

sólidos sedimentables, debido a que las partículas en su mayoría son coloidales.

La prueba se realizó llenando los 3 conos Imhoff con la muestra hasta la marca de 1 [L]. Se colocaron en la gradilla para mantenerlos en posición horizontal. Transcurridos los 45 [min] (necesarios para la sedimentación de los sólidos) se observó que no hubo

#### 4.2.1.3.2 Sólidos Totales

Se tomaron 10 [ml] de muestra y se colocaron en cápsulas de porcelana, desecadas y taradas previamente.

Posteriormente se pusieron a evaporar y secar a 110°C, para así obtener la cantidad de sólidos totales contenidos en la muestra, pesando las cápsulas ya frías después del secado.

La tabla 4.3 muestra los resultados obtenidos:

**Tabla 4.3. Resultados de prueba de sólidos.**

SÓLIDOS TOTALES						
CÁPSULA	PESO INICIAL [g]	PESO [g] DESPUÉS DE SECADOR [110°C]	PESO [g] DESPUÉS DE MUFLA [550°C]	STF [mg/L]	STV [mg/L]	STT [mg/L]
1	52.4638	52.76	52.5877	29,620	12,390	42,010

#### 2.2.2.4.3 Sólidos Filtrables

Se tomaron 10 [ml] de muestra sin diluir y se intentó filtrarlos al vacío en un matraz kitasato como se muestra en la figura 4.4.



Figura 4.4. Prueba sólidos filtrables

El filtro se atascó de partículas (figura 4.4) y no dejó filtrar la muestra, por lo que se realizó una dilución al 5%, permitiendo una correcta filtración. Los resultados se muestran en la tabla 4.4

Tabla 4.4. Resultados de prueba de sólidos filtrables

SÓLIDOS FILTRABLES						
FILTRO	PESO INICIAL	DESPUÉS DE SECADOR [110°C]	DESPUÉS DE MUFLA [550°C]	SSF [mg/L]	SSV [mg/L]	SST [mg/L]
2	18.52	18.5261	18.5248	12,200	9,600	21,800

#### 2.2.2.4.4 Sólidos Disueltos

El procedimiento para su obtención es la diferencia entre los totales y los filtrables, como se muestra en la tabla 4.5

Tabla 4.5. Sólidos disueltos

SÓLIDOS DISUELTOS		
STT [mg/L]	SST [mg/L]	SDT [mg/L]
42,010	21,800	20,210

#### 4.2.1.4 Temperatura

La temperatura no debe sobrepasar el límite máximo permisible fijado en 40°C, según la NOM-002-SEMARNAT-1996.

La temperatura se midió en forma instantánea a cada una de las muestras simples, como se muestra en la tabla 4.6

Tabla 4.6. Temperatura

MUESTRA COLECTADA	TEMPERATURA [°C]
MUESTRA 1	28
MUESTRA 2	35
MUESTRA 3	34
MUESTRA 4	34

Dichos resultados demuestran cumplir la norma.

### 2.2.2.5 Turbiedad



Figura 4.5. Medición de la turbiedad

Se tomó una muestra sin diluir, se introdujo al turbidímetro marcando 87 [NTU] como se muestra en la figura 4.5.

Para determinar las unidades nefelométricas de turbiedad se calibró el turbidímetro modelo Hach 2100 A utilizando una escala 1-1000 [NTU]. Dicha escala no resultó de utilidad ya que marcaba 0 [NTU]; debido a esto se calibró para una escala de 1-100 [UTN].

## 4.2.2 PARÁMETROS QUÍMICOS

### 4.2.2.1 pH



Figura 4.6. Medición pH

Se midió el potencial de Hidrógeno [pH] en cada muestra simple colectada, con el fin de verificar si cumple con el rango permisible en las descargas de aguas residuales mencionado en la NOM 002-SEMARNAT-1996, que va de 10 – 5.5 unidades

para cada una de las muestras simples. En la figura 4.6 se muestra un rango de 6.7 unidades de pH medido en la muestra 4.

En la tabla 4.7 se muestran los resultados de las mediciones.

**Tabla 4.7. Medición pH**

MUESTRA COLECTADA	pH
MUESTRA 1	8.7
MUESTRA 2	8.2
MUESTRA 3	7.2
MUESTRA 4	6.7

#### 4.2.2.2 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La  $DBO_{5-20}$  se obtiene como el cociente de la diferencia de oxígeno disuelto en el agua de la muestra en el primer día ( $OD_{inicial}$ ) menos el oxígeno disuelto al quinto día ( $OD_{final}$ ), sobre el porcentaje de dilución al cual se realiza la prueba.

Se preparó un litro de agua de dilución al 1% y al 0.5% debido a que el color de la muestra sin diluir, no permitiría ver el cambio de color que se produce al agregar los reactivos que se utilizan para llevar a cabo la prueba.

Se llenaron 2 frascos winkler de 300ml para cada dilución.

Con la primera dilución al 0.1% se determinó el oxígeno inicial.



El procedimiento fue el siguiente:

- Se agregaron 2 [ml] de sulfato manganoso, 2 [ml] de álcali-yoduro-nitruro.
- Se tapó el frasco, se vertió el excedente y se mezcló invirtiendo el frasco 15 veces.

**Figura 4.7. DBO al 1% sin oxígeno**

En la figura 4.7 se muestra la formación del precipitado al realizar

el procedimiento mencionado. Dicha reacción indica la ausencia de oxígeno dentro de la muestra, probablemente se debió al porcentaje de dilución y la reacción de los químicos oxidantes.



**Figura 4.8. DBO al 0.5% oxígeno inicial**

Posteriormente se realizó el mismo procedimiento para la dilución al 0.5%, formándose un precipitado color marrón que indica la presencia de oxígeno, como se muestra en la figura 4.8.

El precipitado se sedimentó y posteriormente se le añadieron:

- 2ml de Ácido Sulfúrico 0.2N

Se tapó y se mezcló, así el precipitado se disolvió y el oxígeno se fijó.

En un matraz erlenmeyer se colocaron 200 [ml] de la muestra, se agregaron 2 gotas de almidón que actúa como indicador.

La muestra debió pintarse negra, mas se pintó de rojo como lo muestra la figura 4.9.



**Figura 4.9. DBO al 0.05% almidón como indicador**

Se tituló con Tiosulfato de Sodio 0.025N la muestra de color rojo, hasta llegar a los 20.5 [ml], ya que no hubo cambio de color alguno.

Se infirió que la muestra seguía en reacción con los químicos de la prueba.

Estas pruebas realizadas no fueron de utilidad para obtener el resultado final del oxígeno inicial. Se dejó

reposar y airear la muestra compuesta sin diluir, durante una semana para evitar posibles reacciones

desconocidas.

Nuevamente realizamos los procedimientos descritos para obtener el oxígeno inicial; en este caso la dilución fue al 0.05%. Al agregar los 2 [ml] de sulfato manganoso y 2 [ml] de alcali-yoduro-nitrato se formó un precipitado marrón que indica la



**Figura 4.10. DBO al 0.05% precipitado**



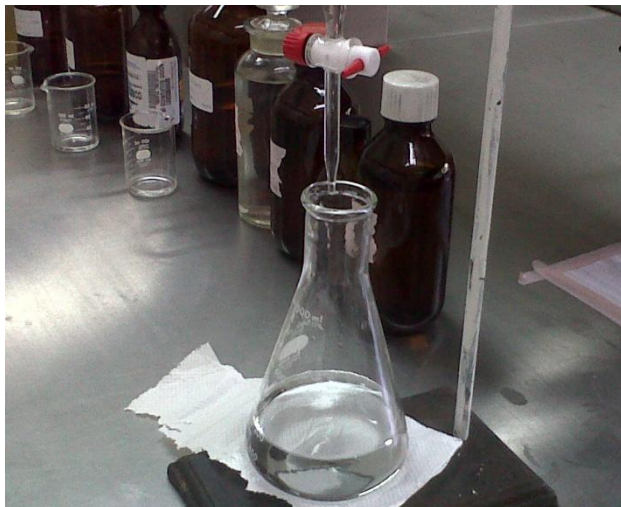
presencia de oxígeno como se observa en la figura 4.10.

Al vaciar los 200 [ml] de muestra en el matraz erlenmeyer y adicionarle las gotas de almidón, pintó correctamente de negro la muestra (figura 4.11).



**Figura 4.11. DBO al 0.05% almidón como indicador**

Posteriormente se ejecutó la titulación, procedimiento mediante el cual obtuvimos la cantidad de oxígeno disuelto inicial en la muestra, por medio de los mililitros utilizados para transformar la muestra en un color transparente (Figura 4.12).



**Figura 4.12. DBO al 0.05% Oxígeno Inicial**

El oxígeno inicial fue de 5.2 [ml] equivalentes a 5.2[mg].

El segundo frasco de dilución al 0.05% se guardó en la incubadora a 20°C durante 5 días para la determinación del oxígeno final.

Realizando nuevamente el procedimiento descrito, se obtuvo que, el oxígeno final fue de 3.9 [mg].

La figura 4.13 muestra el cálculo correspondiente a la obtención de la  $DBO_{5-20}$

$$DBO_{5-20} = \left( \frac{5.2[\text{mg}] - 3.9[\text{mg}]}{0.05\%} \right) = 2600 \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right]$$

**Figura 4.13.  $DBO_{5-20}$**

### 4.2.2.3 Cloro libre y total

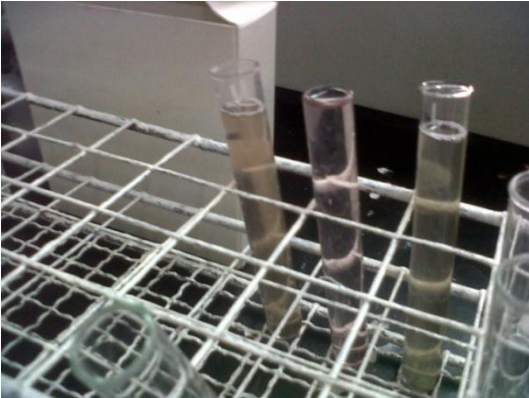


Figura 4.14. Prueba cloro libre

Se realizaron 2 muestras a diferente dilución, ya que una de las diluciones marcaba un valor que sobrepasaba la gráfica de lectura del resultado de absorbancia medida en el espectrofotómetro modelo espectral 20.

La prueba era positiva si había un cambio de coloración a un tono rosado, indicando la presencia de cloro libre como se muestra en la figura 4.14

En la figura 4.14 se muestra la reacción en la dilución al 50%(tubo extrema izquierda) después de haber agregado el reactivo para la medición del cloro libre. Se nota un leve cambio de color rosado, indicando la presencia de cloro libre. Mientras que la reacción en la dilución al 12.5% se ve un tono rosado más intenso, ya que hubo menos reacción con los químicos del tinte de la muestra sin diluir.

Los resultados de las mediciones para las diferentes diluciones se muestran en la tabla 4.8

Tabla 4.8. Resultados cloro libre

ELEMENTO	% DILUCIÓN	ABSORBANCIA	pH	[mg/L] medidos	[mg/L] totales	OBSERVACIONES
Cloro libre	12.50%	0.52	6.2	2.43	15.2	cambio de color a rosa
	50.00%	0.75		3.4(continuando gráfica)	6.8	

El cloro total se midió en un espectrofotómetro modelo espectral 20; se le añadió un reactivo que al mezclarlo con la muestra, tornaría a un color rosado en caso de existir presencia de cloro total, como se muestra en la figura 4.15



**Figura 4.15.**  
**Prueba cloro total**

Se observó que al primer instante de añadir el reactivo tornó de color, y la prueba decía que había que esperar 3 minutos para observar el cambio de color; en la figura 4.16 se observa que el tono rosado incrementó.



**Figura 4.16.**  
**Prueba cloro total**

Finalmente el resultado arrojado por el espectrofotómetro se muestra en la tabla 4.9

**Tabla 4.9. Resultado cloro total**

ELEMENTO	% DILUCIÓN	[mg/L] medidos	[mg/L] totales
Cloro total	12.50%	1.63	13.04

#### 4.2.2.4 Cobre [Cu]



**Figura 4.16. Prueba cobre dilución 12.5%**

En la figura 4.16 se observa la reacción al añadir el reactivo para verificar la presencia de cobre. Esta reacción transformó el color marrón de la muestra diluida al 12.5% en un tono blanquecino rosado.

Mientras que en la muestra diluida al 50% no se observó la misma reacción del cambio de color, como se muestra en la figura 4.17.

El reactivo indicaba un cambio de tono a rosado en la presencia de cobre, mas el color se pudo haber afectado por los componentes químicos (posiblemente colores) contenidos en la muestra.



Figura 4.17. Prueba de cobre dilución 50%

Este parámetro se midió en el espectrofotómetro modelo espectral 20, utilizando 2 diluciones, ya que la muestra diluida al 50% arrojó un resultado no medible; la dilución al 12% arrojó los resultados mostrados en la tabla 4.10

Tabla 4.10 Resultados prueba de cobre

ELEMENTO	% DILUCIÓN	ABSORBANCIA	Ph	[mg/L] medidos	[mg/L] totales	OBSERVACIONES
Cobre	12.50%	0.67	7	2.58	22.4	si pintó de rosa en la dilución 1
	50.00%	2		no medible	---	

Este metal se encuentra dentro de los metales marcados por la NOM-002-SEMARNAT-1996

#### 4.2.2.5 Hierro [Fe]



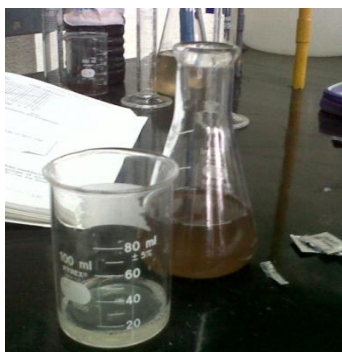
Figura 4.18. Prueba de hierro dilución 12.5%

Este parámetro se midió en el espectrofotómetro modelo espectral 20, utilizando 2 diluciones (12.5% y 50%) ya que la muestra diluida al 50% arrojó un resultado no medible.

En la figura 4.18 se observa en la muestra diluida al 12.5%, el cambio de color a un tono transparente al adicionar el reactivo indicador de presencia de hierro.

En las instrucciones del reactivo indicaba el cambio de

color, mas no a transparente, se infiere que esta reacción se debe a los compuestos químicos existentes en la muestra.



**Figura 4.19. Resultados prueba hierro dilución 50%**

En la dilución al 50% al agregarle el reactivo, la reacción fue un tanto diferente a la otra dilución ya que el color que adquirió fue transparente opaco con tonalidad naranja (figura 4.19); el resultado de absorbancia en esta prueba salía fuera de la gráfica de medición.

En la tabla 4.11 se anexan los resultados de la prueba.

**Tabla 4.11. Resultados prueba hierro**

ELEMENTO	% DILUCIÓN	ABSORBANCIA	Ph	[mg/L] medidos	[mg/L] totales	OBSERVACIONES
Hierro	% DILUCIÓN	0.25	5	0.62	4.96	el color tornó a transparente
	0.00%	0.96		no medible	---	

#### 4.2.2.6 Manganeso [Mn]



**Figura 4.20. Prueba manganeso dilución al 50%**

La figura 4.20 muestra la reacción sucedida al mezclar la muestra diluida al 50% y el reactivo para la detección de manganeso.

Se observa que al agregar el periodato de sodio la muestra diluida al 12.5% eferveció (Figura 4.21), igualmente se produjo un olor muy penetrante a peróxido.



Figura 4.21. Prueba manganeso dilución al 12.5%

En la muestra diluida al 50% la efervescencia y el olor fueron más intensos que en la anterior.

La efervescencia no estaba indicada en la prueba, fue una reacción inesperada, posiblemente por los químicos presentes en la muestra.

Este parámetro se midió en el espectrofotómetro modelo Hach 2010, utilizando 2 diluciones (12.5% y 50%) ya que la muestra diluida al 50% arrojó un resultado no medible.

Los resultados de esta prueba se muestran en la tabla 4.12

Tabla 4.12. Resultados prueba manganeso

ELEMENTO	% DILUCIÓN	ABSORBANCIA	Ph	[mg/L] medidos	[mg/L] totales	OBSERVACIONES
Manganeso	% DILUCIÓN	0.44	6	6.25	50	al agregar el periodato de sodio efervesció y produjo un olor muy penetrante
	0.00%	2		no medible	---	

#### 4.2.2.7 Nitrato



Figura 4.22. Prueba nitrato muestra sin diluir

Esta prueba se realizó en el espectrofotómetro modelo hach 2010. Consistió en calibrar el espectrofotómetro al parámetro requerido con la muestra sin reactivo y posteriormente añadir el reactivo, en la muestra y tomar lectura en el espectrofotómetro.

Se introdujo una muestra sin diluir (figura 4.22) al espectrofotómetro, la lectura arrojada fue “por arriba de rango”, por lo que la prueba se realizó con la dilución al 12.5%, debido a que las pruebas anteriores había sido la que entraba dentro del rango de medición (figura 4.23).



Figura 4.23. Prueba nitrato dilución al 12.5%

Hubo un cambio de coloración como se muestra en la figura 4.23, con una tonalidad rosada en el frasco izquierdo; el frasco derecho es la muestra diluida al 12.5% sin reactivo.

Los resultados medidos se muestran en la tabla 4.13

Tabla 4.13. Resultados prueba nitrato

ELEMENTO	% DILUCIÓN	[mg/L] medidos	[mg/L] totales
Nitrato	12.50%	9.8	78.4

#### 4.2.2.8 Sulfato



Figura 4.24. Prueba sulfato dilución al 12.5%

La prueba se realizó con la dilución al 12.5%, debido a que las pruebas anteriores había sido la que entraba dentro del rango de medición.

La muestra tuvo un cambio de tono a rosado, poco perceptible (figura 4.24); se observa que el color de la muestra es más claro en comparación con la muestra diluida al 12.5%.

El resultado de la prueba se muestra en la tabla 4.14

Tabla 4.14. Resultado prueba sulfato

ELEMENTO	% DILUCIÓN	[mg/L] medidos	[mg/L] totales
Sulfato	12.50%	19	152

#### 4.2.2.9 Cromo hexavalente



Figura 4.25. Prueba cromo hexavalente

La prueba se realizó con la dilución al 12.5%, debido a que las pruebas anteriores había sido la que entraba dentro del rango de medición.

La muestra se hizo un poco mas clara al agregarle el reactivo, para la determinación de presencia de cromo hexavalente, con una ligera tonalidad rosa(figura 4.25).

El espectrofotómetro indicó un valor de -0.01; se infiere que no existe presencia de cromo hexavalente.

La NOM-002-SEMARNAT-1996, indica que el límite máximo permisible (en un promedio diario) de dicho metal es 0.75 [mg/L], por lo tanto se demuestra que es el único metal que cumple con la norma.

#### 4.2.2.10 Nitritos



Figura 4.26. Prueba nitritos

La prueba se realizó con la dilución al 12.5%, debido a que las pruebas anteriores había sido la que entraba dentro del rango de medición.

Esta prueba fue medición de nitritos de baja resolución.



En la figura 4.26 se observa una leve coloración rosada, en el frasco de la derecha, contra la muestra de dilución al 12.5% que sirvió como parámetro de medición.

Los resultados se muestran en la tabla 4.15

**Tabla 4.15. Resultado prueba nitrito**

ELEMENTO	% DILUCIÓN	[mg/L] medidos	[mg/L] totales
Nitrito	12.50%	0.011	0.088

#### 4.2.2.11 Fosfato



**Figura 4.27. Prueba de fosfatos**

La prueba se realizó con la dilución al 12.5%, debido a que las pruebas anteriores había sido la que entraba dentro del rango de medición.

Como se puede ver en la figura 4.27 en el frasco de la izquierda la muestra se tornó transparente y espumó; claramente se observa el cambio de color, en contraste con el frasco de la derecha.

La tabla 4.16 muestra el resultado de medición de la prueba

**Tabla 4.16. Resultado prueba fosfato**

ELEMENTO	% DILUCIÓN	[mg/L] medidos	[mg/L] totales
Fosfato	12.5%	0.65	5.2

### 1.2.2.1 Dureza total



Con la ayuda de una probeta se aforaron 25 ml de muestra de dilución al 12.5% y se vaciaron en un matraz erlenmeyer como se muestra en la figura 4.28. Se agregó 1ml de solución buffer, 0.2 [g] de eriocromo negro, como indicadores, pintando la muestra en un color rojo vino.

Figura 4.28 Dureza total

Para conocer la cantidad de [mg/L] de dureza total, en la muestra se tituló la muestra con solución EDTA, hasta que el color cambiara a un azul intenso como se muestra en la figura 4.29.

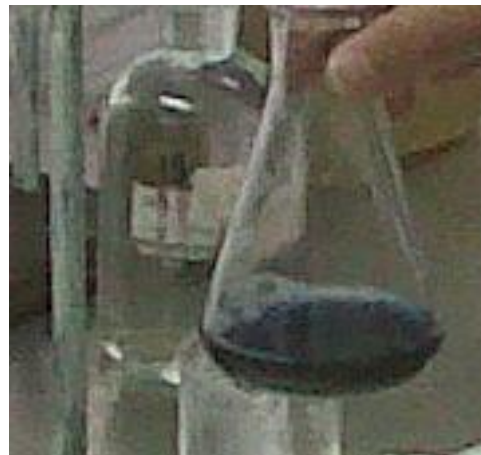


Figura 4.29. Dureza total titulación

Se requirieron 1.9 [ml] para llevar a cabo la titulación, equivalentes a 1.9 [mg/L] de dureza total.

El resultado de la prueba se muestra en la tabla 4.17.

Tabla 4.17. Resultado Dureza total

ELEMENTO	% DILUCIÓN	[mg/L] medidos	[mg/L] totales
Dureza total	12.5%	1.9	15.2

### 1.2.2.2 Dureza de calcio



Figura 4.30. Prueba dureza de calcio

Se agregaron 2 ml de indicador hidróxido de sodio (NaOH), pintando la muestra en un tono rosa casi llegando a un tono púrpura (figura 4.30).



Figura 4.31 Prueba dureza de calcio titulación

Para conocer la cantidad de [mg/L] de dureza de calcio, en la muestra con dilución al 12.5%, se tituló con solución EDTA dicha muestra, hasta que el color cambiara a púrpura; se requirieron tan sólo 0.5 [ml] de solución EDTA, ya que rápidamente se llegó al color requerido (figura 4.31)

El resultado de la prueba se muestra en la tabla 4.18

Tabla 4.18. Resultado dureza de calcio

ELEMENTO	% DILUCIÓN	[mg/L] medidos	[mg/L] totales
Dureza de calcio	12.5%	0.5	4

### 1.2.2.3 Dureza de carbonatos

Esta prueba se puede obtener por la diferencia de dureza total y dureza de calcio , como se muestra en la figura 4.32

$$Dureza\ de\ carbonatos = dureza\ total - dureza\ de\ calcio$$

$$Dureza\ de\ carbonatos = 1.9 \left[ \frac{mg}{L} \right] - 0.5 \left[ \frac{mg}{L} \right] = 1.4 \left[ \frac{mg}{L} \right]$$

Figura 4.32. Cálculo dureza de carbonatos

La tabla 4.19 muestra el resultado de la prueba

Tabla 4.19. Resultado dureza de carbonatos

ELEMENTO	% DILUCIÓN	[mg/L] medidos	[mg/L] totales
Dureza de carbonatos	12.5%	1.4	11.2

### 1.2.2.4 Alcalinidad

Con la ayuda de una probeta se aforó 50 ml de agua de muestra diluida al 12.5% y se vació en un matraz Erlenmeyer.

Se agregaron 3 gotas de Fenolftaleina, y la prueba resultó incolora; indicando que solo hubo alcalinidad debida a la presencia de bicarbonatos.

Se agregaron 3 gotas de anaranjado de metilo y la muestra se tornó amarilla.

Se tituló con ácido sulfúrico 0.02N, hasta que la muestra cambió de color a canela, para obtener los [ml] utilizados en la titulación, y así saber la alcalinidad total.

La cantidad utilizada de ácido sulfúrico fue de 9.5 [ml].

En la figura 4.33 se muestra el cálculo para la obtención de la alcalinidad total.

$$AT = \frac{mlH_2SO_4 \times 1000}{ml(muestra)}$$
$$AT = \frac{9.5 [ml] * 1000}{50[ml]} = 190$$

**Figura 4.33 “Cálculo alcalinidad total”**

#### 1.2.2.5 Coliformes

Para realizar esta prueba se tomaron las medidas higiénicas pertinentes como no hablar y esterilizar todos los utensilios, así como el uso de guantes estériles de látex.

El procedimiento realizado, se narra a continuación (figura 4.34).

- Se midió 100 [ml] por cada prueba de agua de muestra 1 diluidos al 1. 5625% muestra 2 diluidos al 0.390625%
- Coloqué el soporte de borosilicato en la boca del matraz kitasato
- Se colocó un filtro sobre el soporte
- Se colocó el matraz invertido en la parte superior del matraz kitasato y se le agregaron los 100ml de agua
- Se conectó la bomba de vacío en la boquilla del matraz kitasato.
- En una caja petri se añadió sobre el cojin adsorbente el medio de cultivo ENDO (coliformes totales) ó MFC (coliformes fecales).

- Con las pinzas estériles retirar el filtro del equipo y colocarlo en la caja petri, cerrarla y colocarla en la incubadora a 35 O C, con el cojín absorbente y el papel filtro hacia arriba.



Figura 4.34. Procedimiento prueba coliformes fecales y totales

A las 24 horas de haber hecho la filtración se debe revisar las cajas petri para ver si hay formaciones de colonias de Coliformes

Los resultados fueron los siguientes (figura 4.35)



**Figura 4.35. Resultados prueba coliformes totales y fecales**

Se observa en la figura 4.35 que se desarrollaron 2 colonias formadoras de coliformes fecales en la prueba para la dilución 1.

En la tabla 4.20 se muestra los resultados, comparándolos con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Tabla 4.20. Resultados

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD	NOM-002-SEMARNAT-1996
COLOR	64,000	[u.cobalto-platino]	---
OLOR	peróxido	---	---
STT	42,010	[mg/L]	---
SST	21,800	[mg/L]	---
SDT	20,210	[mg/L]	---
SSV	9,600	[mg/L]	---
SSF	12,200	[mg/L]	---
STF	29,620	[mg/L]	---
STV	12,390	[mg/L]	---
TEMPERATURA (prom)	33	[°C]	< 40°C
TURBIEDAD	87	[NTU]	---
pH (prom)	7.7		5.5 - 10.0
DBO 5-20	2,600	[mg/L]	---
DQO	9,566	[mg/L]	---
CLORO LIBRE	15.2	[mg/L]	---
CLORO TOTAL	13.04	[mg/L]	---
COBRE	22.4	[mg/L]	15
HIERRO	4.96	[mg/L]	---
MANGANESO	50	[mg/L]	---
NITRATO	78.4	[mg/L]	---
SULFATO	152	[mg/L]	---
CROMO HEXAVALENTE	---	[mg/L]	0.75
NITRITO	0.088	[mg/L]	---
FOSFATO	5.2	[mg/L]	---
DUREZA DE CARBONATOS	11.2	[mg/L]	---
DUREZA TOTAL	15.2	[mg/L]	---
DUREZA DE CALCIO	4	[mg/L]	---
ALCALINIDAD	190		---
COLIFORMES FECALES	2	colonias	---
COLIFORMES TOTALES	---	colonias	---

Se observa que dentro de todos los parámetros medidos, sólo cuatro se contemplan dentro de la NOM-001-SEMARNAT-1996.



Los límites máximos permisibles para los parámetros demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, que debe cumplir el responsable de la descarga a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, son los establecidos en la Tabla 2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 referida en el punto 2 de esta Norma, o a las condiciones particulares de descarga que corresponde cumplir a la descarga municipal.

## **CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS DEL GIRO MERCANTIL EN LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL MUNICIPAL DE UNA ZONA URBANA**

### **Metodología general**

Las actividades que se deben de realizar para una evaluación de la calidad del agua son básicamente las que se deben de seguir para cualquier evaluación de impacto. (Rau & Wooten; Environmental Impact Analysis, Mc Graw-Hill; 1980)

El procedimiento general incluye los siguientes pasos:

- A) Realizar una revisión preliminar del entorno y la acción propuesta.
- B) Seleccionar los indicadores de calidad del agua, para así poder describir el lugar y los posibles efectos de la acción propuesta.
- C) Describir el entorno, dando especificaciones de cada indicador, utilizando datos ya existentes.
- D) Programas de muestreo para la descripción completa de los ajustes del entorno.
- E) Realizar predicciones sobre los efectos de la acción propuesta en el entorno (evaluación de impacto).
- F) Proponer modificaciones con las cuales se pueda minimizar los resultados adversos, resultado de la acción.
- G) Preparar las secciones relativas a la calidad de agua para la integración de la declaración de impacto ambiental o el informe final.

En virtud de que en este trabajo no se evalúa un proyecto, sino una acción, la metodología se adaptó como se muestra en la Figura 5.1

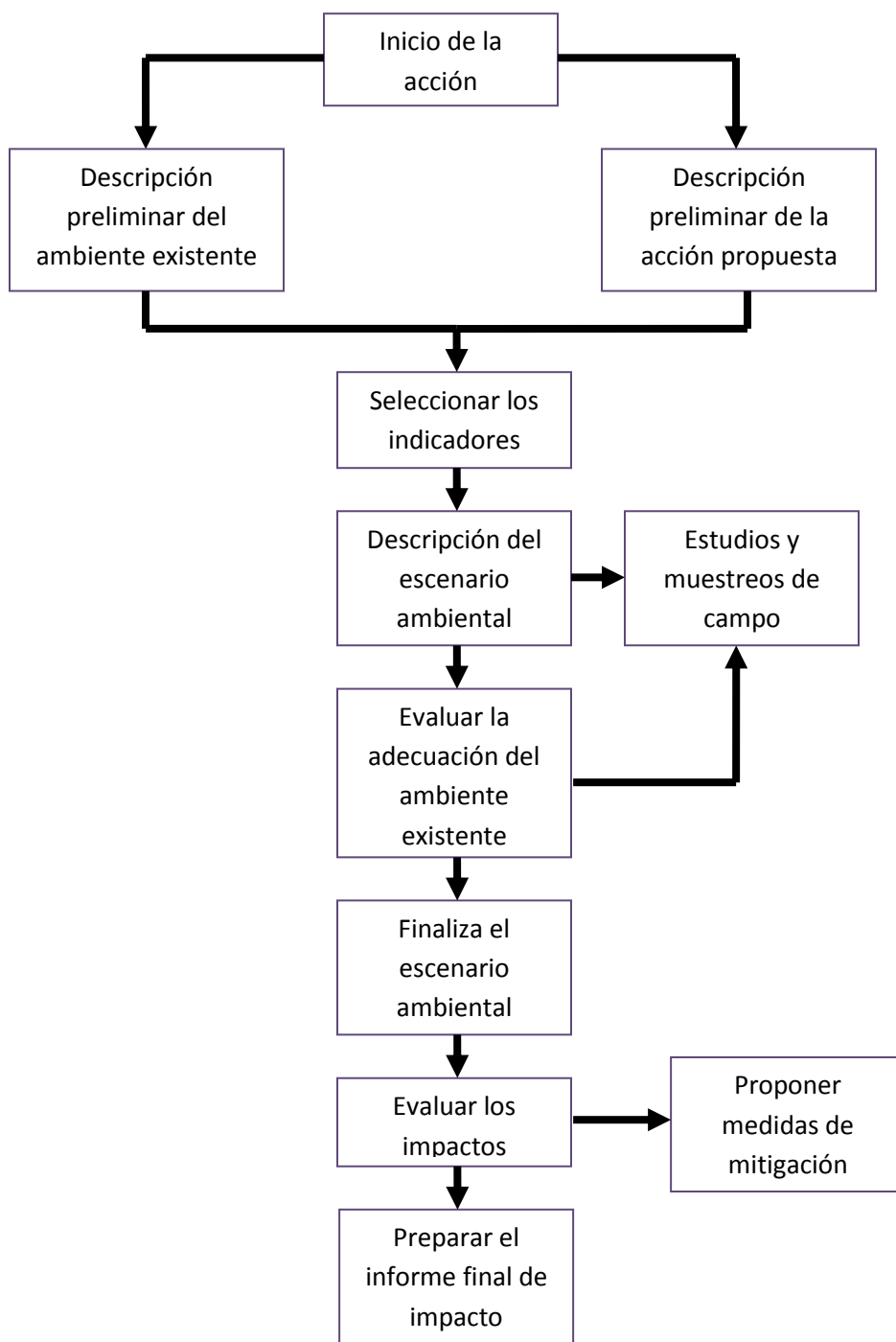


Figura 5.1. Metodología de Evaluación

a) Inicio de la acción

Toma de muestra de agua residual dentro de un establecimiento de servicios de belleza, para estimar el impacto en la salud que pueden tener las sustancias contenidas dentro del agua residual captada.

b) Descripción preliminar del ambiente existente

La red de drenaje del D.F. abarca mas de 10,000 [km] de largo, con 68 estaciones de bombeo, numerosos diques y lagunas de regulación para controlar el flujo del agua residual, sobre todo en periodos de lluvia. Cuenta con 129 canales abiertos, 42 [km] de ríos, utilizados principalmente para drenaje y 118 [km] de túneles.

Una de las partes medulares del sistema de drenaje del D.F. lo constituyen 10, 363 [km] de la re de drenaje secundario, cuyo diámetro es menor a 60 cm; su objetivo es coleccionar las aguas residuales producidas y conducir las a la red primaria, junto con los escurrimientos pluviales. Es una red que no se puede ampliar a lugares donde no se cuenta con colectores o componentes del sistema general de drenaje.

La descarga de agua residual doméstica, industrial y de servicios de la Ciudad de México, así como el agua de lluvia, se captan en la red de drenaje secundario.

Todos los drenajes descargan, ocasionalmente, en los interceptores generales, que conducen las aguas residuales hacia 4 salidas artificiales localizadas en el extremo norte de la cuenca. La tabla 5.1 muestra un resumen de la infraestructura de drenaje del D.F.

**TABLA 5.1 1. Infraestructura de drenaje en el D.F.**

DELEGACIÓN	COBERTURA [%]	RED PRIMARIA [km]	RED SECUNDARIA [km]	CAUCES ENTUBADOS [km]	OTRA INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE
ÁLVARO OBREGÓN	98	132	726		Ríos y barrancas 13 presas de regulación Drenaje profundo (interceptor poniente)
AZCAPOTZALCO	100	132	522	2.7	Drenaje profundo (interceptores centro-poniente y central)
BENITO JÚAREZ	100	557	840		Drenaje semiprofundo (interceptores obrero mundial y central)
COYOACÁN	98	179	698	5.9	Drenaje semiprofundo (canal nacional- canal de chalco)
CUAJIMALPA	95	32	227		18 km de cauces a cielo abierto
CUAUHTÉMOC	100	135	596	7.3	Drenaje profundo (interceptores central y centro-centro)
IZTACALCO	100	103	440	10.9	Drenaje profundo (interceptores oriente y oriente-sur)
IZTAPALAPA	91	306	1810	4.8	8 km de canales; Drenaje profundo (interceptor oriente-oriente)
G.A.M.	95	287	1491	9.5	18.1 km de cauces a cielo abierto 9.5 km de canales Presa de regulación Drenaje profundo (interceptores central, oriente y emisor central)
MAGDALENA CONTRERAS	98	33	278	9.5	4 km de cauces a cielo abierto 9.5 km de canales Presa de regulación 1.5 km de túneles de interconexión
MIGUEL HIDALGO	100	178	721	10.6	5.4 km de cauces a cielo abierto 3.4 km de canales Sistema de 5 presas de regulación 4.9 km de túneles de interconexión Drenaje profundo (interceptor centro poniente)
MILPA ALTA	54	14	184		Zanjas a cielo abierto y barrancas 39.6 km de cauces a cielo abierto
TLÁHUAC	98	82	429		Laguna de regulación 1.5 km de túneles de interconexión
TLALPAN	77	109	556		17 km de cauces a cielo abierto
V. CARRANZA	100	129	566	12	2.5 km de cauces a cielo abierto
XOCHIMILCO	90	72	434		Presa y laguna de regulación

Fuente: Gestión del agua en el D.F. retos y propuestas, María Martínez Omaña, UNAM 2004

c) Descripción preliminar de la acción propuesta

Se realizará una estimación de los establecimientos posibles en las delegaciones del D.F., así como una estimación del gasto de agua residual vertido por delegación, en particular la delegación Coyoacán, para posteriormente obtener una comparativa de indicadores obtenidos y la cantidad de población equivalente que se necesitaría para generar el mismo valor de la carga contaminante obtenida con base en los análisis de laboratorio.

d) Selección de los indicadores

Los indicadores seleccionados con base en la disponibilidad de reactivos para pruebas facilitados por el Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la UNAM se enlistan a continuación:

Parámetros físicos:

- Color
- Olor
- Sólidos
- Temperatura
- Turbiedad

Parámetros químicos:

- |                                       |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| ➤ pH                                  | ➤ Nitrato              |
| ➤ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | ➤ Sulfato              |
| ➤ Demanda Química de Oxígeno (DQO)    | ➤ Cloro total          |
| ➤ Cloro libre                         | ➤ Cromo hexavalente    |
| ➤ Cobre [Cu]                          | ➤ Nitrito              |
| ➤ Hierro [Fe]                         | ➤ Fosfato              |
| ➤ Manganeso [Mn]                      | ➤ Dureza de carbonatos |
|                                       | ➤ Dureza total         |
|                                       | ➤ Dureza de calcio     |

- Alcalinidad
- Coliformes fecales
- Coliformes totales

e) Descripción del escenario ambiental

El área de estudio es la Delegación Coyoacán, México Distrito Federal, según sus leyes y normas vigentes

La ley para el funcionamiento de establecimientos mercantiles del Distrito Federal en su artículo 23 señala:

*“Los Establecimientos Mercantiles a que se refiere este artículo podrán prestar, sin necesidad de tramitar otra licencia de funcionamiento o dar aviso de declaración de apertura, los siguientes servicios:*

*d) Peluquería y/o estética “*

Debido a lo mencionado anteriormente, los datos brindados por la Delegación Coyoacán sobre el número de establecimientos de estética, salón de belleza, spa, peluquería, etc, carecen de exactitud; por lo que los cálculos para la evaluación de impacto se realizarán con los datos oficiales y los estimados.

Para estimar la cantidad de establecimientos por delegación, se utilizó el censo económico 2009 elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Los censos económicos son métodos estadísticos que se emplean para poder conocer las características de los establecimientos productores de bienes, comercializadores de mercancías y prestadores de servicios a nivel nacional, con un gran nivel de detalle geográfico y sectorial.

Están integrados por varios proyectos, alusivos a los distintos sectores de actividad económica. Se llevan a cabo cada cinco años, en los años que terminan en 4 y en 9, para conocer la estructura económica del país.

Los datos requeridos para los cálculos fueron el porcentaje de la actividad de servicios con respecto al total existentes en el D.F. (39.5%); así como el porcentaje de número de unidades económicas de cada delegación con respecto al D.F.

Actualmente se estiman 87,000 establecimientos de esta índole en el país, por lo que si se multiplica este número por el porcentaje de la actividad de servicios con respecto al total existente en el D.F., da un valor de establecimientos en la actividad de servicios de 34,365

El porcentaje de número de unidades económicas en la Delegación Coyoacán con respecto al D.F. es de 6.4%; si multiplicamos el total de establecimientos en la actividad de servicios en el D.F. por dicho porcentaje, resulta que habría 2,199.36 unidades económicas en la actividad de servicios, tomando este número como cantidad de establecimientos con giro de Estéticas, Peluquerías, Salas de Belleza.

Si acotamos la actividad de servicios dentro de la sub rama “Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos, y otros recreativos”, considerando que solo se desarrollarán dentro de esta rama los establecimientos con giro de estéticas, peluquerías y salas de belleza, se multiplicaría por el porcentaje de la actividad con respecto al total del D.F. (34.6%), dando un resultado de 760.97 establecimientos dentro de la Delegación Coyoacán.

En la tabla 5.2 se anexan los cálculos del número de establecimientos con giro de estéticas, peluquerías y salas de belleza, de cada una de las delegaciones.



Tabla 5.2. Cálculo de establecimientos

DELEGACIÓN	% de cada delegación con respecto al total del D.F.	% de la actividad de servicios con respecto al total del D.F.	ESTABLECIMIENTOS
Azcapotzalco	4.40%	39.5%	1512.06
Coyoacán	6.40%		2199.36
Cuajimalpa	1.40%		481.11
G.A.M.	11.70%		4020.71
Iztacalco	4.10%		1408.97
Iztapalapa	15.00%		5154.75
Magdalena Contreras	1.30%		446.75
Milpa Alta	0.90%		309.29
Álvaro Obregón	5.20%		1786.98
Tláhuac	3.00%		1030.95
Tlalpan	5.20%		1786.98
Xochimilco	3.10%		1065.32
Benito Juárez	8.70%		2989.76
Cuauhtémoc	16.60%		5704.59
Miguel Hidalgo	7.20%		2474.28
Venustiano Carranza	5.90%		2027.54

f) Evaluar la adecuación del ambiente existente

En este caso, el ambiente existente consiste en la red de alcantarillado de la ciudad de México, que tiene la función de conducir las aguas residuales generadas y por esta razón se puede considerar que el ambiente es adecuado, sin embargo, el problema que se presenta es el de la falta de tratamiento de las aguas residuales lo cual se resolverá a corto plazo con la PTAR Atotonílco, por lo que el impacto de la acción que se analiza se causa lejos del sitio donde se produce, en el Valle del Mezquital.

Incluso, contando con dicha planta, es posible que muchos de los contaminantes que se hallaron en la muestra de agua residual, no sean removidos, y por lo tanto, seguirán afectando al suelo y a los cultivos ya en última instancia al ser humano.

g) Estudios de campo y muestreo

En la tabla 5.3 se muestran los resultados de los parámetros medidos en el laboratorio.

**Tabla 5.3. Resultado del muestreo**

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
COLOR	64,000	[u.cobalto-platino]
OLOR	peróxido	---
STT	42,010	[mg/L]
SST	21,800	[mg/L]
SDT	20,210	[mg/L]
SSV	9,600	[mg/L]
SSF	12,200	[mg/L]
STF	29,620	[mg/L]
STV	12,390	[mg/L]
TEMPERATURA (prom)	33	[°C]
TURBIEDAD	87	[NTU]
pH (prom)	7.7	
DBO 5-20	2,600	[mg/L]
DQO	9,566	[mg/L]
CLORO LIBRE	15.2	[mg/L]
CLORO TOTAL	13.04	[mg/L]
COBRE	22.4	[mg/L]
HIERRO	4.96	[mg/L]
MANGANESO	50	[mg/L]
NITRATO	78.4	[mg/L]
SULFATO	152	[mg/L]
CROMO HEXAVALENTE	---	[mg/L]
NITRITO	0.088	[mg/L]
FOSFATO	5.2	[mg/L]
DUREZA DE CARBONATOS	11.2	[mg/L]

<b>DUREZA TOTAL</b>	15.2	[mg/L]
<b>DUREZA DE CALCIO</b>	4	[mg/L]
<b>ALCALINIDAD</b>	190	
<b>COLIFORMES FECALES</b>	2	colonias
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	---	colonias

h) Evaluar los impactos

Se muestran los posibles daños ocasionados por las sustancias de uso común en la formulación de los productos de belleza con mayor frecuencia de uso en los establecimientos que brindan servicios de belleza.

Existen dos tipos de receptores de las sustancias contenidas en los productos: los usuarios de los servicios de belleza y los profesionales o técnicos que ofrecen dichos servicios, teniendo una distinta frecuencia de exposición a las sustancias que se mencionarán a continuación, por lo que los efectos entre dichos usuarios pueden ser muy distintos.

I. Fragancia o perfume

Existen reportes no concluyentes sobre los efectos que pueden o no provocar en ciertos individuos. Se necesita más investigación y alguna se está realizando.

Cuando se ha señalado a los productos con fragancia como causantes de por afectar de manera adversa la salud de una persona, se reportaron algunos o todos los síntomas siguientes:

- Jaquecas
- Mareo, aturdimiento
- Náusea
- Fatiga
- Debilidad
- Insomnio
- Malestar
- Confusión
- Pérdida de apetito
- Depresión
- Ansiedad
- Entumecimiento

- Problemas del sistema respiratorio superior
- Falta de aliento
- Dificultad con la concentración
- Irritación de la piel

Los pacientes asmáticos y alérgicos reportan que ciertos olores, incluso en pequeñas cantidades, pueden desencadenar un ataque de asma.

La gravedad de estos síntomas puede variar. Algunas personas reportan irritación leve mientras que otras se ven "incapacitadas" y/o deben abandonar muchas actividades "normales" para poder evitar la exposición (como por ejemplo asistir a plazas públicas).

## II. Ácido Cítrico

- Inhalación: Irritación del tracto respiratorio, tos, estornudos y dificultad respiratoria
- Ingestión: Irritación de la boca y tracto digestivo. Más de 10 gramos pueden causar dolor de estómago y vómito
- Piel: Irritación
- Ojos: Irritación y destrucción de los tejidos. Se puede producir daño severo de la córnea resultando en pérdida de la visión
- Efectos Crónicos: El contacto continuo y prolongado puede producir dermatitis. Por ingestión crónica o de grandes dosis produce erosión dental e irritación del sistema digestivo. El ácido cítrico no se acumula en el cuerpo

## III. Alcohol etílico

- Inhalación: Altas concentraciones del vapor pueden causar somnolencia, tos, irritación de los ojos y del tracto respiratorio, dolor de cabeza y síntomas similares a la ingestión.
- Ingestión: Sensación de quemadura. Actúa al principio como estimulante seguido de depresión, dolor de cabeza, visión borrosa, somnolencia e inconsciencia. Grandes cantidades afectan el aparato gastrointestinal. Si es desnaturalizado con metanol, puede causar ceguera.

- Piel: Resequedad.
- Ojos: Irritación, enrojecimiento, dolor, sensación de quemadura.
- Efectos Crónicos: A largo plazo produce efectos narcotizantes. Afecta el sistema nervioso central, irrita la piel (dermatitis) y el tracto respiratorio superior. La ingestión crónica causa cirrosis en el hígado.

#### IV. Dimeticona

Es sólo uno de los diferentes polímeros que están basadas en silicona. Algunos efectos secundarios se han registrado en el uso de dichos productos. Estos incluyen leve ardor o picazón y ardor. Las reacciones alérgicas como urticaria, problemas respiratorios repentinos e hinchazón en cualquier parte de la boca o la cara deben considerarse efectos secundarios graves.

#### V. Agua desmineralizada

No hay efectos sobre la salud

#### VI. EDTA tetrasódico

Inhalación: Puede causar tos, asma, dolor al respirar, irritación de las mucosas.

Contacto dérmico: Irritante para la piel.

Contacto ocular: Irritante para los ojos.

Ingestión: Causa quemaduras al tracto gastrointestinal.

#### VII. Hidroxietilcelulosa

- Ojos: El contacto con los ojos causa irritación. Los síntomas pueden incluir dolor, lagrimeo, enrojecimiento, hinchazón y visión borrosa. La irritación no es prolongada.
- Piel: No daña los órganos internos si se absorbe a través de la piel. El contacto con la piel no causa irritación significativa ó prolongada.
- Ingestión: Si se ingiere, no es peligroso
- Inhalación: No es peligroso si se inhala.

#### VIII. Gel de aloe barbadensis

Muchas propiedades han sido atribuidas a esta planta, por ejemplo su acción desinfectante, antiviral, antibacterial, laxante, protección contra la radiación,

antiinflamatorio e inmunoestimulador. Se destaca su actividad contra enfermedades de la piel, como dermatitis, psoriasis y contra los daños de la irradiación, también ayuda a las afecciones en los ojos. Por otra parte ayuda en los desórdenes intestinales, tales como estreñimiento atribuyéndole acción antidisentérica, antihemorroidal, cicatrizante, laxante y coletérica

IX. PCA sódico

Es un ingrediente de riesgo bajo, y sólo toma nota de las preocupaciones con respecto a la contaminación de nitrosamina, una toxina conocida. En una serie de pruebas clínicas, PCA y PCA sódico resultaron ser no irritante y sensibilizante (con y sin exposición a rayos UV).

X. Pantenol

Los beneficios del Pantenol en una preparación cosmética podrían resumirse como un excelente hidratante con propiedades anti-inflamatorias y anti-eritema. En el caso de pequeñas señales o marcas en la piel ayuda incluso a acelerar la reparación del tejido dañado.

A pesar de que este derivado de vitamina no es perjudicial para el cabello o la piel, algunos productos pueden contener otros ingredientes nocivos. Algunos expertos de la piel y el cabello creen que los aditivos tales como aceite mineral, el petróleo, y la glicerina puede dañar la piel, y estos aditivos se mezclan a menudo con la pro-vitamina B5.

XI. Acetato de tocoferilo

Puede instigar la respuesta del sistema inmunológico que pueden incluir picazón, ardor, descamación, urticaria, y la formación de ampollas en la piel.

Potencialmente contaminado con impurezas asociadas con el cáncer u otros problemas de salud significativos.

XII. Benzofenona-4

Los ensayos en humanos y estudios que han investigado la posible asociación de la ingesta de vitamina E con la incidencia de cáncer siguen siendo en general poco concluyentes.

XIII. Arginina

Posibles efectos secundarios incluyen dolor abdominal y distensión abdominal, diarrea, y la gota. También puede causar un empeoramiento de la respiración en personas con asma.

La arginina puede interactuar con ciertos medicamentos que disminuyen la presión arterial. También puede interactuar con ciertos medicamentos para el corazón y las drogas como el Viagra que tratan la disfunción eréctil.

XIV. Glicina

Se muestra que puede causar alteraciones endocrinas y cambios en la actividad motora en las pruebas con animales.

XV. Serina

Los efectos secundarios son generalmente raros, pero pueden incluir náusea, indigestión e insomnio. Los niveles de serina muy altos pueden causar la supresión inmune y los síntomas psicológicos, tales como alergias cerebrales. Este producto no está recomendado para las mujeres que están embarazadas o lactando.

XVI. Treonina

Crea glicina y serina 2 aminoácidos necesarios para la formación de colágeno y elastina. Los componentes clave para una piel sana, los tejidos conectivos, las arterias y el corazón. Superior a las dosis recomendadas provoca la formación de urea y amoníaco, ambas sustancias tóxicas. Las dosis normales son alrededor de 500 mg al día.

XVII. Prolina

Obtener demasiado de cualquier aminoácido puede lanzar el ciclo del ácido cítrico fuera de balance, haciendo que el hígado y los riñones trabajen más para eliminar las toxinas.

XVIII. Isoleucina

Es un BCAA (ácido de cadena ramificada), junto con leucina y valina. La mayoría del tiempo que debe ser tomada a lo largo leucina y valina. Ellos trabajan mejor juntos. Estas son sus beneficios: mantiene y reconstruye los tejidos, aumenta la resistencia.

XIX. Histidina

Los investigadores son conscientes de los efectos del aumento de los niveles de L-histidina, un precursor de la histamina, que puede producir sensaciones de calor intenso que se extiende rápidamente por todo el cuerpo. Este efecto de calentamiento es secundario a una liberación de la histamina que produce una dilatación de los vasos sanguíneos y capilares, lo que resulta en aumento subsiguiente en el flujo sanguíneo.

XX. Fenilalanina

Las personas con fenilcetonuria (PKU), una enfermedad genética rara, por la que normalmente no se puede procesar la fenilalanina en el cuerpo. Si las personas con PKU ingieren demasiada fenilalanina, los problemas graves pueden ocurrir, especialmente en los problemas cerebrales y mentales en los niños.

Los estudios han sugerido que la fenilalanina puede empeorar la discinesia tardía en las personas con esquizofrenia. La discinesia tardía es un trastorno del movimiento causado por antipsicóticos medicamentos. Los estudios también indican que la fenilalanina (así como varios otros aminoácidos) pueden empeorar algunos de los síntomas de la enfermedad de Parkinson, por lo que algunas personas piensan que una baja en proteínas, baja-amino ácido dieta puede ser útil para las personas con esta condición.



i) Proponer medidas de mitigación

En este apartado se describen las acciones que se incluirán en esta tesina, con el fin de formar conciencia en la sociedad y mitigar los impactos ambientales identificados. Debido a que el muestreo fue realizado sólo en la descarga de la tarja de enjuague y lavado del cabello, no se incluyen los impactos que el agua residual sanitaria podría generar.

La calidad ambiental se debería de mantener o incluso mejorar al evitar, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales directos adversos, o generar impactos ambientales benéficos con la acción propuesta.

Una de las principales medidas para evitar impactos adversos es que tanto los usuarios de los servicios de belleza y los profesionales o técnicos conozcan y cumplan las medidas de mitigación que les correspondan.

Los objetivos ambientales de los servicios de belleza y los profesionales o técnicos que los proporcionan, pueden ser:

- Evitar al máximo la contaminación del suelo, agua y aire.
- Evitar al máximo la erosión de los suelos y la concentración de sustancias tóxicas en cuerpos de agua.
- Proteger el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, considerando que no están diseñadas para el tratamiento de aguas residuales generadas en establecimientos que ofrezcan servicios de belleza.
- Disponer o desechar los residuos sólidos generados de forma ambientalmente apropiada.
- Utilizar las tecnologías más apropiadas durante la realización de los trabajos, bajo criterios de calidad ambiental y minimización de costos financieros.
- Minimizar hasta donde sea posible, la interferencia con la vida diaria de la comunidad.

En la tabla 5.4 se presentan las medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados, para el factor ambiental relacionado al agua, en una de las formas

sugeridas por Canter (Environmental Health Impact Assessment; Canter Larry, Eco, 1986).

**Tabla 5.4. Medidas de Mitigación**

<b>CALIDAD DEL AGUA</b>	
<i>Impacto</i>	<i>POSIBLE ENTIDAD RESPONSABLE</i>
<i>Medidas de Mitigación</i>	
<p>1. Contaminación del agua</p> <p>Las aguas residuales generadas en la etapa de enjuague de Shampoo y tintes serán tratadas hasta un nivel primario</p>	<b><i>Establecimiento</i></b>
<p>Regulación de los establecimientos con las siguientes obligaciones ambientales: Registro de fuente fija, permiso de descarga de aguas residuales, Licencia local de funcionamiento de fuentes fijas, registro de bitácora de operación, estudios trimestrales y anuales, inventario de emisiones, autorización como generador de residuos sólidos, autorización del plan de manejo de residuos sólidos, registro de emisión y transferencia de contaminantes</p>	<b><i>Licencia Ambiental Única del Distrito Federal (LAUDF)</i></b>
<p>Generar un proyecto piloto de planta de tratamiento, diseñada con materiales de reúso para no generar un gran costo de inversión y mantenimiento en dicha planta de tratamiento.</p>	<b><i>Investigación de estudiante de maestría</i></b>

j) Preparar el informe de impacto

Se utilizó la técnica de población equivalente, para así poder realizar un análisis comparativo sobre carga contaminante por materia orgánica en términos de la cantidad de personas que se necesitarían para llegar al mismo nivel de contaminación. En la tabla 5.5 se muestra, la estimación de generación de cada uno de los parámetros medidos, por delegación, en [kg/día], con un caudal mínimo de 32 [L/día] por establecimiento.

**Tabla 5.5. Estimación de generación de contaminantes por delegación.**

DELEGACIÓN	ESTABLECIMIENTOS (estimados)	SST	SDT	DBO	DQO	Cloro libre	Cloro total	Cobre	Hierro	Mg	Nitrato	Sulfato	Nitrito	Fosfato	Dureza total	Dureza de calcio	Dureza de carbonatos
Azacapzalco	1512.06	1059.2	982.00	126.33	464.81	0.74	0.63	1.088	0.241	2.430	3.81	7.39	0.0043	0.2527	0.7386	0.1944	0.5442
Coyoacán	2199.36	1540.7	1428.3	183.76	67.61	1.07	0.92	1.583	0.351	3.534	5.54	10.74	0.0062	0.3675	1.0743	0.2827	0.7916
Cuajimalpa	481.11	337.04	312.46	40.20	14.79	0.23	0.20	0.346	0.077	0.773	1.21	2.35	0.0014	0.0804	0.2350	0.0618	0.1732
G.A.M.	4020.71	2816.6	2611.2	335.93	123.60	1.96	1.68	2.894	0.641	6.460	10.13	19.64	0.0114	0.6719	1.9639	0.5168	1.4471
Iztacalco	1408.97	987.04	915.05	117.72	43.31	0.69	0.59	1.014	0.225	2.264	3.55	6.88	0.0040	0.2354	0.6882	0.1811	0.5071
Iztapalapa	5154.75	3611.1	3347.7	430.68	158.46	2.52	2.16	3.711	0.822	8.282	12.99	25.18	0.0146	0.8614	2.5178	0.6626	1.8553
Magdalena Contreras	446.75	312.96	290.14	37.33	13.73	0.22	0.19	0.322	0.071	0.718	1.13	2.18	0.0013	0.0747	0.2182	0.0574	0.1608
Milpa Alta	309.29	216.67	200.86	25.84	9.51	0.15	0.13	0.223	0.049	0.497	0.78	1.51	0.0009	0.0517	0.1511	0.0398	0.1113
Álvaro Obregón	1786.98	1251.8	1160.5	149.30	54.93	0.87	0.75	1.286	0.285	2.871	4.50	8.73	0.0051	0.2986	0.8729	0.2297	0.6432
Tláhuac	1030.95	722.22	669.55	86.14	31.69	0.50	0.43	0.742	0.164	1.656	2.60	5.04	0.0029	0.1723	0.5036	0.1325	0.3711
Tlalpan	1786.98	1251.8	1160.5	149.30	54.93	0.87	0.75	1.286	0.285	2.871	4.50	8.73	0.0051	0.2986	0.8729	0.2297	0.6432
Xochimilco	1065.32	746.30	691.87	89.01	32.75	0.52	0.45	0.767	0.170	1.712	2.68	5.20	0.0030	0.1780	0.5204	0.1369	0.3834
Benito Juárez	2989.76	2094.4	1941.6	249.80	91.91	1.46	1.25	2.152	0.477	4.804	7.53	14.60	0.0085	0.4996	1.4604	0.3843	1.0760
Cuahtémoc	5704.59	3996.3	3704.8	476.62	175.36	2.79	2.39	4.106	0.909	9.166	14.37	27.86	0.0161	0.9532	2.7864	0.7333	2.0532

Miguel Hidalgo	2474.28	1733.3	1606.9	206.73	76.06	1.21	1.04	1.781	0.394	3.976	6.23	12.09	0.0070	0.4135	1.2086	0.3180	0.8905
Venustiano Carranza	2027.54	1420.3	1316.7	169.40	62.33	0.99	0.85	1.459	0.323	3.258	5.11	9.90	0.0057	0.3388	0.9904	0.2606	0.7297

Puesto que la contribución per cápita de sólidos al agua residual puede considerarse prácticamente como constante, la contribución de DBO, expresada como gramos /persona por día, debería ser asimismo relativamente uniforme.

La población uniforme equivalente de un agua residual puede determinarse dividiendo la masa total diaria de un contaminante por la contribución per cápita correspondiente

Los valores típicos utilizados en la tabla 5.6, son válidos para un rango de (50,000 – 100,000), siendo éste el más cercano a la población total de cada delegación, que por supuesto rebasa este nivel.

La tabla 5.6 muestra los resultados de la estimación de población que sería equivalente para generar contaminantes, como se genera en los establecimientos que ofrecen servicio de aplicación de tintes.

El servicio mínimo equivale el enjuague de 2 aplicaciones de tinte, generando un total de 32.135 [L] al día; el servicio promedio equivale al enjuague de 5 aplicaciones de de tinte, generando un total de 80.3375 [L] al día y el servicio máximo equivale al enjuague de 10 aplicaciones de de tinte, generando un total de 160.675 [L] al día.

PARÁMETRO	RESULTADO DE PRUEBA [mg/L]	VALOR TÍPICO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA [mg/L]	VALOR TÍPICO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA [g/día]	SERVICIO MÍNIMO	SERVICIO PROMEDIO	SERVICIO MÁXIMO
				POBLACIÓN EQUIVALENTE (est. estimados)	POBLACIÓN EQUIVALENTE (est. estimados)	POBLACIÓN EQUIVALENTE (est. estimados)
DBO	2,600	301	75.25	2,442	6,105	12,210
DQO	9,566	430	107.50	629	15,723	31,446
SST	21,800	167	41.75	36,904	92,260	184,521
SDT	20,210	820	205.00	6,968	17,419	34,838

<b>N amoniacal</b>	78.4	12	3.00	1,847	4,618	9,235
<b>P PO4 total</b>	5.2	29	7.25	51	127	253

## CAPÍTULO 6.- CONCLUSIÓN

En general las sustancias con mayor frecuencia de aparición en los productos mayormente utilizados dentro de los establecimientos que ofrecen servicios de belleza, no son recomendadas para mujeres embarazadas; por lo tanto no debería de usar ninguno de los productos mencionados en el apartado 3.3 TIPO DE SUSTANCIAS COMERCIALES MANEJADAS Y SU FORMULACIÓN

No existe ninguna norma federal, reglamento estatal o municipal, donde se regule la descarga al alcantarillado municipal de los establecimientos que ofrecen servicios de belleza.

La NOM 002 utilizada para la regulación de descarga municipal no menciona el límite máximo de parámetros medidos, por lo que no se puede llegar a conclusión si éstas es cumplida; aunque los desechos pueden considerarse del tipo industrial.

Se estima que existen 34,399 establecimientos mercantiles dedicados a ofrecer servicios de belleza, distribuidos en la Ciudad de México.

Los establecimientos citados manejan diversas sustancias químicas de las cuales no se encontró información que garantice su inocuidad al ambiente y a la salud de las personas. La descarga de residuos líquidos del universo de establecimientos representa la descarga de aguas residuales medidas en DBO de una población equivalente a 12,200 habitantes dentro de la delegación Coyoacán.

El análisis de parámetros químicos de una muestra compuesta, mostró que el agua residual de la actividad realizada en los establecimientos es similar en carga orgánica e inorgánica, a la de una industria, aunque el volumen descargado es mucho menor, considerándolo en un caso en particular de un solo establecimiento; mas si se considera el total de la descarga de los establecimientos estimados dentro del D.F. nos da una cantidad considerable.

El mal manejo de los aguas residuales provenientes de los establecimientos que ofrecen servicios de belleza, causarán un impacto negativo en el funcionamiento de la PTAR de Atotonilco, ya que es diseñada para tratar el agua mediante procesos biológicos, estos procesos, se inhabilitan para el tratamiento de las aguas residuales al contacto con metales pesados.