



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

AGUA EMBOTELLADA: IDENTIFICACIÓN  
DE IMPACTOS AMBIENTALES

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**Ingeniero civil**

PRESENTA:

**Raymundo Sánchez Villavicencio**

DIRECTOR DE TESIS:

M.I. Cristian Emmanuel González Reyes



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016



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.



*“Uno de los castigos de una educación ecológica es que se vive en un mundo de heridas. Mucho del daño inflingido a la tierra es bastante invisible para quien no tiene instrucción. Un ecologista debe, o endurecer su exterior y creer que las consecuencias de la ciencia no son de su incumbencia, o ser el médico que observa las marcas de la muerte en una comunidad que se piensa sana y no quiere escuchar lo contrario”*

Aldo Leopold

*“Si más de nosotros valoraran la comida, la alegría y las canciones por sobre el oro acumulado, el mundo sería un lugar más feliz”*

J.R.R Tolkien

*“Vivimos en la tierra como si tuviéramos otra a la que ir”*

Terri Swearingen

## AGRADECIMIENTOS

*A mamá y papá. Por sembrar en mí la curiosidad científica, que ha sido mi guía a través de todas las cosas.*

*A mi hermana Vero, por ser mi incansable compañera de toda la vida.*

*A mis amigos: Sergio Zamorano, Adán Marín, Diana Romero, Sara López, Mary Luciano, Lalo Segura y Michel Morales. Esta travesía no habría sido lo mismo sin ustedes.*

*A Cristina García y Giselle Alvarez, por los años compartiendo mi otra gran pasión, por levantarse después de cada caída.*

*A David Rivera.*

*A la UNAM, la facultad de ingeniería, y especialmente a mi director de tesis Cristian González Reyes, por su guía y la completa libertad para expresarme, siempre con mi propio estilo, y decir las cosas que debían ser dichas, por difíciles que fueran.*

*A mi “dream team” de sinodales, que han enriquecido este trabajo con sus atinadas observaciones:*

*Dr. Enrique César Valdez*

*Quím. María del Rosario Cabeza Luna*

*M.I. Alejandro Maya Franco*

*M.I. Rodrigo Takashi Sepúlveda Hirose*

# Objetivo

En las últimas décadas el mundo se ha visto envuelto en una serie de cambios vertiginosos que han modificado la forma en la que las sociedades se comportan y viven. Los seres humanos nos vemos rodeados por una infinidad de productos y servicios que habrían parecido salidos de la ciencia ficción hace cien años, y en medio de esta turbulencia tecnológica nuevos principios han venido a adherirse fuertemente a nuestra vida cotidiana. La conveniencia, la practicidad y la rapidez (por mencionar algunas) son palabras que se vuelven, no sólo más usadas, sino más esperadas; el consumidor demanda un bien que sea portable y cuyo uso no conlleve inconvenientes o molestias, la industria ha sabido responder eficientemente y ha creado, entre otras muchas cosas, el agua embotellada.

El objetivo de este trabajo es, en su primera parte, a través de una investigación documental, presentar un panorama general de la industria del agua embotellada, así como su relación con los recursos hídricos mundiales, la infraestructura hidráulica urbana y algunos de los organismos reguladores de calidad del agua más importantes a nivel internacional. Posteriormente, a través de la metodología de matrices de causa y efecto, se identificarán los impactos ambientales que el agua embotellada genera a través de todo su ciclo de producción (incluyendo el del plástico utilizado para la fabricación de botellas), transporte, venta, consumo y disposición, y se determinará si esta es, o no, una industria ambientalmente sustentable.

# Abstract

During the last decades the world has seen itself involved in a series of swirling changes that have modified the way societies behave and live. Humans are now surrounded by an infinity of products and services that, a hundred years ago, would have been expected to come out of a sci-fi book and, in the midst of this technological turbulence, new principles have come to strongly adhere to our daily life. Convenience, practicality and speed (just to mention some) are words that become, not only more used, but demanded. Consumer asks for a good to be portable and whose use doesn't involve any inconvenience or discomfort, industry has efficiently answered and created, among other things, bottled water.

The goal of this paper is, in its first section, through a documental research, to present a general view of the bottled water industry, as well as its relationship with the world water resources, urban water infrastructure and some of the most important water quality regulatory entities worldwide. Later, using the cause-effect matrix method, environmental impacts that bottled water generates throughout its entire production cycle (including the plastic used in the bottles), transport, sale, consume and disposal will be identified, and it will be determined whether this is, or not, an environmentally sustainable industry.

<b>Objetivo</b>	<b>5</b>
<b>Abstract</b>	<b>6</b>
Índice General . . . . .	7
<b>Introducción</b>	<b>14</b>
<b>1. Antecedentes</b>	<b>16</b>
1.1. El agua-Propiedades . . . . .	17
1.2. El agua y algunos enfoques sobre su importancia para el desarrollo de la vida en nuestro planeta y de nuestra especie . . . . .	19
<b>2. El <i>boom</i> del agua embotellada</b>	<b>29</b>
2.1. El agua embotellada en el contexto de estrés hídrico mundial . . . . .	31
2.2. El éxito del agua embotellada . . . . .	42
2.2.1. Reseña histórica de la indutría del agua embotellada . . . . .	42
2.2.2. Ventajas y desventajas del agua embotellada sobre un sistema de abastecimiento centralizado de agua potable. . . . .	47
2.2.3. El panorama mexicano del agua embotellada. . . . .	52
2.3. Participación de embotelladoras . . . . .	57
<b>3. Legislación y postura de diferentes organismos internacionales</b>	<b>65</b>
3.1. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) . . . . .	66
3.1.1. Organización Mundial de la Salud (OMS) . . . . .	68
3.2. Legislación de los Estados Unidos de América . . . . .	74
3.2.1. Agencia de Protección Ambiental (EPA) . . . . .	74
3.2.2. Administración de comidas y drogas (FDA) . . . . .	80
3.3. Asociación Internacional de Agua Embotellada (IBWA) . . . . .	83
3.4. Normas mexicanas de calidad del agua potable . . . . .	86



	8
3.4.1. Norma NOM-127-SSA1-1994 . . . . .	87
3.4.2. Norma NOM-201-SSA1-2002 . . . . .	89
3.5. Cuadro comparativo para las diferentes regulaciones . . . . .	91
<b>4. Identificación de impactos ambientales</b>	<b>103</b>
4.1. Marco conceptual . . . . .	103
4.1.1. Escala de estudio . . . . .	105
4.1.2. criterios para la evaluación de impacto ambiental . . . . .	106
4.1.3. Criterios de valoración . . . . .	107
4.1.4. Análisis de sostenibilidad ambiental . . . . .	111
4.2. Árbol de acciones . . . . .	115
4.3. Árbol de factores ambientales . . . . .	122
4.4. Matriz de impactos . . . . .	125
<b>5. Conclusiones</b>	<b>136</b>
<b>6. Recomendaciones</b>	<b>139</b>
<b>Apéndice</b>	<b>143</b>
6.1. <i>Numeralia</i> . . . . .	143
6.1.1. Zenith Internacional . . . . .	143
6.1.2. Asociación Internacional de agua embotellada . . . . .	145
6.1.3. El Banco Interamericano de desarrollo . . . . .	146
6.2. Datos de interés . . . . .	152
<b>Epílogo</b>	<b>155</b>
<b>Referencias</b>	<b>158</b>

# Índice de cuadros

2.1.	Grado de presión sobre el recurso hídrico por región hidrológica administrativa en 2009. . . . .	33
2.2.	Grado de contaminación y parámetro de medición del mismo en cuencas de México. . . . .	35
2.3.	Ranking de los países con mayor estrés hídrico del mundo en 2010. . . . .	38
2.4.	Ranking de los países con mayor estrés hídrico del mundo en 2040. . . . .	40
2.5.	Distribución del uso del agua en México. . . . .	40
2.6.	Tarifas mínimas y máximas de agua potable para consumo doméstico en algunas ciudades de México. . . . .	49
2.7.	Precio por litro de algunas de las marcas de agua embotellada disponibles en supermercados de la ciudad de México. . . . .	49
3.1.	Resultados del estudio del Instituto Politécnico Nacional sobre la calidad de agua en 111 pequeñas embotelladoras de la ciudad de México. . . . .	90
3.2.	Límites permisibles de características bacteriológicas para distintos lineamientos internacionales . . . . .	93
3.3.	Límites permisibles de características físicas y organolépticas para distintos lineamientos internacionales . . . . .	94
3.4.	Límites permisibles de características química para distintos lineamientos internacionales . . . . .	97
3.5.	Límites permisibles de características radiactivas para distintos lineamientos internacionales . . . . .	98
4.1.	Árbol de acciones . . . . .	117
4.2.	Principales fuentes de energía eléctrica a nivel mundial. . . . .	121

4.3. Árbol de factores ambientales . . . . .	123
4.5. Acciones y su relación con las labores del cuadro 4.4 . . . . .	128
4.4. Labores asociadas al agua embotellada . . . . .	130
6.1. Volumen mundial de agua embotellada. Crecimiento 2005-2010	144
6.2. Crecimiento del volumen de agua embotellada en Latinoaméri- ca 2005-2010 . . . . .	144
6.3. Países consumidores de agua embotellada de latinoamérica por volumen (2010) . . . . .	144
6.4. Proyecciones: volumen global de agua embotellada 2010-2015 .	145
6.5. Mercado global de agua embotellada. Consumo y crecimiento 2008-2013 . . . . .	145
6.6. Mercado global de agua embotellada. Consumo per cápita 2008-2013 . . . . .	146
6.7. Mercado de agua embotellada en latinoamérica por volumen .	147
6.8. BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México ¿Cómo usa el agua de la llave? . . . . .	147
6.9. BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México: ¿Cómo obtiene agua para beber? . . . . .	147
6.10. BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México: Frecuencia de cortes al suministro . . . . .	148
6.11. BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México: Punto de contaminación. . . . .	148
6.12. BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México: fuentes de información. . . . .	148
6.13. BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México: fuentes de información (1). . . . .	149
6.14. BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México. Percepción (1). . . . .	149
6.15. BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México. Percepción (2). . . . .	149
6.16. BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México: ¿Es segura el agua de la llave para beber? . . . . .	150
6.17. BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México: Frecuencia nacional de cortes al servicio de agua. . . . .	150
6.18. BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México: Fuentes de agua. . . . .	151

6.19. Energía total, desechos sólidos post-consumo y gases de efecto  
invernadero para botellas plásticas de 12 onzas (0.354 litros).  
Unidad de estudio: 10,000 botellas. . . . . 154

# Índice de figuras

1.1.	<i>Se muestran los enlaces débiles por puentes de hidrógeno entre cinco moléculas de agua. Fuente: García, 2009</i>	18
1.2.	<i>Se Puede observar en el mapa la ubicación de los primeros asentamientos que desarrollaron la agricultura, y el año aproximado en que lo hicieron (Diamond, 1997)</i>	23
1.3.	<i>En este mapa orográfico del mundo se observa claramente la relación entre los cuerpos de agua y las zonas resaltadas en rojo de la figura 1.2</i>	24
1.4.	<i>Se observan las 25 ciudades más importantes económicamente. Se aprecia que existe una relación geográfica entre estas y su cercanía con la costa (Fuente: Martin Prosperity Institute).</i>	26
2.1.	<i>La figura muestra la división de nuestro país en regiones hidrológicas-administrativas (Fuente: CONAGUA.gob).</i>	34
2.2.	<i>Zonas con alto grado de contaminación en México (Fuente: CONAGUA</i>	36
2.3.	<i>La figura muestra la distribución del estrés hídrico actual en el mundo (Fuente: World Resources Institute, 2016).</i>	37
2.4.	<i>La figura muestra el factor de cambio en el grado de estrés hídrico esperado para el año 2040 (Fuente: World Resources Institute, 2016).</i>	39
2.5.	<i>La figura muestra las condiciones de estrés hídrico mundial esperadas para el año 2040 (Fuente: World Resources Institute, 2016).</i>	41
2.6.	<i>La figura muestra la supuesta cita de Leonardo Da Vinci a propósito del agua San Pellegrino (Nestlé-Waters.com, 2016).</i>	44
2.7.	<i>La figura muestra marcas de agua analizadas por PROFECO en 1995</i>	46

2.8. <i>Distribución de los gastos en un sistema de abastecimiento municipal o centralizado (Elaboración propia con datos de la OCDE).</i> . . . . .	48
2.9. <i>La figura muestra la inmensa diferencia de precios entre el agua de la llave y el agua embotellada (3,625 veces más costosa).</i> . . . . .	50
2.10. <i>La figura muestra los enlaces inservibles para “conocer más” sobre sostenibilidad de Dasani (Fuente: <a href="http://www.dasani.com">www.dasani.com</a>)</i> . . . . .	63
4.1. <i>Esquema de un proceso productivo (Fuente: Garmendia, 2005).</i> 112	
4.2. <i>Esquema general del abastecimiento de agua potable, tomado de Pacheco-Vega (2015).</i> . . . . .	114
4.3. <i>Esquema de todos los procesos involucrados en la producción de agua embotellada. Elaboración propia con ayuda de los datos de: Franklin Associates (2007), Gleick y Cooley (2009), OPS (2007) y Topling Machinery (2016)</i> . . . . .	133
4.4. <i>Matriz de identificación de impactos ambientales a nivel de las labores de la industria del agua embotellada.</i> . . . . .	134
4.5. <i>Matriz de identificación de impactos ambientales a nivel de las acciones de la industria del agua embotellada.</i> . . . . .	135

# Introducción

El agua es el recurso natural máspreciado de nuestro planeta, de ella dependen todas las formas de vida hasta ahora conocidas. El agua se abre camino y destruye barreras, el agua es el tema principal e inspiración a este trabajo.

En la actualidad las fuentes de este vital líquido se ven gravemente afectadas por su sobreexplotación, y la población mundial comienza a sentir los efectos de su desabasto. Nos encontramos en un contexto donde la inversión en infraestructura hidráulica ha disminuído dramáticamente, donde se deja ver que el abandono de los sistemas municipales de abastecimiento de agua potable da paso a un producto que se posiciona como el nuevo gran abastecedor de agua apta para consumo humano: el agua embotellada.

Hoy día, el material bibliográfico especializado en lengua española sobre la problemática del agua embotellada es escaso, siendo los principales tratamientos que se le dan al tema el jurídico y el humanístico, optando por relegar el enfoque de sostenibilidad ambiental. Este trabajo pretende ayudar a llenar este vacío documental y sentar las bases para el uso de este enfoque.

El capítulo 1 expone someramente algunas de las propiedades de este líquido para posteriormente abundar en diferentes enfoques que enfatizan su importancia. En el capítulo 2 se expone el panorama general de la industria del agua embotellada: su lugar en el contexto del estrés hídrico mundial, los factores que han permitido su éxito, su desarrollo en nuestro país, así como los recientes esfuerzos de oposición mundiales (y la respuesta que las embotelladoras han tenido a estos).

Estos primeros capítulos son de suma importancia para formar en el lector una visión global de la temática que orbita alrededor de este producto.

En el capítulo 3 se estudian las posturas de diferentes organismos internacionales que el autor ha considerado relevantes en la materia, así como las reglamentaciones de los mismos (de haberlas) a propósito de la calidad del agua de los sistemas municipales y del agua embotellada. Lo anterior para culminar con un cuadro comparativo que pone, el uno al lado del otro, a cada uno de los mencionados reglamentos.

El capítulo 4 responde a la pregunta “*¿Es la industria del agua embotellada una industria ambientalmente sostenible?*” apoyándose en los principios utilizados en la evaluación y valoración del impacto ambiental, así como en la metodología de las matrices de identificación de impacto ambiental aplicadas a una industria operante.

Los capítulos 5 y 6 condensan las conclusiones que este texto ha producido y se sugieren ciertas recomendaciones que pretenden acercar a la población y los gobiernos a modelos de abastecimiento de agua potable de naturaleza más sostenible que la del agua embotellada.

Al final de este trabajo se puede encontrar un apéndice que contiene las cifras más significativas asociadas a esta industria. El lector será referido a este apéndice a través del texto, su contenido intenta sintetizar los números más relevantes que rodean a este producto. Al apéndice le sigue un epílogo que expone las reflexiones y el sentir del autor respecto al tema, con el que se concluye el texto.

Se ha intentado estructurar este trabajo de forma tal que permita al lector adquirir primero un conocimiento general del tema, suficiente para la formación de un criterio propio, para poder después (con las metodologías de la identificación de impacto ambiental) presentar una conclusión técnica, que respalde (o no) dicha postura a base de argumentos y métodos de estudio sólidos.



# Capítulo 1

## Antecedentes

El agua, a pesar de que tiende a pasar desapercibida, es la base de toda la actividad humana, incluso de aquella que se desarrolla lejos de los grandes cuerpos del líquido, o que no lo utiliza en gran medida en sus procesos productivos. El agua es la base de toda la actividad humana, sencillamente porque la vida humana depende de su existencia.

A la edad de 73 años, Mahatma Gandhi, uno de los luchadores pacifistas por la igualdad más conocidos de la historia, sobrevivió sin ingerir alimento alguno (sólo con pequeños sorbos esporádicos de agua) durante 21 días.

En 1997, en un artículo en el *Diario médico inglés*, Michael Peel, examinador médico experto de la Fundación para el cuidado de víctimas de tortura, cita estudios bien documentados que reportan a víctimas de tortura por inanición que sobrevivieron periodos de 28, 36, 38 y 40 días (Lieberson, 2008).

Cuarenta días sin probar bocado puede sonar como un tiempo largo, pero estas personas tuvieron acceso a agua, que si bien mínima, era constante. En contraste se tiene por tiempo promedio de supervivencia para una persona sin acceso a líquidos (en condiciones ambientales favorables) es de poco más de una semana (Pakcer, 2002). Sólo hace falta recordar que el cuerpo humano adulto se compone de un 65 % de agua, que nos sirve como vía de transporte de nutrientes alrededor del organismo.

La importancia del agua se ha subrayado en innumerables campañas gubernamentales, espacios informativos, documentales, noticieros, etc. Pero es

necesario empezar este trabajo mencionando sus grandes virtudes y su ejemplar importancia, porque sin estos antecedentes no puede entenderse la magnitud del impacto que las empresas embotelladoras tienen en su explotación, y ese es el eje central de esta investigación.

## 1.1. El agua-Propiedades

En el contexto de la ingeniería, se podría hacer un listado de las muchas propiedades físico-químicas que el agua tiene. Sin embargo tal lista se antoja ociosa y escaparía a los límites de este trabajo; por eso, a continuación se presentarán sólo unos cuantos de ellos, que se han considerado los más importantes para entender el contexto y contenido de esta tesis.

El agua ha maravillado a la comunidad científica desde hace mucho tiempo. Aristóteles ya menciona en sus trabajos la teoría de las cuatro raíces de Empédocles (Aproximadamente 450 A.C), en la que este último enlistó cuatro sustancias que creía que formaban a todas las otras (Agua, tierra, viento y fuego). No fue sino hasta 1798 que Henry Cavendish descubrió que el agua no se trataba de un elemento, sino de un compuesto, y aún tuvieron que pasar 23 años para que Gay-Lussac determinara que este se trataba de una combinación de dos partes de hidrógeno por una de oxígeno.

A un nivel molecular el agua se compone de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno ( $H_2O$ ), unidos por un enlace covalente polar. Este tipo de enlace se presenta cuando los elementos que forman el compuesto tienen diferente electronegatividad y sus electrones de la capa de valencia se comparten de forma desigual. En la molécula de agua el oxígeno tiene carga negativa y el hidrógeno es positiva, generándose un momento dipolar eléctrico. Las fuerzas de estos dipolos actúan como una especie de red en la superficie del agua, lo que explica su elevada tensión superficial (Propiedad sin la cual es difícil imaginar la ruta que la evolución habría seguido, sólo hay que ver a los mosquitos caminando sobre ella, o en mayor escala a un lagarto basilisco verde corriendo sobre su superficie).

De manera similar, las diferencias de electronegatividad entre moléculas de agua producen la atracción entre el oxígeno de una y uno de los hidrógenos

de otra. Estas atracciones son pequeñas a comparación de las fuerzas electronegativas que mantienen unidas a los átomos de una sola molécula, y se conocen como fuerzas de van der Waals. Así, cada uno tiene dos electrones libres que pueden formar un enlace por puente de hidrógeno con un hidrógeno, cada uno. Los puentes de hidrógeno son los responsables del alto punto de ebullición que tiene el agua (100°C a condiciones de temperatura y presión estándar), a comparación de aquellas sustancias que no los tienen. Ver figura 1.1.

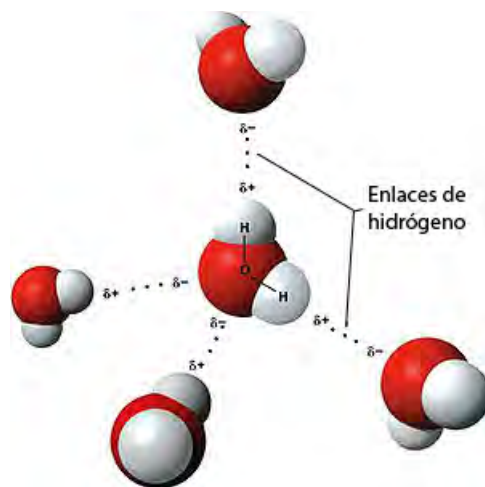


Figura 1.1: Se muestran los enlaces débiles por puentes de hidrógeno entre cinco moléculas de agua. Fuente: García, 2009

Los puentes de hidrógeno del agua le confieren una capacidad calorífica específica muy alta, de  $1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$  (sólo por debajo de la del amoníaco). Esto le permite tener una variación muy ligera de temperatura a los grandes cuerpos de agua durante el día y la noche, volviendo al agua la reguladora de la temperatura del planeta. Así, una localidad cercana a un cuerpo de agua tendrá una temperatura más estable que otra que no lo esté.

Las propiedades únicas del líquido son también las que ponen a los cuerpos de agua en riesgo. La gran reactividad del agua la convierte en una sustancia capaz de disolver a muchas otras, razón por la cual la comunidad científica también la conoce como el solvente universal. El agua puede disolver, desde las pequeñas proteínas de las que se alimentan nuestros cuerpos hasta la calcita, creando inmensas cavernas subterráneas. Esta misma facilidad de

disolver minerales, líquidos y gases es la que pone en peligro diferentes cuerpos de agua, porque, así como el agua en escorrentía puede llevar minerales esenciales hasta el mar durante su paso por los continentes, también puede arrastrar consigo importantes contaminantes e introducirlos en lugares donde sus efectos pueden afectar a la vida acuática y la cadena trófica que de ella depende, en un corto o largo plazo.

Las implicaciones de esto pueden verse no sólo en un entorno natural sin intervención humana, sino también en otros más urbanos. En lugares de cultivo de diferentes legumbres, un análisis de los contenidos de metales del agua de riego puede revelar la presencia de diferentes metales en cantidades muy por encima de las normas medioambientales pertinentes (Cohen y Hagerman, 2014). Las ironías salen a relucir con el agua: las grandes ciudades, como la Ciudad de México, envían sus descargas de aguas negras cargadas de materia fecal a otros sitios en donde se afecta a terceros, que tienen que arreglárselas para sobrevivir entre cantidades inmensas de contaminantes que merman su calidad de vida. Los agricultores de estas localidades, a cambio, regresan toneladas de productos agrícolas, que han crecido nutriéndose de nuestras propias aguas negras, productos que terminan siendo consumidos por nosotros, los habitantes de las áreas urbanas.

## **1.2. El agua y algunos enfoques sobre su importancia para el desarrollo de la vida en nuestro planeta y de nuestra especie**

Después de un breve recordatorio de las propiedades de mayor interés que para este trabajo tiene el agua, es momento de ir al pasado, a la historia del vital líquido del que se hablará, y es que no se puede imaginar una historia sin que esta empiece por el origen del protagonista; así que el origen del agua en nuestro planeta será el punto de partida de esta sección. La aparición del agua en el planeta tierra, como una sustancia líquida en abundancia, es el surgimiento de los mares, así que los mares y su génesis serán el comienzo.

Hasta hace sólo un par de años la comunidad científica estaba mayormente de acuerdo con la teoría de que el origen del océano se debía a la condensa-

ción de gases en la atmósfera terrestre. Esta teoría dice que, en sus inicios, la tierra tenía gran actividad volcánica que generó una protoatmósfera en donde los elementos más ligeros escapaban al espacio, mientras que los menos volátiles, como el vapor de agua, eran atraídos por la gravedad terrestre y se condensaban, llenando las cuencas de agua altamente ácida capaz de arrastrar cantidades importantes de minerales de las rocas hacia los recientemente formados mares. Sin embargo, era un misterio el detalle de la formación de estos primeros mares, debido a que la tierra habría tenido una temperatura demasiado alta en su comienzo para dicha condensación.

La teoría del origen terrestre de nuestros mares, si bien sigue siendo muy utilizada, dejaba cabos sueltos. Sin embargo estudios publicados en el 2013 en la revista National Geographic por el oceanógrafo Paul Hartough del instituto Max Planck de Alemania, le han dado fuerza a la hipótesis de que el agua terrestre tiene un origen muy diferente al que se creía.

Según estos estudios, el agua proviene de cuerpos celestes que habrían chocado con nuestro planeta hace miles de millones de años, y el análisis del cometa Hartley 2, que posee agua de composición muy similar a la nuestra, hace que la teoría del origen estelar del agua terrestre cobre más fuerza. Hartough afirma que el 10 % del agua en el planeta proviene de cometas, mientras que el resto proviene de asteroides ricos en agua.

No importa de que teoría sea partidario el lector, hay un hecho que es admitido unánimemente por la comunidad científica: la vida surgió en el agua. En el periodo precámbrico (hace entre 4000 y 5000 millones de años, la edad aceptada de la formación de nuestro planeta) la vida en la tierra estaba compuesta únicamente por algas marinas, mientras que los continentes eran un montón de campos de lava y exalaciones de vapor de agua. Al pasar el tiempo las lluvias formaron ríos y mares que avanzaban y retrocedían, formando los continentes. En esta tierra primitiva el mar vio nacer a los primeros invertebrados, como las esponjas, los trilobites y las medusas. Todas especies marinas.

Los primeros vertebrados también surgieron en el mar, y las condiciones de nuestro planeta obligaron a la diversificación de las formas de vida. Algunas permanecieron en el agua, mientras que otras salieron de los mares y colonizaron la tierra hasta llegar a formar la biodiversidad que hoy en día existe.

No hay que ir lejos para convencer a los ecépticos sobre nuestros orígenes marinos. La biología desarrolló a finales del siglo XIX una teoría llamada de recapitulación, en la que se decía que el desarrollo embrionario durante la gestación, para una especie, recapitulaba su historia evolutiva. Así, según la recapitulación, el embrión humano pasaría de pez a anfibio, luego a reptil, posteriormente ave y finalmente a mamífero. Hoy día la teoría de la recapitulación ha quedado en desuso en su forma más literal y ha sido reemplazada por otras más modernas, pero un hecho es que ya en la cuarta semana de desarrollo de un embrión humano se distingue perfectamente un arco branquial a los costados de la farinje. Esto es, branquias funcionales durante nuestro periodo embrionario. La vida, nosotros mismos, tenemos antiguas huellas de nuestros humildes orígenes acuáticos.

Aquí se hace conveniente mencionar brevemente un concepto muy sencillo: la valencia ecológica (Mazoyer y Roudart, 2006, p.30). La valencia ecológica se define como la habilidad de una especie para ocupar diversos ambientes y poblarlos más o menos densamente, en este sentido la valencia ecológica de una especie designa su potencial de desarrollo; el cual no sólo se mide por la distribución geográfica de la especie, sino también por la máxima densidad de población que la especie puede tener en el ápice de su desarrollo.

Mazoyer propone en su *Historia de la agricultura mundial* que las especies de mayor valencia ecológica tienen mayores posibilidades de desarrollarse y sobrevivir a los cambios en el medio ambiente. El autor menciona que algunas especies han desarrollado la habilidad de modificar su entorno en función de sus necesidades, de tal forma que aumenta la disponibilidad de recursos para su consumo. Mucho antes de nuestra especie, otras ya habían desarrollado una versión rudimentaria de la agricultura. Por dar un ejemplo, existen las hormigas cultivadoras de las regiones tropicales de nuestro continente, que no se limitan a la depredación de los hongos de los que se alimentan, sino que crean túneles subterráneos y redes de cavernas en los que, metódicamente, van preparando una cama de cultivo con diferentes materiales orgánicos que encuentran en el bosque. Esta dedicada preparación se utiliza para el cultivo de hongos de los que se alimentan, lo que quiere decir que las hormigas están garantizando alimento para poder sobrevivir a largo plazo. "Se podría decir que luego de ser cazadoras nómadas, con el acopio de alimentos viene un nuevo estilo de vida sedentario".

De acuerdo a las hipótesis más modernas el *Homo sapiens* apareció en el sur de África hace unos 200 000 años. Nuestra especie, mucho más reciente que las hormigas, comparten con ellas la habilidad de poder ampliar su valencia ecológica por medio de la agricultura; una forma de agricultura mucho más desarrollada. Nuestra agricultura es la actividad que más consume agua en todo el planeta tierra, con un aplastante 70 % (OECD.org, 2015) del total de agua dulce consumida por la humanidad. El punto que el autor quiere demostrar aquí es que, como con las hormigas hormigas cultivadoras, el desarrollo de la agricultura le permitió al hombre un estilo de vida sedentario.

Este estilo de vida sedentario nos ha permitido un desarrollo intelectual que de otra forma no habría sido posible. Ahora bien, no se conoce con certeza el lugar en donde el primer ser humano se volvió sedentario. Tal fecha, como muchas otras de importancia, se pierden en la historia; sin embargo, se ha establecido ya, que fue gracias a la creación de la agricultura que nos volvimos sedentarios, y la relación entre agricultura y agua es vistosa.

El inicio de la agricultura se remonta a China, durante el periodo neolítico (Wikipedia.org, 2015), y se tiene conocimiento de que en el año 7000 A.C. se comenzaba con esta actividad en Egipto y el subcontinente de la India, como lo demuestran excavaciones arqueológicas en Mehrgarh en Baluchistán, en lo que hoy es Pakistán. En el año 6000 A. C., la agricultura campesina se estableció en las orillas del Nilo. Esto debido al poco desarrollo aún de las técnicas de riego. Durante este tiempo, la agricultura se desarrolló de forma independiente en el Lejano Oriente, con el arroz como cultivo principal. Como complemento a estas nuevas fuentes de carbohidratos, una red de pesca altamente organizada en los ríos, lagos y las costas del océano en estas áreas trajo consigo grandes volúmenes de proteínas esenciales.

En 5000 antes de Cristo, los sumerios habían desarrollado las principales técnicas agrícolas, incluyendo el cultivo intensivo de la tierra a gran escala, el monocultivo, técnicas de riego, y el uso de mano de obra especializada, particularmente a lo largo de la vía acuática ahora conocida como el canal de Shatt al-Arab, del delta de Golfo Pérsico a la confluencia de los ríos Tigris y Éufrates.

Como puede verse en los párrafos anteriores, durante al menos 1000 años, la agricultura dependió completamente de la cercanía de los lugares en donde

se desarrolló a cuerpos importantes de agua. Egipto, India, la actual Ciudad de México; todos lugares con agua en abundancia en los tiempos del inicio de su actividad sedentaria. En la figura 1.2 puede apreciarse un mapa en el que se incluyen las ciudades de desarrollo primario de la agricultura (No se incluyen aquellas que fueron influenciadas por otras).

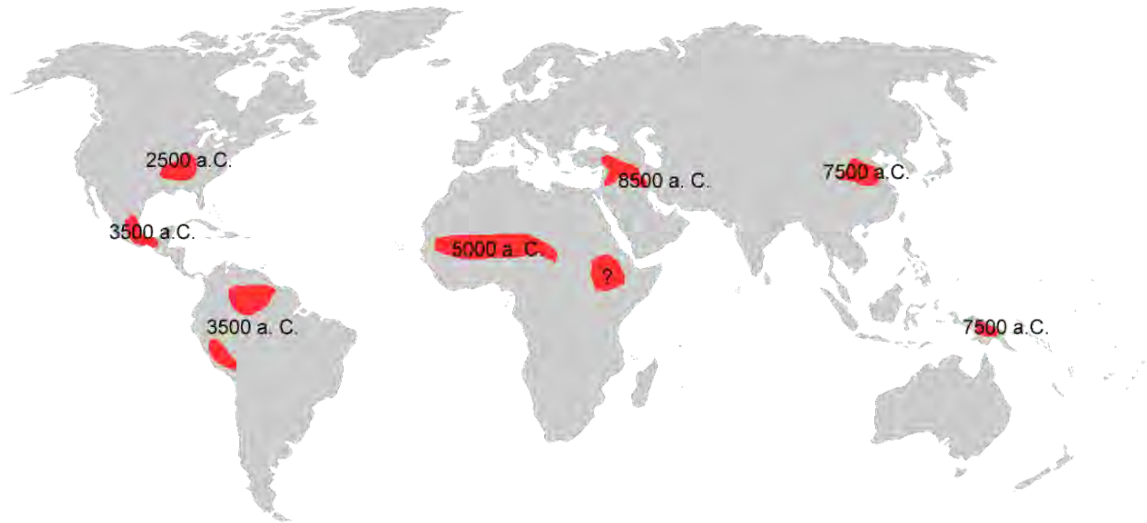


Figura 1.2: Se Puede observar en el mapa la ubicación de los primeros asentamientos que desarrollaron la agricultura, y el año aproximado en que lo hicieron (Diamond, 1997)

Todos los lugares marcados en color rojo se encuentran cerca de la costa, poseen enormes ríos que los atraviesan o cuerpos de agua importantes (además de un clima favorable para los cultivos). La ciudad de México y el área que ocupaba Mesoamérica son un caso especial, ya que la zona se asienta sobre un lago que fue desecado con el paso del tiempo, desde que los aztecas se instalaron en Tenochtitlán y crearon la técnica agrícola de chinampas, hasta que los españoles llegaron y comenzaron a usar irracionalmente el agua, proceso que continúa hasta nuestros días.

La figura 1.3 nos da una idea general de la orografía mundial actual. Si se observan ambos mapas (figuras 1.2 y 1.3) puede verse claramente que la agricultura nació solamente en aquellos lugares que tenían un clima cálido y agua en abundancia.





China, es una península rodeada de islas montañosas, su *Skyline* más impresionante se encuentra en el Puerto Victoria en el mar de China. Por último, París tiene al río Sena, que lo cruza en su sección sur de izquierda a derecha. La parte parisina del río Sena ha sido declarada patrimonio de la humanidad por la UNESCO.

De manera semejante como se ha hecho con las primeras cinco ciudades de la lista de las más ricas del mundo, podríamos analizar individualmente a las otras veinte, sin embargo, para ahorrar un estudio más profundo de este tema se presenta un mapa en el que se observa el ranking del Instituto Martín de Prosperidad (Figura 1.4). Puede apreciarse que, a pesar de diferir sustancialmente de la figura 1.2 (donde se mostraban los primeros asentamientos que desarrollaron la agricultura), las 25 ciudades económicamente más poderosas en el mundo tienen todas acceso a cuerpos de agua (mares, ríos o lagos) de importancia.

Con los acontecimientos y hechos de la historia y la prehistoria que el autor a subrayado en el capítulo se pretende hacer ver al lector que el desarrollo de nuestro planeta, de la vida, de la evolución, del ser humano, y de nuestra civilización; está unido intrínsecamente a la historia del agua. No podría existir ninguna de ellas de no existir este líquido. Siendo más atrevido, se puede decir que la búsqueda de vida en otras partes del universo es la búsqueda de agua. Es muy probable que en otro lugar del universo se desarrollaran formas de vida con una bioquímica soluble en agua (Nerlich, 2011). De lo que se sabe hasta hoy, es muy probable que otra forma de vida necesitará un solvente (como el agua) y una o más unidades elementales para su estructura y función (como el carbón). Los solventes son necesarios para permitir las reacciones químicas, así como para transportar materiales físicamente (Las proteínas y aminoácidos que circulan por nuestro cuerpo son solubles en agua), y en ambos casos, tener uno en estado líquido parece importante.

Si se considera que los elementos más abundantes en el universo son hidrógeno, helio, carbón y oxígeno; y despreciamos al helio por ser inerte, tenemos que los tres elementos más abundantes en el universo son también los que forman el 95 % del cuerpo de los seres vivos conocidos (deGrasse, 2003). Puede esperarse, razonablemente, que los solventes útiles para la bioquímica de formas de vida extraterrestres estén constituidos por los elementos más comunes en

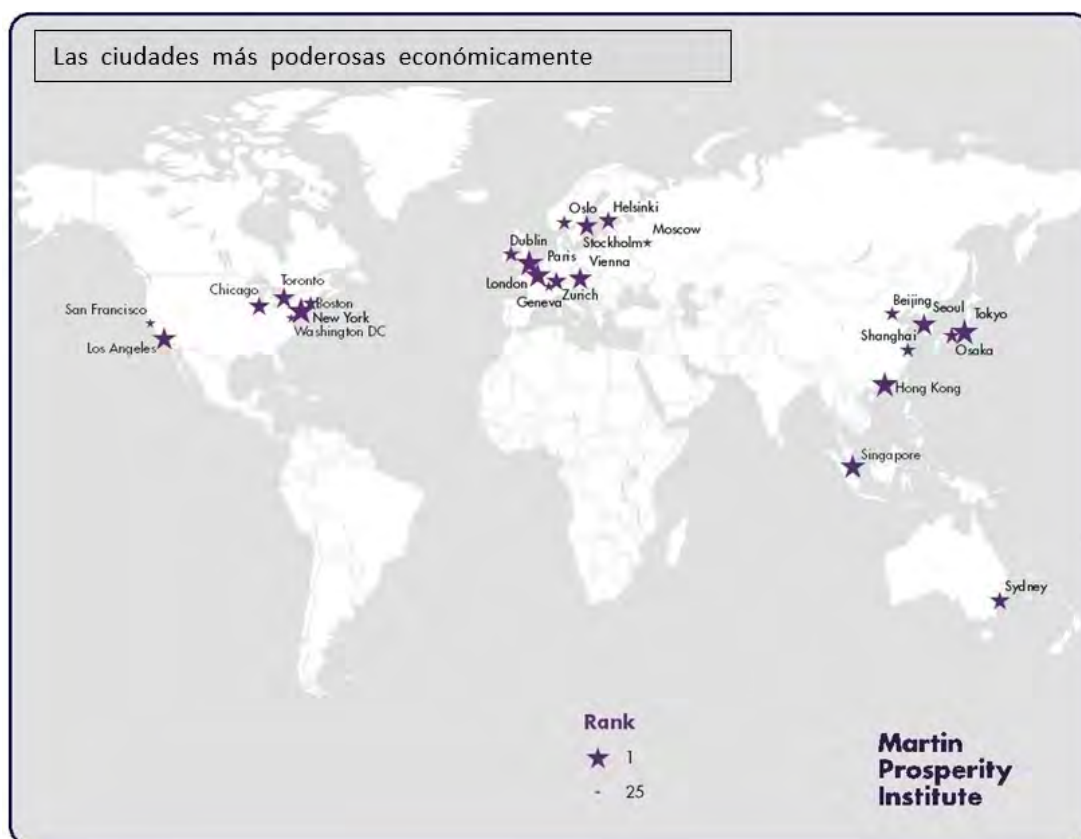


Figura 1.4: Se observan las 25 ciudades más importantes económicamente. Se aprecia que existe una relación geográfica entre estas y su cercanía con la costa (Fuente: Martin Prosperity Institute).

el universo. El agua además, está presente en su forma líquida en un rango de temperatura más elevado que otros posibles solventes (que pudieran presentarse en abundancia, como el amoniaco), se cree que habría bioquímica más dinámica en lugares más templados que permitieran la mayor ocurrencia de reacciones químicas.

Han pasado millones de años desde que nuestro planeta se engalanó con un mar de agua líquida, desde entonces ha habido incontables cambios en las formas de vida que lo poblan, la orografía, el relieve y el clima terrestre. De manera natural han ocurrido cambios drásticos en el clima del planeta,

así como extinciones masivas y catástrofes. El dinamismo que producen estos cambios hacen que nuestro planeta sea más diverso en todo sentido. Sin embargo, nuestra llegada como especie ha afectado el balance natural de diferentes ciclos biogeoquímicos. Nuestra industria y crecimiento demográfico desmedido ha provocado que nuestras necesidades alimentarias y materiales superen a la productividad del planeta, intentamos tener un sistema industrial lineal en un planeta de recursos finitos (Leonar, 2007), lo que es matemáticamente imposible

Organizaciones mundiales e instituciones de investigación científica predicen cortes en la provisión de agua para uso agrícola, industrial y de consumo humano. Una cantidad de instituciones internacionales como Vigilancia de Alimento y Agua (FAO, por sus siglas en inglés), el Banco Mundial, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han declarado la escasez de agua<sup>1</sup> como un problema mayor al que se enfrentará la humanidad en las próximas décadas. Así lo ilustra la alerta que el ex-secretario general de la ONU, Kofi Annan, expresó en 2001 diciendo que la escasez del líquido podría convertirse en una fuente de conflicto y guerra (Cullen, 2014).

En este contexto de alerta mundial respecto a la falta de agua, una industria valuada en miles de millones de dólares anuales no alcanza a ver sezgo a su increíble crecimiento (23.9% entre 2010 y 2011 en Indonesia, por poner un ejemplo (Pacheco-Vega, 2015)). Auto-declarada como un *pequeño consumidor* de agua (Nestlé.org, 2015) la industria del agua embotellada añade más presión a los cuerpos de agua, a la economía de la población mundial y al medio ambiente. Es necesaria la producción de más material bibliográfico con respecto a una actividad industrial que explota un recurso natural tan sensible. “*El agua ligera*” tiene un peso en el ambiente que es contrastante con la publicidad (atestada de paisajes naturales y montañas) que suele utilizar. El panorama en el que los recursos hídricos de nuestro planeta pueden ser empacados y vendidos en una pequeña botella es bastante deprimente si se toma en cuenta la grandeza, magnitud e importancia que tiene el agua, no

---

<sup>1</sup>En 2006, en el *Reporte del desarrollo hídrico mundial* la ONU definió que la escasez de agua se alcanza cuando la relación entre el agua utilizada y el re-abastecimiento natural de agua de un sitio es mayor al 75%

sólo en nuestro planeta, sino en el universo entero.

### Resumen capítulo 1

En el capítulo se han presentado las propiedades más importantes del agua, aquellas que la hacen un gran solvente, y que a su vez la ponen en peligro de contaminarse con facilidad, además de haberse examinado someramente su estructura molecular, y algunas de las consecuencias físicas que esta tiene. En cuanto al contexto histórico que se ha mostrado, el autor ha presentado cinco ideas, alrededor de las cuales se pretende hacer notar la importancia vital del agua:

- Las primeras formas de vida surgieron en el agua.
- Existe evidencia de que los seres humanos descendemos de formas de vida primitivas y acuáticas. La más fuerte es la presencia de un arco branquial durante la gestación de un embrión humano.
- Los organismos más exitosos son aquellos que pueden ampliar su valencia ecológica, la forma más efectiva de hacerlo es no depender de alimento y sustento esporádicamente, sino de forma constante; esto se logró al desarrollarse la agricultura. Puede demostrarse que la agricultura floreció exclusivamente en lugares con cuerpos abundantes de agua.
- Actualmente las ciudades economicamente más poderosas se encuentran (todas) en zonas costeras o cerca de cuerpos de agua, como ríos y grandes lagos.
- La búsqueda de vida en otros planetas está basada en la búsqueda de agua en estado líquido.

Si se escribe en Google: “importancia del agua”, el buscador arroja 42,700,000 resultados; otros 999,000,000 si la búsqueda se realiza en inglés, sumando un total de 1,041,700,000 resultados accesibles al lector universitario promedio. El tema claramente no es nuevo y existe abundante bibliografía al respecto, es por eso que se ha intentado darle al lector un acercamiento desde una perspectiva diferente. El autor considera que lo presentado en estos antecedentes forma nuevas herramientas con las cuales entender que cualquier actividad humana que requiera agua tiene un impacto trascendente. Es momento entonces de entrar en materia.

## Capítulo 2

# El *boom* del agua embotellada

“...Se entiende por... Agua para consumo humano preenvasada, a la de cualquier origen, que no contiene materia extraña, ni contaminantes, ya sean químicos, físicos o microbiológicos, que causen efectos nocivos a la salud, para su comercialización se presenta al consumidor en envases cerrados, incluyéndose entre otras: al agua de manantial, agua mineral, agua mineralizada.”  
Norma mexicana NOM-201-SSA1-2002.

“Agua embotellada: Se define como aquella destinada al consumo humano y que está sellada en botellas u otros contenedores, sin ingredientes añadidos, excepto que podría contener opcionalmente agentes antimicrobianos adecuados y seguros...”  
Código de Regulaciones Federales de la FDA

En años recientes se ha hecho evidente el gran éxito comercial del negocio del agua embotellada. Los supermercados han pasado de tener uno o dos anaqueles con este producto a dedicarle verdaderas secciones a las múltiples variedades y presentaciones que actualmente existen: agua mineral, agua mineral saborizada, agua para niños, agua adicionada con vitaminas, costosas aguas de exportación, etc. El éxito de este producto es comparable solamente con el de las computadoras personales (Miller, 2006).

A lo largo del tiempo las embotelladoras han tenido un éxito sin paralelo al vender sus productos como la opción de hidratación más saludable, conveniente, higiénica, *pura y limpia*. Esta imagen ha puesto en competencia

directa al agua embotellada con aquella que ofrecen los servicios municipales en los países más desarrollados.

En el caso de México la Constitución garantiza a los ciudadanos a través del artículo cuarto, párrafo sexto, que:

“Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. . .”

Sin embargo la percepción general (como se verá posteriormente) está muy lejos de considerar al agua de la llave segura. Por esta razón, y porque es recurrente el discurso de que la competencia entre el agua de la llave y el agua embotellada se da sólo en países desarrollados (Miller, 2006), y México está considerado por el Fondo Monetario Internacional como un país en desarrollo, se supondrá en este texto la inexistencia de tal competencia, al menos dentro de nuestro país.

En este punto de la lectura se han expuesto algunos nuevos enfoques sobre la importancia del agua en nuestro planeta; el agua, este vital líquido que ha hecho posible el desarrollo de la vida en la tierra y de nuestro intelecto. Brevemente se ha podido observar la relación del líquido con el desarrollo de nuestra especie, en un mundo primitivo y posteriormente en la actualidad. Actualmente el precioso recurso se ve amenazado por la sobreexplotación y la contaminación, el abuso en el consumo del agua deja ver ya su efecto, es momento de estudiar esta escasez: ¿Qué tan grave es? ¿A qué países afecta mayormente? ¿Qué nos espera en el futuro si seguimos con nuestros hábitos de consumo actual? y, en este tenor, ¿qué papel juega el agua embotellada en este escenario mundial? Desde los orígenes de las embotelladoras en el mundo, pasando por una epidemia y un terremoto que permitieron al agua embotellada proliferar en nuestro país, hasta las debilidad del estado para abastecer agua potable de calidad, es el momento de estudiar el éxito, el gran *boom* de esta industria.

## 2.1. El agua embotellada en el contexto de estrés hídrico mundial

Se ha hablado en la introducción de este documento de algunas perspectivas desde las cuales puede apreciarse notoriamente la importancia del agua en el desarrollo de la vida en nuestro planeta y de la humanidad. Más allá de aquellas reflexiones se sabe que sólo alrededor del 0.8 % del agua del planeta es apta para consumo humano, la mayoría de esta agua es subterránea, en menor medida se trata de agua superficial.

Existe la tendencia a creer que el agua dulce de nuestro planeta está desapareciendo, sin embargo esto es falso, el agua (como todos los demás recursos de nuestro planeta) está en constante cambio, y a pesar de no disminuir en cantidad, sí lo está haciendo en calidad, y es que cada día existen menos fuentes de agua aptas para consumo humano. Hoy en día existen aproximadamente 780 millones de personas que carecen de acceso a fuentes de agua limpia, esta cifra representa el 10.55 % de la población mundial actual (considerando que se estima que existen 7.3 mil millones de personas en el planeta (worldometers.info, 2015)), además de un 20 % adicional de la población mundial vive en zonas de estrés hídrico.<sup>1</sup>

Bancos internacionales, organizaciones gubernamentales e instituciones de investigación coinciden en predecir cortes al suministro de agua para fines agrícolas, industriales y de consumo humano en el futuro. Instituciones como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han proclamado a dichos cortes del suministro como el mayor problema al que la humanidad deberá enfrentarse en décadas venideras, uno que podría llevar a nuestra especie a vivir nuevos conflictos y guerras (Cullen, 2014).

El consumo de agua contaminada genera 4 mil millones de casos de diarrea al año, de las enfermedades asociadas al agua insalubre resultan 2.2

---

<sup>1</sup>*Estrés hídrico*:1.- Lugares donde el uso de agua excede el 40 % del total del recurso disponible (OECD, 2009). 2.- El término se refiere a la presión que sufre un ecosistema por la excesiva demanda de agua comparada con la recarga de los acuíferos, se calcula como la razón entre la extracción de agua y el promedio anual histórico de escorrentía (Pacheco-Vega, 2015).



millones de muertes al año. Las enfermedades asociadas a la mala calidad del agua son la causa número uno de muertes en niños menores de 5 años y se sabe que más gente muere por este tipo de padecimientos que la que fallece a causa de todas las formas de violencia juntas (incluida la guerra) anualmente (Ross, 2010).

La extracción de agua es asimétrica en el mundo, la India (por ejemplo) extrae el 19 % del total de agua para consumo humano en el mundo, seguida por China (14 %), y los Estados Unidos (12 %), muy por abajo de estas cantidades se encuentra México, con sólo la *modesta* cantidad de 2 % del total. En cuanto al consumo per cápita del líquido, Estados Unidos está a la cabeza con casi 1300 metros cúbicos de agua al año, seguido muy de lejos por Europa con 700 m<sup>3</sup>/año (Delgado, 2014).

Se espera que para el año 2025 la demanda de agua aumente en un 50 % en los países desarrollados y en un 18 % en los países en desarrollo (México está incluido en esta clasificación según el Fondo Monetario Internacional (IMF.org, 2009)), es en estos últimos donde se presenta el mayor crecimiento demográfico y los mayores impactos climáticos, por lo que se espera que 1800 millones de personas vivirán en países o regiones con total escasez de agua, y otras dos terceras partes de la población padecerá condiciones de estrés hídrico. México y su demanda de agua siguen los patrones mundiales mencionados; en el último siglo la demanda del líquido ha crecido seis veces, afectando la disponibilidad natural media anual por habitante, que pasó de ser de 11500 m<sup>3</sup> en 1955 a sólo 4312 m<sup>3</sup> en 2007, lo que representa una disminución del 64 % en un periodo de tan sólo 50 años (Delgado, 2014).

Nuestro país se ha dividido para su estudio en 13 regiones hidrológicas-administrativas (ver figura 2.1), de acuerdo al crecimiento poblacional estimado por el Consejo Nacional de Población, de continuar con los esquemas de uso y desperdicio del líquido, la disponibilidad de agua por habitante anual per cápita podría llegar a ser aún menor, con un volumen de 3783 m<sup>3</sup> para el 2030. Por si esto fuera poco, para ese entonces, en tres de las trece regiones la disponibilidad media podría alcanzar menos de mil metros cúbicos per cápita al año: en la región I, Península de Baja California, se estiman 780m<sup>3</sup>/habitante/año; en la VI, Río Bravo, 907 m<sup>3</sup>/habitante/año y en la XIII, Aguas del Valle de México, 127 m<sup>3</sup>/habitante/año. Las asimetrías en cuanto a la disponibilidad y extracción de agua han dejado al grueso de las

regiones hidrológicas-administrativas bajo una presión hídrica alta (más del 40 % se considera alta), si se observa la tabla 2.1 puede apreciarse el fenómeno (Delgado, 2014).

Cuadro 2.1: Grado de presión sobre el recurso hídrico por región hidrológica administrativa en 2009.

Región	Volumen total de agua concesionado	Agua renovable media	Grado de presión (%)	Clasificación de presión
Península de Baja California	3420	4667	73.3	Alto
Noroeste	7703	8499	90.6	Alto
Pacífico norte	10411	25630	40.6	Alto
Balsas	10704	21680	49.4	Alto
Pacífico sur	1363	32824	4.2	Sin estrés
Río Bravo	9243	12163	76.0	Alto
Cuencas centrales del norte	3846	7898	48.7	Alto
Lerma-Santiago-Pacífico	14479	34533	41.9	Alto
Golfo norte	4854	25564	19.0	Bajo
Golfo centro	4973	95866	5.2	Sin interés
Frontera sur	2203	157754	1.4	Sin estrés
Península de Yucatán	2731	29645	9.2	Sin estrés
Aguas del Valle de México	4658	3513	132.6	Muy alto
Total	80587	460237	17.5	Moderada

Fuente: Delgado, 2014

De los 653 acuíferos nacionales, en el 2011 se conocía que 100 estaban sobre-explotados. Es importante mencionar que de estos acuíferos sobreexplotados se extrae casi la mitad del agua subterránea para todos los usos. A esto ha de sumarse la cantidad de contaminantes presentes en el agua y el aumento de sus cargas en los cuerpos de agua del país, mientras que sólo el 36.7 % del agua residual es tratada. Para 2009 se registraba que 21 de las 37 cuencas en el país estaban fuertemente contaminadas (véase tabla 2.2 y figura 2.2) .

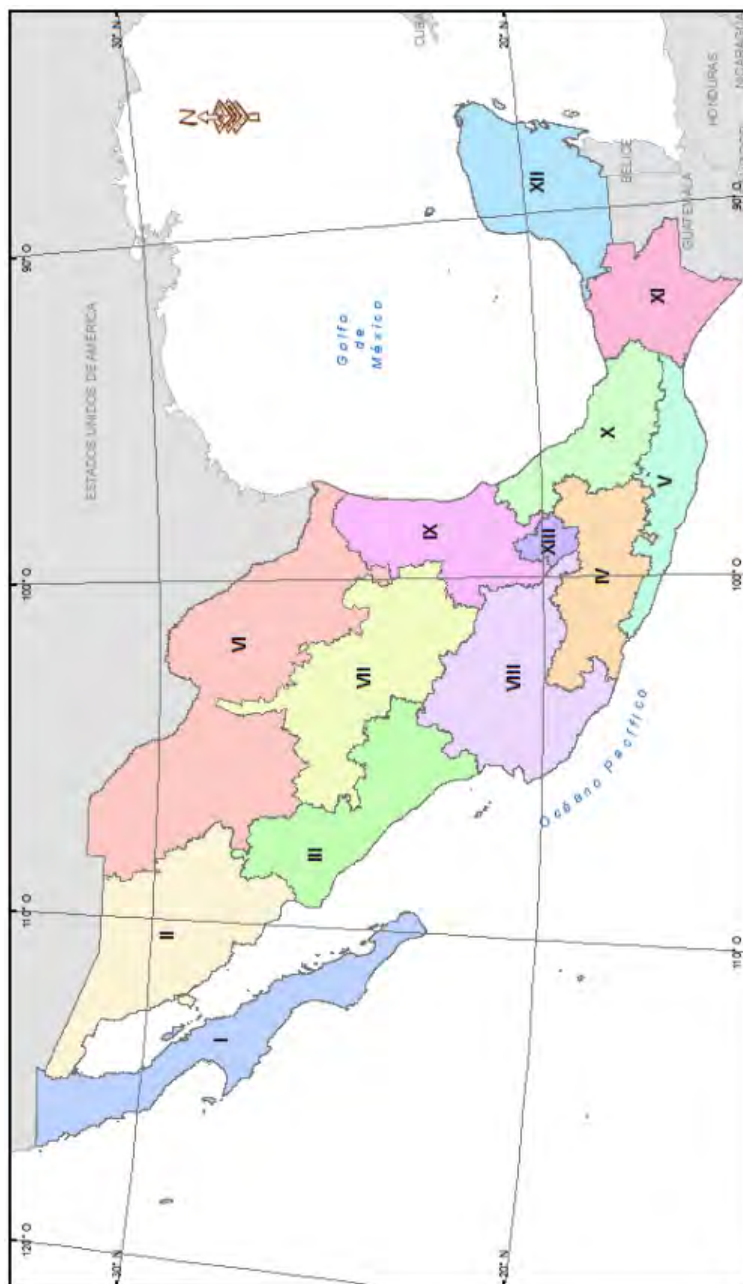


Figura 2.1: La figura muestra la división de nuestro país en regiones hidrológicas-administrativas (Fuente:CONAGUA.gob).

Cuadro 2.2: Grado de contaminación y parámetro de medición del mismo en cuencas de México.

Parámetro	Sitios de moni- toreo	Sitios contami- nados (%)	Sitios fuerte- mente con- taminados (%)
Demanda bioquímica de oxígeno a 5 días (DBO5)	605	7.9	4.6
Demanda química de oxígeno	646	23.5	7.5
Sólidos suspendidos to- tales	744	5.9	1.6

Fuente: Elaboración propia con datos de Delgado, 2014

En una escala mundial México no es el único país que se encuentra en serios problemas hídricos. A pesar de que actualmente es el país que encabeza el consumo per cápita de agua embotellada en el mundo, 255 litros al año (Rodwan, 2014), China es el país que más agua embotellada bruta consume, porque si bien su consumo per cápita es menor, su densidad poblacional es once veces mayor (Cullen, 2014). El país asiático consumió en 2013: 39,436 millones de litros de agua embotellada; el equivalente a llenar 6,573 veces la alberca olímpica de Ciudad Universitaria.

Con un 60% de su población experimentando cortes estacionales al suministro de agua y 100 ciudades padeciendo restricciones hídricas severas y una preocupación creciente debido a la contaminación de las fuentes subterráneas del líquido, en China el agua embotellada se ha ido convirtiendo en prácticamente una necesidad (Cullen, 2014) con un potencial casi ilimitado de crecimiento para la industria.

Las predicciones de mayores cortes de agua alientan este panorama. A pesar de que la severidad de los pronósticos mundiales sobre la escasez de agua varían en diferentes fuentes, las organizaciones están de acuerdo en que los cortes al suministro se volverán comunes alrededor del mundo durante las próximas dos décadas. El *Reporte del sector hídrico* del Banco de América



de Recursos mundiales (WRI.org, 2016). En un primer mapa podemos apreciar en color rojo los lugares con mayor estrés hídrico, y con un color crema aquellos que no lo padecen (ver figura 2.3). Como puede observarse las zonas de mayor estrés hídrico se concentran, en América, desde Estados Unidos hasta la zona de la ciudad de México, luego en una franja desde Perú hasta Chile; en Europa sobresalen España, Italia y algunos países pequeños del este; En África se tiene a Sudáfrica (aunque Aqeduct especifica que las zonas en color negro son aquellas donde los datos son insuficientes), entre África y Asia hay una gran franja que corre desde Arabia Saudita hasta la India, en Asia está China y en Oceanía la costa entre Melbourne y Sidney.

Los mapas que se presentan toman en cuenta sólo los hábitos de con-

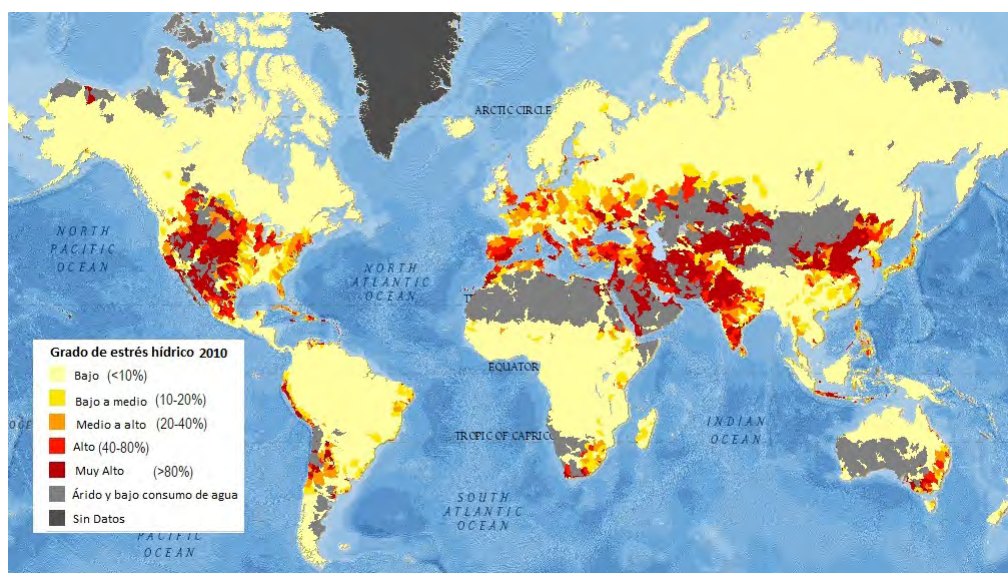


Figura 2.3: La figura muestra la distribución del estrés hídrico actual en el mundo (Fuente: World Resources Institute, 2016).

sumo de agua, despreciando los efectos del cambio climático (lo que podría aumentar aún más los efectos de escasez). Para entender mejor la situación puede verse la tabla de los diez países con mayor grado de estrés hídrico en 2010 (Tabla 2.3, WRI.org, 2010). Puede observarse que todos pertenecen a la franja antes mencionada, entre Arabia Saudita y La India. México ocupa el lugar número 40 de la lista con un grado de estrés del 33.2%, que es congruente con los datos que se presentaron en la tabla 2.1. Se han resaltado, en

la tabla 2.3, algunos otros países que podrían resultar de interés para el lector.

Cuadro 2.3: Ranking de los países con mayor estrés hídrico del mundo en 2010.

Posición	País	Grado de estrés (%)
1	Bahréin	50.0
2	Catar	50.0
3	San Marino	50.0
4	Singapur	50.0
5	Emiratos Árabes Unidos	50.0
6	Arabia Saudita	50.0
7	Kuwait	49.7
8	Omán	49.5
9	kirguistán	49.3
10	Irán	47.9
28	India	36.2
40	México	33.2
45	China	31.0
49	Estados Unidos	30.1
89	Canadá	12.1
102	Brasil	8.4

*La tabla muestra el ranking de países con mayor estrés hídrico en el año 2010 según datos de Aqueduct Global Maps. El arreglo de los primeros seis lugares es indiferente.*

Para el año 2040 el Instituto de Recursos Mundiales proyecta aumentos en el grado de estrés hídrico en zonas de Canadá, Estados Unidos, México y Chile, en América; así como en la ya mencionada franja Arabia-Asia. El aumento del estrés hídrico también se puede encontrar en algunas partes de China y en la costa este de Australia. Para comprender mejor esto se presentan las figuras 2.4 y 2.5, donde puede verse el factor de aumento de estrés hídrico y el estado esperado de estrés hídrico para el año 2040, respectivamente. De nuevo se presenta el ranking de las ciudades con mayor estrés hídrico para el año proyectado (ver tabla 2.4). puede observarse que México sube del lugar número 40 al 34.



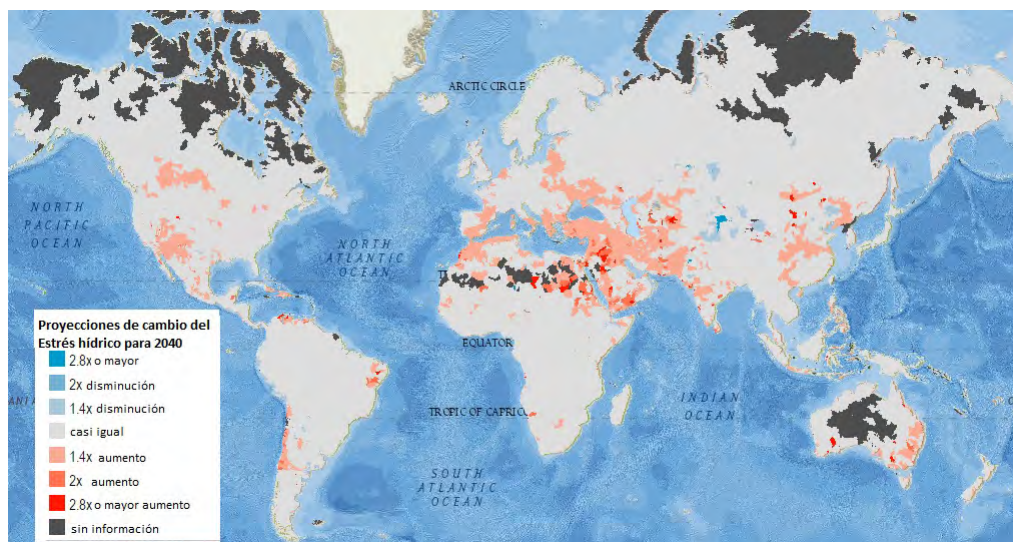


Figura 2.4: La figura muestra el factor de cambio en el grado de estrés hídrico esperado para el año 2040 (Fuente: World Resources Institute, 2016).

Mientras las economías emergentes crecen, sus necesidades hídricas van de ser mayormente agrícolas a industriales, lo que se espera que cause un impacto en la distribución del agua.

“Los mercados emergentes están cambiando el uso del agua, de agrícola a industrial. Es preocupante que esto se hace comúnmente sin tomar en cuenta de forma alguna el impacto social y ambiental (Nahal, 2011)”

Mientras la población mundial siga creciendo y demande cada vez más alimentos, más agua será necesaria para hacer crecer los cultivos necesarios para alimentarla. Los recursos hídricos actuales, como ya se ha mencionado, han permanecido y permanecerán constantes, sin embargo se espera que para el año 2050 la población crezca un 50 % (Nahal, 2011). En promedio el agua destinada a la agricultura en el mundo es un 70 % del total, aunque este número puede variar de nación en nación. A pesar de que se estima que la demanda agrícola de agua crecerá un 50 % para 2030, en países con su economía fuertemente basada en la agricultura (como el nuestro) esto podría ser aún más dramático (Ver tabla 2.5).



Cuadro 2.4: Ranking de los países con mayor estrés hídrico del mundo en 2040.

Posición	País	Grado de estrés (%)
1	Bahréin	50.0
2	Kuwait	50.0
3	Catar	50.0
4	San Marino	50.0
5	Singapur	50.0
6	Emiratos Árabes Unidos	50.0
7	Palestina	50.0
8	Israel	50.0
9	Arabia Saudita	49.9
10	Omán	49.7
34	México	39.9
40	India	36.1
47	Estados Unidos	33.2
48	China	31.0
94	Canadá	12.6
113	Brasil	8.8

*La tabla muestra el ranking de países con mayor estrés hídrico proyectado para el año 2040 según datos de Aqueduct Global Maps. El arreglo de los primeros ocho lugares es indiferente.*

Cuadro 2.5: Distribución del uso del agua en México.

Uso	%
Agrícola	76.6
Abastecimiento público	14.5
Industria autoabastecida*	4
Energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad**	4.9

*\* Incluye al sector agroindustrial, de servicios, industrial y de comercio. \*\* Se excluyen porque su uso no es consuntivo. Fuente: CONAGUA: Estadísticas del agua en México, 2013.*

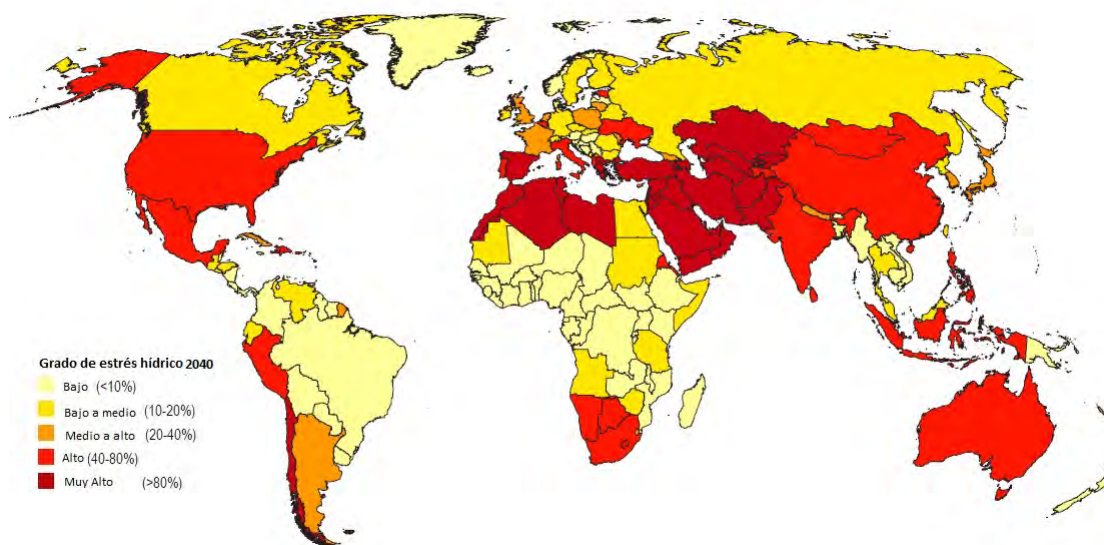


Figura 2.5: La figura muestra las condiciones de estrés hídrico mundial esperadas para el año 2040, considerando que se mantengan los hábitos de consumo actuales (Fuente: World Resources Institute, 2016).

Algunos analistas consideran que una de las soluciones a los problemas de escasez de agua en ciudades como la nuestra es el ajuste de las tarifas que actualmente se cobran (Ver tabla 2.6). Una tarifa no subsidiada que reflejara el verdadero valor del líquido podría llevar a los usuarios a disminuir el desperdicio y eficientar su consumo (Marañón, 2002; Cullen, 2014). Además de las tarifas, otro problema es el de las fugas en los sistemas de abastecimiento de agua potable, que en algunas partes del mundo excede el 50 % de la extracción total de agua y en la Ciudad de México asciende al 40 % (Cullen, 2014). La solución económica a este problema probablemente llegue cuando el agua se vuelva más valiosa en un análisis de costo-beneficio que eventualmente favorecerá la inversión en mantenimiento de los sistemas municipales.

La industria del agua embotellada aprovecha las debilidades económicas de los organismos operadores y la percepción negativa que el público tiene de los sistemas centralizados de abastecimiento de agua. Las embotelladoras no tienen que preocuparse por gastos relacionados con el mantenimiento de

grandes sistemas, además de que, a diferencia de los sistemas públicos, no tienen entre sus metas alcanzar a todos los sectores de la población (incluyendo aquellos que se encuentran en zonas remotas o marginadas), sino lograr maximizar sus ganancias.

Mientras que el futuro del panorama hídrico mundial se perfila cada vez más difícil, la industria del agua embotellada mantiene su discurso pro conservación de los recursos hidráulicos mediante la mejora de sus técnicas productivas, sin embargo, a pesar de los avances en la reducción neta del agua virtual<sup>2</sup> empleada en la fabricación del agua embotellada, no se habla de una reducción de la producción, sino de un aumento constante de la misma (Tan sólo entre 2008 y 2013 el crecimiento mundial de la industria fue del 6.2% (Rodwan, 2014), mientras que las proyecciones de crecimiento para 2020 son del 8.3% (Reuters, 2015)). Esto quiere decir que en los próximos años la disponibilidad de agua en el mundo será cada vez menor, mientras que la producción de agua embotellada seguirá creciendo, lo que deja abiertas dudas fidedignas sobre cómo harán las grandes embotelladoras para mantener sus suministros constantes (y en aumento) sin entrar en conflicto con los recursos destinados a las masas.

## **2.2. Causas del éxito del negocio del agua embotellada en México y el mundo**

### **2.2.1. Reseña histórica de la industria del agua embotellada**

Existe cierto grado de confusión sobre el origen del agua embotellada. En el intento por fechar el inicio de este negocio algunos parecen confundir a la industria del agua embotellada con los baños romanos que servían para recreación e higiene (EFBW, 2014), así como las primeras formas de transporte de agua en porciones individuales en vasijas primitivas, cuencos, hojas de árboles, pieles, etc (NMW.co, 2015). Ciertamente abundan las historias de

---

<sup>2</sup>El contenido de agua virtual de un producto es la cantidad de agua empleada en su proceso productivo (CONAGUA, 2013)

manantiales con aguas de cualidades mágicas capaces de curar enfermedades y aliviar diferentes padecimientos, y es lógico pensar que si estas historias eran populares y tomadas por ciertas no faltaría el viajero que llevaría un poco del mágico líquido consigo. Sin embargo, el embotellado y transporte de agua a gran escala comenzó hasta el siglo XIX (Nestle-waters.com, 2016).

Las embotelladoras han obtenido gran provecho de las historias que se cuentan sobre los milagrosos manantiales y su relación con personajes históricos. Nestlé en su página de internet (Nestlé-waters.com, 2016) muestra una línea del tiempo con acontecimientos importantes en la historia del agua embotellada. En esta línea se aprecia que la compañía incluye al transporte primitivo de agua, a los acueductos romanos, los manantiales del Nuevo Mundo, etc. Además de tomar como ciertos (otras fuentes tienen la precaución de agregar un “se dice que. . .” o frases por el estilo) algunos acontecimientos que incluyen a personajes de la historia universal como Hanibal, Nerón y Da Vinci. La compañía suiza incluye en el año 1508 la siguiente leyenda:

“Da Vinci declara a S. Pellegrino una obra maestra durante un descanso mientras pintaba en el norte de Italia”

Paul Mason (2011), editor de la revista digital *The magnesium online library* acusa a Nestlé de utilizar a Da Vinci como parte de una campaña fraudulenta, argumentando que todos los textos que ligan al personaje italiano con San Pellegrino citan una misma fuente, la que resulta ser la página oficial de la marca del agua S. Pellegrino.

Ya sea que las historias fantásticas de abrevaderos visitados por celebridades históricas sean cierta, o no, se puede decir que la compañía embotelladora de agua (como las conocemos hoy) más antigua tiene su origen en los Estados Unidos a mediados del siglo XIX. La familia Ricker de Maine embotelló y vendió agua de una fuente con supuestas propiedades medicinales. La empresa se convirtió eventualmente en Poland Springs. Imitando el éxito comercial de Poland Springs, en Arkansas se funda Eureka Springs. A partir de estas dos empresas pioneras la cantidad de marcas de agua embotellada ha crecido notablemente (Hoy en día ambas empresas son parte del portafolios de Nestlé, el cual incluye 75 marcas de agua embotellada en los Estados Unidos (Miller, 2006) .



Figura 2.6: La figura muestra la supuesta cita de Leonardo Da Vinci a propósito del agua San Pellegrino (Nestlé-Waters.com, 2016).

El crecimiento de la industria del agua embotellada fue lento pero constante durante el siglo pasado, eventualmente las industrias embotelladoras formaron sus propias asociaciones para promover su producto (La International Bottled Water Association, que se estudia más adelante, es un ejemplo de una de ellas) y lograron recientemente tener un gran éxito. Ahora hay cientos de marcas de agua embotellada tan sólo en la Ciudad de México (Arellano, 2015) y el consumo mundial anual se valúa en los miles de millones de dólares (Miller, 2006)).

El abastecimiento de agua para consumo humano ha sido una de las labores centrales de los gobiernos, como lo demuestran los acueductos del imperio Han en China, los del imperio romano, los de las civilizaciones hindús, los de los asirios en Turquía y aquellos del imperio Azteca en América (Cullen, 2014). En paralelo a la mejora de los servicios hídricos urbanos ha ido el descenso de la mortalidad infantil causada por enfermedades como la disentería y otras con orígenes asociados al agua. Los avances en ciencia y tecnología han llevado al hombre al desarrollo de sistemas de tratamiento de agua potable

cada vez más eficientes y accesibles, así como al desarrollo de más complejas redes de abastecimiento del vital recurso, que se han convertido en un elemento fundamental de las ciudades modernas.

Hasta antes del surgimiento del agua embotellada la responsabilidad del suministro de agua se desarrollaba dentro de las siguientes categorías: instalaciones hidráulicas totalmente públicas, instalaciones públicas administradas de forma privada e instalaciones privadas administradas de forma privada. Mientras estos tipos de administración han sido bien estudiados, ha tomado por sorpresa el crecimiento y transformación del agua embotellada en una industria mundial, una que pretende convertirse en una alternativa más para el abastecimiento de agua potable a las masas, pero que a diferencia de las demás genera una gran cantidad de desechos a lo largo de sus procesos productivos.

El agua embotellada empezó entonces como un nicho de mercado de aguas de manantial que se vendían al público que apreciaba su contenido mineral. En la última mitad del siglo XX dos de las más grandes procesadoras y distribuidoras de alimentos a nivel mundial, Nestlé y Danone, se dedicaron a adquirir las marcas élites de agua a nivel mundial (en 1996 Danone adquiere Bonafont en México por poner un ejemplo (Bonafont.com, 2016)), entonces en el cambio de milenio, las compañías de bebidas tradicionales como Coca-Cola y PepsiCo se apresuran a invertir grandes cantidades de dinero para asegurar concesiones de acceso a agua que garanticen su crecimiento a largo plazo

En las últimas décadas el mercado del agua embotellada ha crecido increíblemente, llegando a convertirse en el ejemplo de buen marketing por excelencia. En nuestro país, en los últimos veinte años la industria del agua embotellada ha vivido, no sólo un enorme crecimiento, sino un entorno dinámico, casi viviente. Las embotelladoras trasnacionales llegan a nuestro país y compran grandes marcas para valerse de su prestigio y hacerlas crecer. Las compañías que no son tan grandes intentan sobrevivir y muchas veces desaparecen, mientras que nuevos emprendedores observan al agua embotellada como una mina de oro donde la inversión es baja comparada con las posibles ganancias.

El mencionado dinamismo del mercado del agua embotellada se pone en evidencia cuando se observa un reporte de control de calidad de agua embo-

tellada del año 1995 elaborado por PROFECO. Este informe está dividido en: región centro, región norte-noreste, región sur-sureste y región del bajo. En la primera región mencionada se analizaron, para el Distrito Federal, 22 marcas de agua. Para fines de esta investigación los resultados de control de calidad están en desuso, sin embargo el documento deja al descubierto que gran parte de las marcas de agua de ese año ya no se comercializan en la ciudad. Por mencionar algunas están: Agua nieve, Alpura, Mundet, Aga, Alpina, Osmopura, Puriagua, Premium, Atlantis y Cristal.



Figura 2.7: La figura muestra algunas de las marcas de agua embotellada analizadas por PROFECO en 1995, la mayoría de ellas ya no se comercializan (PROFECO, 1995).

### **2.2.2. Ventajas y desventajas del agua embotellada sobre un sistema de abastecimiento centralizado de agua potable.**

Se han descrito los factores que han permitido al agua embotellada tener gran éxito en nuestro país. Las epidemias, los desastres naturales y las crisis financieras le han facilitado a las embotelladoras entrar a un mercado en donde pueden proporcionarle a la población el agua potable de calidad que el estado ha fallado en garantizar. Es momento de analizar las ventajas y desventajas que el agua embotellada tiene sobre un sistema centralizado de abastecimiento de agua, como aquellos que operan actualmente en nuestro país.

El agua embotellada ha tomado el control del suministro de agua potable en nuestro país, al menos de aquella destinada a la hidratación, esto no puede negarse teniendo en cuenta que un 81 % de la población de nuestro país reporta que sólo beben agua embotellada, como puede verse en la tabla 6.18 en el apéndice (Es importante recordar que los garrafones están considerados como agua embotellada). El agua embotellada es más portable y móvil que cualquier sistema de abastecimiento municipal (Newman, 2013) y su crecimiento ha presentado un modelo de abastecimiento de agua completamente nuevo. El modelo es exitoso en parte porque permite al consumidor acceso individual a agua limpia y de calidad (aunque esto puede ponerse en duda (EWG, 2008; IPN, 2015)) que supera, al menos para la opinión general, aquella de los sistemas municipales.

Las diferentes marcas compiten por el mercado subrayando la inocuidad y pureza de sus productos, a la vez que se resisten a intentos de regulación y control de calidad más estrictos (Cullen, 2014). Los consumidores reportan que consumen agua embotellada por preocupación sobre su salud, asumiendo que las corporaciones embotelladoras no arriesgarían su buena imagen vendiendo agua contaminada.

Los proveedores de agua embotellada no tienen que vérselas con costos de mantenimiento, construcción o expansión de ningún sistema de distribución. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) estima que el costo de infraestructura y mantenimiento representa el 85 %



del total de los costos en un sistema centralizado de abastecimiento de agua. Las industrias embotelladoras se ahorran estos costos, ya que el tratamiento de agua representa sólo el 15 % del costo total en un sistema centralizado. (ver figura 2.8)

Costos en un sistema centralizado de tratamiento de agua potable

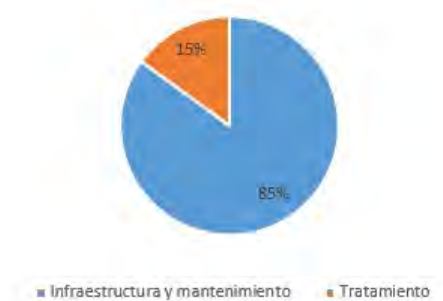


Figura 2.8: *Distribución de los gastos en un sistema de abastecimiento municipal o centralizado (Elaboración propia con datos de la OCDE).*

Los sistemas de abastecimiento de agua urbanos pueden generar un gasto de miles de litros por segundo. Tan sólo el sistema Cutzamala entrega aproximadamente el 20 % del agua que se utiliza en la Ciudad de México, enviando 15,700 litros de agua cada segundo a la zona metropolitana del Valle de México (CCVM, 2006) sosteniendo gastos exorbitantes de mantenimiento. Si se hace un breve análisis económico sobre el costo del agua que estas fuentes producen y aquella que compramos embotellada los números son sorprendentes.

La tarifa promedio de los organismos operadores es de 3.49 \$/m<sup>3</sup> (véase tabla 2.6) mientras que el costo promedio de un litro de agua embotellada es de \$12.65 (Ver tabla 2.7). Al dividir el precio del metro cúbico de agua embotellada entre el de un metro cúbico de agua de la red puede observarse que el costo del agua embotellada es 3,625 veces mayor (figura 2.9).

Cuadro 2.6: Tarifas mínimas y máximas de agua potable para consumo doméstico en algunas ciudades de México.

Ciudad	Mínimo		Máximo	
	rango (m <sup>3</sup> )	costo (\$)	rango (m <sup>3</sup> )	costo (\$)
Aguascalientes	11 a 20	3.6	76 a 100	56.1
Guadalajara	0 a 17	0.9	más de 250	15.0
Guanajuato	14 a 20	3.3	más de 191	9.2
Monterrey	1 a 10	0.3	191 a 100	23.1
Distrito Federal	0 a 10	1.2	Más de 1500	29.0
Pachuca	0 a 15	3.7	Más de 15	6.1
Puebla	0 a 15	2.3	40 a 50	6.3
Tlaxcala	0 a 30	2.4	Más de 501	18.0

*Fuente: Marañón, 2002*

Cuadro 2.7: Precio por litro de algunas de las marcas de agua embotellada disponibles en supermercados de la ciudad de México.

Marca	Precio por litro (\$)
Santa María	6.90
Evian	21.0
Bonafont	6.10
Great Value	3.0
Pureza Vital	6.40
Aguafiel	6.0*
E-pura	5.50
Ciel	7.30
Fiji	44.34**
Agua Gandhi	20.0*
Precio promedio	12.65
Precio por m <sup>3</sup>	12,650

*Elaboración propia, precios del 6 de enero de 2016 obtenidos de supermercados al sur de la Ciudad de México. \*Calculado a partir de la presentación disponible de 500ml \*\*Calculado a partir de la presentación disponible de paquete de 6 botellas de 500ml.*

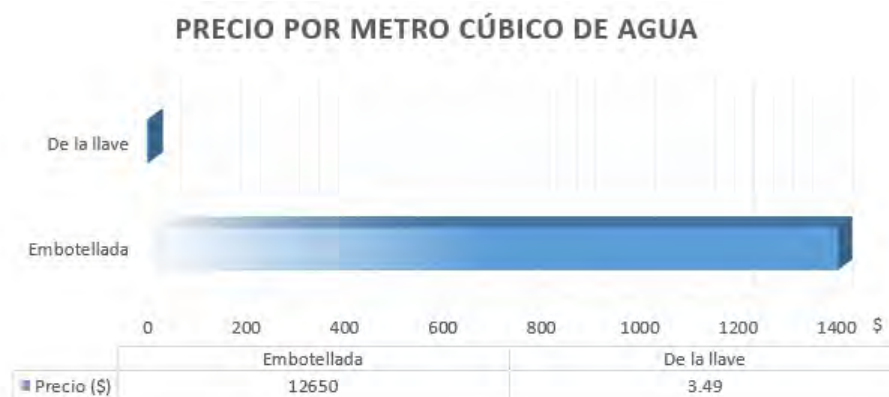


Figura 2.9: La figura muestra la inmensa diferencia de precios entre el agua de la llave y el agua embotellada (3,625 veces más costosa).

El aumento del gasto en agua embotellada va de la mano con el abandono de la inversión pública en los sistemas de abastecimiento, además de esto ha aumentado la contaminación en las fuentes de agua potable (una de las nuevas fuentes de contaminación son los contaminantes emergentes, como lo son los fármacos. Sorprendentemente las aguas residuales de nuestro país tienen trazas de diversos analgésicos, antibióticos y hasta citrato de sildenafilo, que es el ingrediente activo del viagra (Delgado, 2014)) que trae consigo un aumento en los costos de tratamiento de las aguas de los servicios públicos y la percepción del riesgo asociado a su consumo.

En comparación, el agua embotellada tiene un camino mucho más sencillo hacia el consumidor; el agua se trata, se embotella, se empaca y se envía en camiones hacia las tiendas. Las compañías grandes se concentran en lugares demográficamente densos con potencial de compra para sus productos, mientras que las pequeñas embotelladoras se quedan con las rutas menos rentables.

“La industria del agua embotellada se está posicionando de tal manera que controla un mercado donde la demanda estará siempre en crecimiento, los suministros son limitados, y los precios y ganancias responden de acuerdo a

esto” (Cullen, 2014)

La infraestructura hidráulica tiene partes que son extremadamente antiguas y requieren mantenimiento. Los organismos operadores de agua en la ciudad tienen que vérselas con un crecimiento descontrolado de la mancha urbana, a la vez que la recaudación a nivel nacional es de sólo el 81 % del agua suministrada -En la Ciudad de México este porcentaje de recaudación es más bajo que el promedio nacional, con un 69.1 % (CONAGUA, 2011).

En la ciudad de México la topografía de la región no facilita la eficiencia de la red de distribución de agua, la sobre-explotación de los acuíferos de la ciudad ha provocado el hundimiento de la ciudad de México (9 metros desde 1856 según el banco de referencia de la catedral metropolitana (Santoyo, 2007)), los hundimientos diferenciales provocan serios daños a la infraestructura de la ciudad, no sólo a las redes de agua potable, sino también a las construcciones que no están cimentadas correctamente, las cuales se ven sujetas a esfuerzos para los cuales no fueron diseñadas.

El drenaje y las redes de agua potable están diseñadas para funcionar por gravedad, esto quiere decir que el agua en ellos (Ya sea que funcionen como canales abiertos o tuberías a presión) viaja de un punto de mayor cota a uno de menor cota. Al hundirse el suelo de la ciudad, puntos de las líneas de conducción quedan por debajo de su cota de diseño y puede volverse necesario el rebombeo de agua (ya sea potable o residual). El rebombeo del agua eleva los costos de operación de los sistemas de drenaje y abastecimiento de agua potable, añadiendo la necesidad de bombas de agua que consumen energía eléctrica de forma constante. Todo lo anterior sin tomar en cuenta las posibles fracturas que los hundimientos y desplazamientos del suelo pueden provocar a las tuberías, generando fugas que en conjunto dejan escapar miles de litros de agua potable por segundo al subsuelo (150 mil millones de litros de agua al año que le cuestan al gobierno 2 mil millones de pesos), considerando, claro, que se traten de fracturas en las líneas de conducción de agua potable y no en las de drenaje, en cuyo caso las aguas negras pueden infiltrarse a los acuíferos, incrementando el costo de potabilización y haciendo más difícil su aprovechamiento humano.

Como una precaución de diseño las líneas de drenaje viajan por debajo de las de agua potable, sin embargo las condiciones en las que estas se diseñan se

ven afectadas por los hundimientos, pudiendo quedar ambas al mismo nivel, o incluso la del agua potable por debajo de la de drenaje.

En condiciones normales de operación de las conducciones de agua potable (esto es una presión adecuada en las tuberías y ausencia de fracturas y fugas) esto no generaría mayor problema, sin embargo en la ciudad de México existen políticas de operación cuya justificación se aleja mucho de lo que dicta la ingeniería, una de ellas es el *tandeo* del agua. Este método de suministro responde a la escasez de agua en la ciudad y consiste en dotar de agua la red en determinada delegación a cierta hora del día, o determinado número de días para luego dejar las conducciones con menor cantidad de agua y menor presión (o totalmente vacía). La variación de esfuerzos en redes de agua es causante de fracturas en las juntas y uniones de las tuberías, esto además de provocar más fugas podría permitir la entrada de aguas negras o contaminadas en los momentos en los que la tubería no está funcionando a presión debido al *tandeo*.

### **2.2.3. El panorama mexicano del agua embotellada.**

Una de las razones de estudio del caso del agua embotellada en México es que para la mayoría de la población esta industria se ha convertido en la principal fuente de abastecimiento de agua potable (Ver apéndice).

México consume 248 litros por persona anualmente de agua embotellada, mientras que los Estados Unidos sólo 110. Las cifras mencionadas pertenecen a la International Bottled Water Association (IBWA), sin embargo el Banco Interamericano de Desarrollo sitúa este valor en los 480 litros por persona al año (En la industria del agua embotellada es muy común la inconsistencia de datos entre las fuentes propias de su mercado y los analistas independientes).

Mientras que en los Estados Unidos el agua embotellada ha encontrado un gran éxito al promocionarse como el producto saludable y conveniente, en México la percepción del consumidor sobre el agua de los sistemas centralizados deja pocas alternativas al consumo de este producto.

Dos factores que han llevado al deterioro de los sistemas públicos de abastecimiento de agua potable han sido la falta de inversión en las redes existentes y la dificultad de seguirle el paso al crecimiento desmedido de las áreas ur-

banas en ciudades como la nuestra.

### **Orígenes del crecimiento de la industria del agua embotellada en nuestro país**

Se ha descrito brevemente la historia mundial del agua embotellada, sus orígenes como industria y su papel en el contexto del estrés hídrico. Al estudiar este mercado se vuelve necesario, para analizar el tema dentro del contexto nacional, revisar la imagen global del mismo. Curiosamente al encontrarnos dentro de un contexto nacional se debe, de nuevo, tomar pequeños pasos de regreso al ámbito internacional, esto puede deberse al dinamismo casi biológico que se mencionó antes dentro de esta industria (sección 2.2.1), que como un ente en desarrollo y crecimiento no puede ser analizado más que como un todo.

Llega el tiempo de aterrizar esta sección al territorio nacional y de estudiar las razones del éxito del agua embotellada en México.

Cullen (2014) ha reducido a cuatro el número de incidentes históricos que dieron paso al auge del agua embotellada, el primero de ellos fue el terremoto del 19 de septiembre de 1985, evento telúrico durante el cual algunas porciones de la infraestructura de la nación fueron dañadas y quedaron sin reparación.

Estimaciones independientes arrojan una cifra de 9500 muertos y 30000 heridos, mientras que se estima que 5.3 millones de personas se quedaron sin agua. Incluso 5 años después del desastre se reportaban 200 fugas en las redes de distribución de agua ligadas al siniestro.

Años antes del azote del terremoto germinaba el segundo factor: la crisis económica que inició en 1982 y continuó hasta 1994. Esta crisis dejó al gobierno mexicano en jaque, ante el un escenario ante el cual la posibilidad de invertir en el mantenimiento, ampliación y reparación del sistema de agua, antes o después del terremoto quedó superada por cuestiones que se consideraron de mayor prioridad. La crisis fue tan grande que el mismo día que el terremoto golpeó la ciudad de México, el Fondo Monetario Internacional

(FMI) había congelado el financiamiento a México. El terremoto tomó por sorpresa tanto al gobierno mexicano como al FMI, quien decidió ampliar su crédito temporalmente en aras del desastre. El periodo de recesión y de ascensos y descensos de la economía mexicana seguiría a lo largo de los años 90's.

Aunado a los dos factores anteriores, tan sólo seis años después del terremoto, en 1991 se presentó una epidemia de cólera en México que dejó a cientos de personas enfermas y a otros más sin vida como resultado a la exposición a agua contaminada. Se reportaron 391,220 casos en toda América Latina en 1991 y un total de 45,998 casos en México de 1991 a 2001 según las cifras oficiales. La epidemia y el terremoto dejaron en evidencia la incapacidad del gobierno para actuar en tiempos de crisis y brindar agua potable a la ciudadanía.

El cólera está asociado a sistemas deficientes de agua potable y al desarrollo, o déficit del mismo, de una nación. Es por eso que se piensa que el gobierno mexicano ha reportado menos del 10 % de los casos de la enfermedad a la OMS (Cullen, 2014), organismo que considera al cólera como “uno de los factores clave del desarrollo social... que se presenta en países donde el acceso al agua potable segura no puede ser garantizado”.

En 1991 la revista Forbes reporta al agua embotellada como la gran ganadora en la epidemia de cólera, este mismo año las autoridades federales recomiendan a la población el consumo de agua de fuentes privadas.

El último de los factores es la *Demanda manufacturada*, el término fue usado para referirse al agua embotellada por primera vez por Annie Leonard en 2010 en el documental “La historia del agua embotellada”. En el contexto del agua embotellada la demanda manufacturada se refiere a las campañas de las embotelladoras para persuadir a la población de que necesita su producto.

Tan importante es la imagen que las embotelladoras dan al público que se calcula que entre un 10 % y un 15 % del precio de una botella de agua se destina a cubrir los gastos de publicidad (Delgado, 2014).

El éxito de la demanda manufacturada se deja ver en casos como el de Monterrey, donde a pesar de contarse con agua limpia en la red municipal gran

parte de la población opta por el agua embotellada (Cullen, 2014).

La versión oficial de la International Bottled Water Association es que los consumidores se han dado cuenta de que el consumo de bebidas carbonatadas (refrescos) y con altos contenidos de azúcar es malo para la salud y han optado por una opción más saludable como lo es el agua embotellada, lo cierto es que esto es difícil de creer siendo México el país con mayor índice de obesidad en el mundo (casi una tercera parte de la población al padece), con cifras que se han triplicado en los últimos diez años (Forbes, 2013).

Las marcas élite de agua embotellada comenzaron a establecer en su publicidad (en los años 80) que el agua embotellada estaba asociada a un estatus social; sólo las personas de mayor holgura económica y gran clase tenían acceso a ella. Al convertirse el agua embotellada en un producto más popular las campañas de marketing cambiaron su estrategia y comenzaron a promocionar su producto como algo asociado a un estilo de vida saludable y a consumidores felices de llevar consigo una botella de agua a todas horas y a todas partes.

Para darse una idea de la importancia que el marketing tiene para las grandes embotelladoras basta ver las siguientes cifras:

- En 2012 Coca cola gastó 6.1 mil millones de dólares en publicidad gráfica, radio, televisión y otros medios.
- Ese mismo año Nestlé invirtió 26 mil millones de dólares en gastos de mercadeo y administración.
- En 2006 Danone invirtió 4 mil 840 millones de dólares en gastos de ventas, incluida la promoción y la publicidad (Delgado, 2014).

En contraste, el costo estimado de inversión para poner al día el Sistema de Aguas de la Ciudad de México es de 50 mil millones de pesos, número muy por debajo del que invierten las cuatro grandes embotelladoras en México (Danone, Coca Cola, PepsiCo y Nestlé) en publicidad a nivel mundial.

Aunque en Estados Unidos y Europa las campañas publicitarias de agua embotellada se han puesto en competencia directa con el agua de la red pública, esto no ha sido necesario en México (debido a las causas descritas anteriormente, que han provocado una falta de credibilidad en la población



sobre la calidad del agua potable que se recibe en los hogares).

El agua embotellada en nuestro país se promociona como algo ligero y saludable. Frases como “*El agua ligera*”, “*Ayuda a eliminar lo que tu cuerpo no necesita*”, “*Siéntente ligera*”, “*El agua sin sodio*”, etc. inundan los espectaculares y anuncios callejeros, mostrando personalidades y modelos bebiendo felizmente diferentes marcas de agua.

Las compañías internacionales han entrado a México adquiriendo marcas nacionales ya establecidas y aprovechando la confianza ya ganada en el público, Las grandes trasnacionales son cuidadosas de manejar a sus filiales de manera separada en el mercado para poder mantener la consistencia de sus estructuras publicitarias, por ejemplo: Danone (de Francia) tiene a Bonafont -La marca más rentable de agua embotellada en México- con un costo (ver tabla 2.7) de \$6.10 el litro, mientras de manera paralela maneja a Evian -marca de agua importada exclusivamente- con un costo de \$21 el litro. La primera de las marcas se vende a las masas y es mucho más barata que la segunda, que está pensada para un público con un poder adquisitivo mucho mayor (siendo que el producto es básicamente el mismo: agua).

Por su parte, Coca Cola con su agua Ciel aprovechó el engranaje de su inmensa maquinaria corporativa, una infraestructura que ya tenía en el país (El mayor consumidor de Coca Cola en el mundo (Delgado, 2014)) para poder dar el máximo alcance a la distribución de su producto.

El mercado del agua embotellada en México alcanzó un valor de 10,036 millones de dólares en México en 2013, con un crecimiento del 11.06% respecto al año anterior. Según la consultora especializada Euromonitor, se estima que entre 2008 y 2013 el mercado del agua embotellada creció un 53% en nuestro país.

El éxito de las embotelladoras ha sido posible sólo gracias a la suma de los cuatro factores aquí estudiados, y de nuestra reciente inmersión como sociedad en un mundo de consumo donde todo es desechable, y la practicidad y conveniencia han superado por mucho el interés en el cuidado del medio ambiente y la economía. Las grandes industrias, además de instalarse en nuestro país bajo marcos legales laxos y deficientes, no generan una cantidad de empleos que vaya *Ad hoc* con las ganancias que producen hacia sus casas matrices.

¿Por qué existe una pasividad general hacia el problema que están sufriendo ya actualmente diversas comunidades afectadas por la industria del agua embotellada? Delgado (2014) propone que existen otras problemáticas inmediatas que tienden a opacar consideraciones futuras, tales como el desempleo, la crisis económica, la inseguridad, etc. Las situaciones mencionadas son altamente importantes, sin embargo, dejar de lado el tema del impacto del agua embotellada promete complejizar cualquier gestión futura, en cuanto que las embotelladoras tienen la costumbre de crecer y aprovechar los vacíos legales de los países donde se instalan, además de contar con imparables cuerpos de abogados que hacen casi imposible cualquier resistencia legal cuando sus plantas ya se han instalado (Soechtig, 2009 y Schnell, 2012).

### **2.3. La participación de las embotelladoras en la producción de material documental sobre su impacto ambiental, social y económico.**

Otro problema del estudio del agua embotellada que se menciona en algunos textos de la bibliografía es que las embotelladoras son, en la práctica, en extremo cerradas para tratar o aclarar cualquier tipo de inquietud social. A pesar de que prometen estar abiertas a cualquier tipo de comunicación escrita, no necesariamente contestan. Delgado (2014) menciona las dificultades que tuvo su equipo al entrevistar a funcionarios de distintas plantas embotelladoras, además de la falta de respuesta a la comunicación con estas industrias, haciendo incapié en que "Nestlé es opaca y en la práctica públicamente inaccesible".

Soechtig (2009) en su documental *Tapped* se encuentra con dificultades para tratar algunos temas de la industria del agua embotellada con funcionarios de la FDA, a Schnell (*Bottled Life: Nestlé's business with water*, 2012) le fue negada la retroalimentación por parte de Nestlé de manera contundente. Un caso similar es el de Cullen, quien no recibió respuesta a su solicitud de

información para su tesis de maestría (*The bottled water industry in Mexico*, 2014), también por parte de Nestlé.

El autor considera necesario abundar en el caso de Schnell para poder mencionar el propio y concluir este subtema. El documental *Bottled Life: Nestlé's business with water* relata el ascenso de la compañía en la rama del agua embotellada hasta convertirse en el líder del mercado mundial del producto. La investigación no concluye ahí, además de los datos y cifras, Schnell indaga más profundamente en el funcionamiento de la compañía y expone los casos de la ciudad de Mayne y Pakistán, en donde Nestlé ha establecido pozos de extracción y ha afectado con ellos a la población aledaña (ya sea de manera directa como en Pakistán, donde se abatió el nivel de agua de los pozos locales, o de forma moral e indirecta; como en el caso de Mayne, donde los habitantes de las comunidades afectadas sienten que se están transgrediendo sus derechos y soberanía sobre el agua local).

Repetidamente Schnell hace énfasis en sus intentos de comunicación con Nestlé directamente. La compañía suiza se negó de forma rotunda a dar apoyo de cualquier naturaleza a la producción del documental. En el portal digital de Nestlé existe un apartado llamado “Nestlé Waters” que se encarga de proporcionar un panorama general sobre las actividades y consumos referentes al agua que tiene la empresa. Además de esto se muestra un pequeño acervo en el que se puede apreciar una línea del tiempo que describe los orígenes del agua embotellada, haciendo énfasis en el origen de algunas de sus más redituables marcas, como Perrier y Pure Life. La sección de mayor interés para este trabajo es la de preguntas y respuestas, en la que la compañía resuelve algunas de las dudas más comunes del público. En un apartado de esta sección se lee “*Bottled Life, Our position*” (Vida embotellada, nuestra posición), que es la liga de descarga a un archivo más extenso en el que la empresa responde y aclara todas las afirmaciones (o eso pretende) que hace Schnell en su documental. El documento abre de la siguiente forma:

“*Bottled Life* es un documental sobre el negocio del agua de Nestlé. Mientras que los productores de la película se acercaron a Nestlé para comentar diversas cuestiones, decidimos no embarcarnos en el diálogo porque teníamos la fuerte impresión de que el filme sería unilateral y no representaría a Nestlé

y a sus empleados de manera justa.

La película completa desafortunadamente confirma esta impresión inicial. Ciertamente, el contenido es mayormente información errónea y con falta de objetividad- Nestlé ha estado siempre comprometido con el manejo responsable de los recursos hídricos de una forma responsable.

Decidimos contestar los alegatos hechos en *Bottled life* a través de este sitio web. Por favor, encuentre todas nuestras respuesta”

El mensaje de Nestlé es cortés, sin embargo establece tajantemente su posición y defiende sus intereses. La entrada de su comunicado es extremadamente diplomática sin dejar de establecer firmemente su intención de desacreditar el documental. Podría esperarse, después de leer este párrafo, que el resto del comunicado fuera igual de conciso. Sin embargo, Nestlé no logra el mismo ritmo en el resto del documento, que es confuso, redundante y no va al grano.

Al comenzar el presente trabajo, el autor se comunicó con Nestlé por medio de la sección de atención a clientes preguntando sobre su opinión con respecto al tema del medio ambiente, y en concreto al impacto ambiental del agua embotellada que su empresa tiene. Luego de dos semanas de espera la compañía respondió:

“Los clientes escogen el agua embotellada porque provee una fuente de hidratación conveniente, saludable y libre de calorías. Nosotros apoyamos la decisión del cliente y lo ayudamos a consumir agua, ya sea embotellada o de la llave, como parte de un estilo saludable de vida.

El agua embotellada no compite con el agua de la llave como la mayor fuente de agua para beber para ninguna población, además de ser una importante fuente de agua potable cuando el servicio local está temporalmente fuera de servicio, como cuando ocurre un desastre natural. El agua embotellada también es mejor, ambientalmente hablando, que otras bebidas empacadas.

Nestlé Waters es comparativamente un usuario pequeño de agua, representando solamente el 0.001 % de la extracción de agua dulce, comparado con el 70 % de la agricultura. Nestlé Waters está completamente comprometido con el manejo responsable del agua, y el compromiso de nuestra empresa en

general guía todos nuestros esfuerzos. En cada una de nuestras operaciones de embotellado constantemente monitoreamos nuestras extracciones de agua para garantizar que no estamos impactando negativamente los acuíferos locales. Nestlé Waters ha mejorado la eficiencia en el manejo del agua en sus operaciones en un 20% en los últimos cinco años, y colabora con sus accionistas para ayudar a garantizar la sostenibilidad a largo plazo de los recursos hídricos con los que operamos.

El acceso al agua es un derecho humano básico. Todas las personas tienen el derecho al acceso a agua limpia que satisfaga sus necesidades de hidratación e higiene básica. Los parámetros de la OMS y la ONU acotan estas necesidades entre los 50 y 100 litros de agua por persona al día. Hemos incorporado explícitamente el reconocimiento y respeto al derecho humano de acceso al agua dentro de los principios de negocios corporativos de Nestlé. En el compromiso administrativo de Nestlé, nos comprometemos a asegurar que este derecho sea respetado a través de medidas como procesos diligentes para evaluar nuestros impactos potenciales en el derecho de una comunidad al agua, así como en la disponibilidad a largo plazo de sus recursos hídricos.”

La respuesta anterior toca temas como el cuidado de los recursos hídricos, el derecho humano al agua y la no competitividad del agua embotellada con las redes locales de agua potable, sin embargo el mensaje no está escrito con un cuidado personal y sólo se enfoca en el impacto ambiental que tienen las extracciones de agua, sin mencionar nada sobre el impacto de los millones de botellas producidas (se tocará el tema más adelante). Analizando las respuestas que recibió el autor del presente trabajo y Schnell (que tienen tres años de diferencia, 2012 y 2015), así como las “preguntas y respuestas” de Nestlé, se han encontrado semejanzas sustanciales. Obsérvense a continuación algunas de las preguntas que la compañía embotelladora más grande del mundo (Delgado, 2014) ha contestado en su sitio web.

■ **¿Es Nestlé un gran consumidor de agua?**

Nestlé Waters es un usuario pequeño de agua... utiliza sólo 0.0009 % del total de agua dulce extraída en el mundo, comparado con el 70 % de la agricultura...

- **¿Cuál es su posición sobre el derecho humano al agua?**

Nestlé reconoce el derecho de todas las personas de tener acceso a agua limpia para satisfacer sus necesidades básicas, que incluyen hidratación diaria, higiene y agua para cocinar alimentos.

- **¿Por qué el agua embotellada es tanto más costosa que el agua de la llave?**

El agua de la llave no es un sustituto, ni compite con el agua embotellada como la mayor fuente de agua potable para ninguna población. El agua embotellada provee a los consumidores una opción saludable y conveniente de bebida envasada, que es preferida por su sabor, salud, calidad y/o razones de portabilidad.

- **¿Qué hacen para manejar apropiadamente los recursos hídricos?**

Nestlé es un usuario responsable de agua. No es el interés financiero de la compañía a largo plazo manejar irresponsablemente los recursos hídricos, realmente dependemos de un suministro de agua en cantidad suficiente y de calidad consistente... hemos reducido la cantidad de agua adicional (La que se usa con propósitos de limpieza y refrigeración) requerida para la manufactura de un litro de producto en un 34 % (2005-2010).

Las palabras que se utilizan son semejantes en los tres textos (El presente trabajo, la respuesta al documental “Bottled Water”, las preguntas y respuestas del sitio web de Nestlé), llegando a ser iguales; lo que hace pensar que los encargados de relaciones públicas de la compañía se limitan a repetir las respuestas que tienen practicadas de un comunicado a otro. Este estilo de respuesta, que no es ambigüo, y que sin embargo orbita alrededor de los mismos argumentos sin responder directamente al cuestionamiento planteado es el *estilo Nestlé*, que se hace presente, al menos, en sus comunicados públicos con respecto a los efectos ambientales adversos que el consumo de agua embotellada genera.

Analizando la página web de “Dasani” (la marca líder de agua embotellada de Coca-Cola en los Estados Unidos) pueden observarse pequeñas notas sobre los avances que la empresa ha tenido en reciclaje, eficiencia de procesos, nuevos materiales para las botellas, etc. Sin embargo la manera en que

se presentan dichas notas se antoja más como un estilo de publicidad que como un aporte técnico o informativo al público en general.

Cuando se entra al tema del impacto ambiental, Coca-cola al igual que otras grandes trasnacionales, se vuelve poco precisa y vaga en sus afirmaciones. Si bien se dedica una importante parte de la página de internet a programas positivos como “Give it back” (reciclaje de botellas), a su botella hecha parcialmente de plantas, y a los premios por sustentabilidad que sus empaques recibieron en 2010 y 2011 (Dasani.com, 2015), frente a la pregunta “¿Qué hace Coca-Cola para minimizar el desperdicio proveniente de los empaques para evitar que este termine en un tiradero de basura?” la compañía termina por volverse tan vaga como su competencia, entregando respuestas muy generales y ofreciendo una liga donde se puede leer “¿Quieres saber más? Da click aquí” (ver figura 2.10), no es sorpresa que al dar click sobre el enlace, este no lleve a ningún lado, si se quiere saber más (como ofrece la embotelladora) su página de internet no es el lugar idóneo.

En México el mercado del agua embotellada está dominado por la marca Bonafont de Danone (Cullen, 2014), que se ha mantenido a la cabeza de gigantes como Nestlé y Coca-Cola. Debido a su importancia en nuestro país y al gran éxito que sus campañas publicitarias han tenido sobre los consumidores, se vuelve importante hacer mención de lo que la marca líder nacional tiene que decir acerca del impacto de su industria en nuestro país.


Al estilo de las demás embotelladoras, la página de internet de Bonafont es *fresca* en su diseño y tiene gran atractivo visual. El sitio tiene diversos apartados de interés general donde se muestran promociones y variedad de productos que se ofrecen. El apartado de interés para la presente publicación es el que lleva por título *Nuestros compromisos*.

En esta sección Bonafont asegura:

“Durante los últimos 5 años, hemos reducido el consumo de agua en los procesos productivos de nuestras plantas en 26 %”.

Sin hacerse mención de cuánto se consumía de agua hace cinco años (o cuanto se consume actualmente). De manera similar la embotelladora estipula:

“Con Bonafont 6 L, primera botella 100 % reciclada, disminuimos



### Sustainability

1. Is my DASANI® bottle recyclable?
2. What is PlantBottle?
3. Is PlantBottle biodegradable?
4. Why is my DASANI® bottle lighter?
5. What is The Coca-Cola Company doing to minimize waste from product packaging and avoid placement in landfills?
6. How is The Coca-Cola Company conserving water?

1. Is my DASANI® bottle recyclable?  
The DASANI® bottle is 100% recyclable. In fact, during the initial design process we worked closely with recyclers to optimize every aspect of the DASANI® package for ideal recycling – including the cap, label, inks and glues.
2. What is PlantBottle?  
DASANI® is taking steps to reduce its impact on the planet with our innovative bottle made from up to 30% plants. PlantBottle packaging is up to 30% sourced from sugarcane by-products from Brazil. Brazilian sugarcane is considered to be an "Advanced Renewable Fuel" by the Environmental Protection Agency (EPA) and is the only first generation biofuel widely recognized by thought leaders globally for its unique and social performance. Using up to 30% plant-based materials reduces our reliance on non-renewable resources, lowering our carbon footprint on the planet, which are all great for the environment.
3. Is PlantBottle biodegradable?  
PlantBottle is recyclable, not biodegradable. We believe that one use is simply not enough. Plantbottle packaging can be recycled multiple times in today's recycling streams, thereby reclaiming all of the energy and materials that went into the creation of the bottle.
4. Why is my DASANI® bottle lighter?  
Since its introduction, DASANI® has reduced the weight of our bottles, because lighter weight bottles require less plastic, which helps to conserve natural resources and lower CO2 emissions. Plus they're easier to take along with you. Since the introduction of DASANI®, we've reduced the amount of plastic in our 500ml bottle by more than 40%, and the weight of our 20 fluid ounce DASANI® bottle has been reduced by 22%.
5. What is The Coca-Cola Company doing to minimize waste from product packaging and avoid placement in landfills?  
We know the packaging that we place in the market has the potential to become waste and that is why we are working to support the recycling and reuse of our bottles and cans in the best ways possible. [Want to learn more? Click here.](#)
6. How is The Coca-Cola Company conserving water?  
The Coca-Cola Company is conserving water in a number of ways, including reducing water used to make our beverages, recycling water used in our production process, and supporting projects that replenish water in communities and nature with the World Wildlife Fund. We are working over the long-term to achieve water neutrality, in other words to safely return to communities and nature an amount of water equivalent to what we use in all of our beverages and their production. [all to help ensure a clean, reliable water supply for all generations to come. You can learn more here.](#)

Figura 2.10: Imagen obtenida de la página de internet de Dasani (la marca de agua embotellada líder de Coca-Cola en los Estados Unidos). La página está orientada a aspectos como la sustentabilidad ambiental del producto, sin embargo, los enlaces para conocer más al respecto (marcados con rojo) no funcionan. (Fuente: [www.dasani.com](http://www.dasani.com)) [Consultado en diciembre de 2015].

hasta 80% la emisión de CO2 vs una de 100% PET virgen que no se recicla.”

Esto es muy interesante y podría significar un paso importante hacia una dinámica menos contaminante, sin embargo, al buscar datos duros sobre cuánto CO2 emite esta compañía la transparencia termina y los datos desaparecen.

El autor expuso estas inquietudes a la empresa y le pidió acceso a datos relevantes sobre sus emisiones de dióxido de carbono y uso de agua. A esta solicitud no se le dio respuesta alguna.





## Capítulo 3

# Legislación y postura de diferentes organismos internacionales

En el tema del agua embotellada hay mucho que se presta a la especulación, y es que los millones de dólares invertidos en un negocio tan fructífero pueden llegar a generar dudas sobre a quién están sirviendo las entidades reguladoras. La especulación es buena y genera las preguntas correctas, y con un poco de curiosidad, las respuestas comienzan a aparecer, sin embargo; en este capítulo se analizará la legislación que rodea al agua embotellada, los reglamentos de diferentes organizaciones alrededor del mundo y sus alcances. ¿A qué viene lo de especular? Sencillo, en este capítulo (Y en la mayor parte de este trabajo de investigación) se dará por hecho que las reglas se cumplen. Porque, imaginen si no se creyera en nada de lo que se nos dice: No vemos a las bacterias y sin embargo sabemos que están ahí, no vemos un diagrama de cortante al construir una viga, y sin embargo sabemos que de no considerarse en el diseño una falla puede ocurrir; sólo por dar un par de ejemplos. Si no se creyera lo que nos dicen los periódicos, documentales, artículos científicos, etc., seguiríamos muriendo de rabia o sobrediseñando estructuras burdas. Así que, si de algo nos ha servido evolucionar al grado de poder compartir información, hay que utilizarlo. Creyendo en que los reglamentos y recomendaciones se siguen al pie de la letra, a continuación se analiza qué está pasando alrededor del mundo en la materia.

Antes de empezar los análisis de las diferentes guías de calidad del agua

es necesario comprender la diferencia entre estándar y lineamiento. Desde una perspectiva legal, se espera generalmente que un estándar provea una protección superior a la salud humana comparada con la de los lineamientos, porque los estándares son aplicables legalmente. El no cumplir con los estándares lleva a una serie de acciones para asegurar su cumplimiento y puede ser punible para el organismo infractor. Los lineamientos, en contraste, representan objetivos voluntarios a los que pueden someterse los administradores de un sistema de tratamiento de agua para consumo humano, y de no cumplirse no presentan ninguna acción legal.

Es por esta diferencia que la Organización Mundial de la Salud recomienda que cada país tenga sus propios estándares legales para la calidad del agua potable. La manera de aplicar dichos estándares es muy diferente en cada país. En Canadá, por ejemplo, no se cuenta con un estándar legal nacional, sino con lineamientos que no son legalmente aplicables, sin embargo, muchas de las provincias de este país han incorporado los lineamientos a sus estándares locales. El resultado es que Canadá se considera uno de los países ricos con mejor calidad de agua potable.

La idea de estándar y lineamiento funciona de la misma manera alrededor del mundo, sin embargo los códigos no siempre se nombran así, en algunos países a los estándares se les conocen como normas, regulaciones, etc. Mientras que a los lineamientos se les puede llamar guías de calidad, recomendaciones, etc. La identificación de un estándar y un lineamiento se logra a partir de observar el marco legal de su aplicación.

### **3.1. La Organización de las Naciones Unidas (ONU)**

Si bien las Naciones Unidas son una organización internacional de carácter pacífico que tiene como objetivo principal facilitar la negociación y generación de acuerdos entre los países miembros, existen diversos temas de interés internacional en los que se encuentra implicada técnicamente, algunos de ellos son: Salud, cultura, cambio climático, igualdad de género, agua, etc.

A pesar de que en recientes años la ONU ha tenido una actuación que deja ver que sirve a los intereses de ciertos países poderosos y de que ha sido criticada por sus propios trabajadores por el alto nivel de burocracia, ineficiencia y falta de organización interagencias (Bannock, 2015), su consejo en temas de interés internacional aún tiene un gran peso, y cuando se pronuncia al respecto de un tópico, sus propuestas son escuchadas. Debido a la intrínseca importancia del agua, este es tema central de debates que realiza la ONU, y a pesar de que no exista un organismo tan conocido como UNICEF al respecto (por decir alguno), la ONU sí tiene un departamento dedicado al análisis de cuestiones hídricas, cuyo nombre es simplemente UN-Water, o, en español Naciones Unidas-Agua. UN-water se formalizó hace relativamente poco tiempo, en 2003, y es estrictamente un mecanismo de coordinación inter-agencias para todos los asuntos relacionados con agua dulce y salubridad.

Después de dar un paseo por el portal de UN-water es posible ver que la ONU no tiene una opinión en torno del agua embotellada, ni a favor ni en contra. La UN-water se mantiene sin una postura al respecto, sin embargo en su informe anual de 2014, además de otros muchos temas, exhorta a cuatro grupos a tomar acciones que garanticen la calidad y abundancia del agua en el futuro: la academia (las universidades), las empresas (quienes usan al agua durante sus procesos, o como producto de consumo), la sociedad civil y los gobiernos.

Para este trabajo de investigación, sin duda alguna el exhorto más importante es el que se hace a las empresas, ya que las embotelladoras (quienes fabrican el producto en torno al cual gira esta tesis) entran en esta categoría.

En resumen, la UN-water pide a las empresas concientizarse sobre el beneficio económico que una plantilla de trabajadores saludables puede significar, la ventaja económica de las inversiones en tecnologías más limpias y de menor impacto en el ambiente, así como la trascendencia del cuidado del agua, tanto superficial como subterránea.

De forma muy concisa la UN-water plantea lo siguiente: Empresa, te beneficias del agua, ya sea durante los procesos de producción del activo final o vendiendo el agua como producto de consumo, tu longevidad y supervivencia están atadas a la disposición adecuada del recurso, en el sentido de su

abundancia y calidad. Por tanto es necesario destinar un porcentaje de tus ganancias a garantizar que el agua siga disponible en el futuro. Si haces esto, a la vez beneficias a la comunidad, que son los consumidores de tu producto, generándose un círculo virtuoso en torno al producto que manufacturas.

La ONU no tiene como tal una legislación o reglamentación que incluya al agua embotellada, sin embargo en la sección del ya mencionado reporte anual de 2014, llamada *Reduciendo los malos entendidos y los errores de comunicación* hace un llamado de atención a las empresas, diciendo que aún no han entendido que el respeto al derecho humano del acceso al agua y el saneamiento no es necesariamente una condena a mayores costos de producción y menores ganancias, sino un paso adelante en la política de respeto al recurso hídrico como principal materia prima.

### **3.1.1. Organización Mundial de la Salud (OMS)**

Después de haber estudiado brevemente la posición de la ONU al respecto del agua embotellada es momento de revisar a una de sus dependencias más importantes. Creada en el año de 1948 la Organización Mundial de la Salud se dedica a gestionar políticas de prevención, promoción e intervención en salud a nivel mundial. La *médula espinal* de la OMS es la Asamblea General de la Salud, que es una junta formada por un representante de cada una de las 193 naciones afiliadas al organismo. La magnitud de esta organización se deja ver con sus 7000 trabajadores alrededor del mundo, repartidos en sus 150 oficinas de país, seis oficinas regionales y la Sede de Ginebra.

Los comunicados de la OMS son muy valorados por su importancia a nivel técnico, por esto mismo los pocos países que no son parte de la OMS buscan afiliarse al menos como asociados (que es de menor jerarquía que un miembro en cuanto a su poder político), título que le brinda a estas naciones acceso total a la información publicada por la organización. debido a esta importancia técnica es que el autor ha considerado la inclusión en este capítulo de las “Pautas para la calidad del agua potable.”<sup>en</sup> su cuarta edición de 2011, elaborado por la Organización Mundial de la Salud.

Las Pautas de calidad de la OMS entregan lo que ellos llaman un “valor guía” asociado a una cantidad mínima razonable de una sustancia que no

deberá afectar la salud de las personas a lo largo de toda una vida de consumo, y que está pensado para las diferentes etapas de la vida del consumidor y para aquellos con sistemas inmunes frágiles. Un aspecto sin duda muy llamativo de las Pautas de calidad de la OMS es que están pensadas como una base científica que cualquier nación puede tomar para desarrollar las propias. En esto la OMS hace incapié a lo largo del documento: cada nación debe de hacer un análisis regional de los diferentes riesgos y sustancias presentes en su suministro de agua; una reglamentación basada en las Pautas de Calidad debe tomar en cuenta que las Pautas son un documento tipo, que garantiza la salud humana sin considerar que en algunas partes del mundo algún contaminante puede presentarse en mayor abundancia o no presentarse, además de que los resultados que se alcanzan con las recomendaciones técnicas de tratamiento e infraestructura pueden ser igualados con tecnologías y métodos diferentes a los que se muestran en el documento (esto es importante para mantener la economía y eficiencia de los proyectos sanitarios). Además de lo anteriormente mencionado, se subraya que la calidad del agua producida por una planta potabilizadora no debe de ser degradada en caso de que esta esté entregando un producto mejor que el que mencionan las Pautas de Calidad, en este sentido debe de buscarse entregar al público el mejor producto posible.

La OMS recomienda la creación de un marco para garantizar agua potable de calidad, formado por los siguientes elementos:

- Autoridades competentes.
- Sistemas adecuados y con un manejo adecuado
- Una aproximación holística a la problemática del manejo del agua potable.
- Inclusión del cambio climático en la planeación y diseño de sistemas que estén pensados para eventos extraordinarios (De sequías y grandes precipitaciones).

Las Pautas de calidad se concentran en los siguientes aspectos: Microbiano, químico, radiológico y de aceptación del consumidor. A continuación se explicarán brevemente estos aspectos. Se abundará un poco más en este apartado para las Pautas de la OMS que en los siguientes reglamentos por su importancia como guía base para la generación de reglamentos locales y regionales. A continuación se revisan los cuatro aspectos antes mencionados:

- **Aspectos microbianos**

La OMS propone la creación de “barreras contra cualquier riesgo microbiológico a lo largo de todos los pasos del tratamiento y abastecimiento del agua potable, desde la fuente hasta la entrega en la toma domiciliar. Se considera a la materia fecal como la fuente más probable y dañina de microorganismos patógenos, se tiene especial cuidado en este aspecto de la calidad del agua, debido a la facilidad con que los patógenos contagian a una gran cantidad de personas al mismo tiempo.

La OMS menciona algo de suma importancia en el apartado de desinfección del agua potable: los procesos de desinfección química (los más famosos son la aplicación de ozono y la cloración) generan subproductos (trihalometanos, ácidos haloacéticos, haloacetoneitrilos, etc.) que tienen efectos cancerígenos comprobados en roedores -esto es resultado de un estudio publicado en 1976 por el Instituto Nacional de Cáncer de los Estados Unidos que mostró que el cloroformo, un trihalometano subproducto de la desinfección con cloro, era causante de cáncer en roedores (Boorman et al., 1999)-. Desde entonces la Agencia de Protección Ambiental de E.E.U.U. ha considerado a estos subproductos en la elaboración de lineamientos de control de la calidad del agua potable (se verá posteriormente)- sin embargo, el riesgo para la salud debidos a estos subproductos es muy pequeño en comparación con aquel causado por un tratamiento deficiente del agua. Es importante no comprometer la calidad y eficacia de la desinfección en la búsqueda de la disminución de subproductos químicos.

- **Aspectos químicos**

Difieren de los microbianos principalmente por su habilidad de provocar riesgos a la salud después de periodos prolongados de exposición. La exposición a grandes cantidades de un contaminante químico es rara y mayormente accidental, además de que la experiencia muestra que en estos casos el consumidor rechaza el agua por su color, olor o sabor.

Económicamente es más viable eliminar la fuente de contaminación de un producto químico no dañino al corto o mediano plazo que diseñar o modificar un sistema de tratamiento de agua que lo elimine.

- **Aspectos radiológicos**

Es poco común que se presenten, sin embargo hay que considerar que existen radioisótopos de ocurrencia natural y deben ser tomados en consideración. Las Pautas de calidad no están diseñadas para detectar la presencia individual de radioisótopos, sino para detectar la presencia total de radiación alfa y beta. Los niveles recomendados en el documento de la OMS no son aplicables en circunstancias extraordinarias de fugas de materiales radiactivos al medio ambiente.

■ **Aspectos de aceptación**

El agua deberá estar libre de sabores y olores que sean objetables para la mayoría de los consumidores. El consumidor basa su aceptación del agua en su percepción subjetiva del aspecto y el olor (que generalmente son buenos indicadores de la calidad del líquido, ya que un alto grado de turbiedad y color puede ser asociado con la posible presencia de bacterias). En ocasiones el consumidor puede rechazar el agua meramente por cuestiones estéticas y es por eso que estas deben tomarse en cuenta al mismo nivel que los aspectos anteriormente descritos.

Además del cuidado de los diferentes aspectos de la calidad del agua la OMS hace sugerencias sobre el funcionamiento integral de los organismos locales de abastecimiento de agua potable. Dentro de estos se menciona que los proveedores de agua potable son responsables en todo momento de la calidad del agua que producen y deben de vigilar la calidad del líquido de manera constante.

Las autoridades locales de protección de la salud y el medio ambiente juega un papel importante en el cuidado de la calidad del agua, ya que son las encargadas de vigilar, auditar y autorizar a los proveedores del servicio, ya sean públicos o privados, y de brindar a la población información sobre el servicio que están recibiendo.

Las regulaciones de agua en México (como se verá más adelante) cumplen virtuosamente con una recomendación del apartado *Desarrollando estándares de calidad de agua potable* de las Pautas de calidad de la OMS, que se cita a continuación:

“Un programa basado en objetivos realistas y modestos -que incluya pocos parámetros de calidad del agua, de importancia prioritaria para la salud en niveles alcanzables, consistentes con la provisión de un grado razonable de



protección a la salud pública en términos de enfermedades o riesgos de enfermedades en la población- podría lograr más que uno demasiado ambicioso, especialmente si sus objetivos son mejorados periódicamente.”

Puede verse en los diferentes reglamentos que se analizan en este capítulo el seguimiento de alguna de las recomendaciones de la OMS. En el caso de México, la NOM-127-SSA1-1994 (modificada en 2004) de la Secretaría de salud ha optado por un reglamento que no incluye demasiados parámetros, pero sí a los más importantes; en el caso de la IBWA, la EPA y la FDA se tienen catálogos extensos de parámetros que están sujetos a revisiones periódicas para su actualización y mejora.

Las Pautas de calidad de la OMS son un preciado documento técnico porque, a diferencia de los demás lineamientos analizados en este capítulo, incluye hojas técnicas extensas y detalladas sobre cada contaminante que regula. Incluso incluye a aquellos que no regula y una explicación del por qué en cada caso. En opinión del autor, las Pautas de calidad de agua de la OMS es la guía técnica mas completa de todas las analizadas en el presente documento, y de ser adoptada como estándar por cualquier país, se elevaría sustancialmente la calidad de agua del mismo, y con ella -como se analizo en los antecedentes- la calidad de vida de su gente.

La postura de la OMS al respecto del agua embotellada es la siguiente: Para la organización, el indicador más confiable para medir el éxito de un programa de abastecimiento es el porcentaje de la población que tiene acceso al agua. Para medir la cobertura de agua la OMS mide el uso de lo que ellos llaman “*fuentes mejoradas de agua*”, que definen como las fuentes de agua que por la naturaleza de su construcción y diseño están protegidas de contaminación exterior, especialmente de materia fecal. Entre las “*fuentes no mejoradas de agua*” se encuentra el agua embotellada, que podrá considerarse como fuente mejorada sólo si su origen es de una fuente mejorada.

La OMS menciona en las Pautas de calidad que alrededor de 10 millones de viajeros se enferman al año por el consumo de alimentos lavados con agua contaminada y por el consumo de agua embotellada de mala calidad. Recomienda para los viajeros beber agua embotellada sólo de fabricantes certificados por el estado.

Existe un documento llamado *Estándar para el agua embotellada/empacada* (de sólo 9 páginas) elaborado por La “Comisión encargada del código alimenticio” (CODEX Alimentarius), que es parte tanto de la OMS como de la Comisión de Alimentos y Agricultura de la ONU. Este estándar no se tratará en el presente trabajo porque sus límites permisibles son exactamente los mismos que los de las Pautas de calidad, el Estándar de agua embotellada/empacada es, de hecho, un derivado directo de las Pautas de calidad, con el agregado de algunas recomendaciones para los procesos involucrados en el manejo del agua embotellada. El documento se encuentra indexado en la base de datos del CODEX Alimentarius como CAC/RCP 48-2001.

La OMS hace mención de que los consumidores suelen ingerir aguas *medicinales* por la creencia de que sus propiedades son buenas para la salud, estas aguas, como, ya se ha analizado, han tenido un éxito comercial para las grandes embotelladoras, que aprovechan el misticismo a su alrededor, sin embargo la OMS, a pesar de que reconoce el beneficio de la ingesta de micronutrientes por medio de estos productos, no cuenta con información suficiente para declarar si es dañina (o no) la ingesta de agua con un contenido muy alto, o muy bajo de minerales.

Como recomendación la OMS sugiere el consumo de agua embotellada en situaciones emergentes, debido a que es común que durante un desastre natural, el suministro municipal de agua potable se vea parcial o totalmente afectado. Otro caso especial es el de las personas con condiciones especiales de salud: existen algunas enfermedades de naturaleza genética que provocan sensibilidad a ciertos compuestos presentes en el agua potable, en estos casos los usuarios deberán considerar la compra de agua embotellada baja en el contenido de las sustancias en cuestión. Fuera de las anteriores recomendaciones, la OMS no tiene más pronunciamientos sobre el agua embotellada en sus Pautas.

## **3.2. Legislación de los Estados Unidos de América**

La importancia de los Estados Unidos de América en la temática del agua embotellada no tiene paralelo, como ya se ha visto, en ese país se dio el boom de las bebidas no carbonatadas hace treinta años, y desde entonces, además de estar en la lista de los grandes consumidores a nivel mundial del producto, también se ha convertido en el país que tiene mayor oposición contra el agua embotellada. Por esta razón es conveniente echar un vistazo a lo que ha hecho para controlar la calidad del producto nuestro país vecino.

Antes de dar detalles de la legislación que gobierna al agua embotellada en los Estados Unidos es menester hacer una aclaración. El agua de la llave, el agua que entrega, en el caso de nuestro país, el municipio y que recibimos en la toma domiciliar, se considera como un servicio básico que el estado brinda a la población, mientras que el agua embotellada entra en el rango de alimentos empacados. Es por esto que al estudiar la normatividad vigente se hace necesario revisar, por un lado, las normas que controlan al agua de la llave, y por otro, las que aplican al agua embotellada. En general se puede decir que el agua de la llave, por llevar mucho más tiempo de existencia, tiene una normatividad más avanzada y cuidadosa, que ha evolucionado por prueba y error con el tiempo; mientras que el agua embotellada es un producto moderno que, sin embargo, por venderse como la opción más saludable y glamurosa, tiene mucho cuidado de dar al usuario la calidad prometida.

### **3.2.1. Agencia de Protección Ambiental (EPA)**

La Agencia de Protección Ambiental, la EPA por sus siglas en inglés, es un organismo federal de los Estados Unidos que se encarga del cuidado de la salud humana y el medio ambiente. La EPA tiene cooperación con diversas organizaciones gubernamentales alrededor de Estados Unidos, además de organizaciones sin fines de lucro y universidades.

En materia ambiental la EPA atiende tres frentes diferentes: Aire, suelo y agua. En nuestro caso es el agua la importante. Las atribuciones de la EPA concernientes al cuidado del agua son las de escribir regulaciones cuando el

congreso de Estados Unidos aprueba una nueva ley en materia de medio ambiente (En este sentido podemos ver a la agencia como una entidad de apoyo científico). La EPA tiene la misión de escribir estas regulaciones y divulgarlas entre la población civil y las empresas, a quienes ofrece información técnica pertinente.

Se ha hecho énfasis en las posturas tomadas por las diferentes organizaciones reguladoras con respecto al agua embotellada, antes de desglosar la normatividad de EPA, y después de una exhaustiva búsqueda en sus publicaciones (Tienen una enorme cantidad de información técnica accesible a todo público) se concluye que EPA, a diferencia de la ONU, que se mantiene totalmente neutral, defiende públicamente al agua de la llave como fuente saludable, segura y potable. La EPA, como un todo, hace notar un sentimiento de satisfacción por sus altos estándares de calidad, por lo cual la defensa de su propio *producto* puede tomarse como un acto congruente.

En su publicación *Serie de la salud hídrica: Lo básico del agua embotellada* de 2005, la EPA reconoce que la calidad del agua que entregan los organismos regionales de potabilización puede variar con respecto al tiempo y a la región geográfica (Sin que dicha variación signifique que el líquido no cumpla con los estándares establecidos), mientras que el agua embotellada tiene un sabor y calidad consistente debido a que las embotelladoras tienen generalmente permisos de aprovechamiento de aguas subterráneas. La EPA recomienda que se relegue el uso del agua embotellada a personas con sistemas inmunes debilitados por padecimientos como SIDA o tratamientos de quimioterapia, así como para aquellos que se encuentran bajo tratamiento médico postoperatorio a un trasplante, aceptando que, debido a la naturaleza de las fuentes de agua municipal, existe la posibilidad de encontrar ínfimas cantidades del protista parásito *Cryptosporidium*, organismo causante de la criptosporidiosis diarreica, padecimiento que provoca la diarrea crónica en los pacientes infectados con VIH. Para estas minorías EPA sugiere al agua embotellada como una alternativa saludable, siempre y cuando cumpla con la legislación vigente.

El Acta de Agua Potable Segura (SDWA, por sus siglas en inglés) es la principal ley federal que garantiza la calidad del agua potable en los Estados Unidos. Bajo la SDWA, la EPA supervisa la calidad del agua que se entrega en estados, localidades y que producen particulares.

La SWDA fue pasada al congreso de E.E.U.U. originalmente en 1974 con el fin de regular la calidad de los suministros de agua en el país, y fue enmendada en 1986 y 1996. La ley incluye, además de los límites permisibles de ciertos patógenos, el cuidado de las fuentes de donde el agua proviene, sean ríos, lagos, manantiales, reservorios o acuíferos. Cabe mencionar que la SDWA no aplica para pozos privados, que son aquellos que sirven a no más de 25 personas.

### **Parámetros regulados por la SDWA**

Como se verá en este capítulo, la manera en que los estatutos federales garantizan la calidad del agua es fijando ciertos límites permisibles para los diferentes contaminantes que pueden estar presentes en ella. A partir de la experiencia, mediciones y observaciones empíricas se ha llegado a determinar la cantidad máxima que puede presentarse de una cierta sustancia o patógeno en el agua, sin que este llegue a ser suficiente para afectar la salud del consumidor. Mayormente las diferencias entre legislaciones radican en la cantidad máxima de un contaminante que se permite, siendo el más estricto el que tenga los límites permisibles más bajos.

El documento que recapitula los parámetros regulados por la SDWA es una lista de contaminantes y sus niveles máximos permisibles. Dentro de la lista, EPA contempla dos secciones: la primera se conoce como *Regulaciones primarias de agua potable*, en la que se incluyen todas aquellas sustancias que conllevan un riesgo para la salud humana (arsénico, plomo, trihalometano, etc.).

La segunda parte de la lista se llama simplemente *Regulación secundaria de agua potable*. Para los Estados Unidos esta regulación secundaria es un lineamiento sin peso legal que versa a propósito de contaminantes con efectos cosméticos (como la decoloración de dientes y piel) o efectos estéticos (como el sabor, olor y color) del agua potable. En estas regulaciones secundarias encontramos sustancias como sólidos disueltos totales, sulfatos (como  $\text{SO}_4^{-2}$ ) y zinc.

El autor ha considerado conveniente, para poder tener un buen paráme-

tro de comparación entre los diferentes reglamentos que se han de analizar, incluirlos en una tabla que se presenta al final del capítulo. Antes de dicha tabla se mencionarán, como se ha hecho con la EPA, a los organismos reguladores, sus alcances, funciones y sus respectivos reglamentos, actas, códigos y normas.

No se puede concluir esta sección sin hacer mención de otras publicaciones y medidas que la EPA tiene para garantizar la calidad del agua potable de Estados Unidos. Como se verá al final del capítulo, en los cuadros comparativos de diferentes reglamentos, las normas de calidad de agua de México contemplan ciertos contaminantes que la EPA no tiene restringidos, ni en las regulaciones primarias ni en las secundarias. Esto podría despertar cierta duda en el lector curioso sobre la calidad de los lineamientos y procedimientos de una institución que claramente sirve de ejemplo a muchas otras alrededor del mundo.

Se tomará como ejemplo al sodio. El sodio está contemplado en la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994 con un límite permisible de 200ppm en el agua para consumo humano, sin embargo no se encuentra en las regulaciones de EPA, ni como contaminante peligroso, ni por sus efectos estéticos o cosméticos. El autor se dio a la tarea de encontrar por qué el sodio no se consideraba como un contaminante que tuviera que ser regulado en E.E.U.U. La EPA, en su portal en línea (EPA.gov, 2015) indica que altos niveles de sal (NaCl) pueden provocar efectos como hipertensión en ciertos individuos, sin embargo advierte que se reportan niveles de sodio muy bajos en el agua de los Estados Unidos para considerarse como peligrosos para la salud humana. ¿Dónde entra el sodio en las regulaciones estadounidenses? La respuesta es la Lista de Contaminantes Candidatos, lo que se detallará a continuación.

El Acta de Agua Potable Segura (SWDA) tuvo su última enmienda en 1996, en ese entonces contaminantes como el sodio no estaban contemplados y no fue sino hasta dos años después, en 1998, que se publicó lo que se conoce como la Lista de Contaminantes Candidatos (LCC), una publicación en la que se prioriza el sodio. La LCC es una lista de contaminantes que al momento de la publicación de la SWDA no eran sujetos de leyes propuestas o programadas. Se sabe que las sustancias de la LCC podrían estar presentes en cuerpos de agua y podrían también requerir regulación bajo la SWDA.

La LCC, en el borrador de su cuarta versión LCC-4 (la más actualizada, publicada en enero de 2015) incluye 100 químicos o grupos químicos y 12 microbios que se sabe que podrían estar presentes en los sistemas de agua. La lista incluye, entre otras, sustancias usadas en el comercio, pesticidas, toxinas biológicas, subproductos de desinfección, productos farmacéuticos y sustancias arrastradas por el agua. La EPA hace pública las versiones recientes de la Lista de Contaminantes Candidatos con el fin de recibir retroalimentación sobre los patógenos incluidos, así como de los procesos que actualmente se utilizan en las plantas de potabilización. La EPA consulta con el Consejo de Asesores Científicos (CAC) de los Estados Unidos el borrador de la LCC-4 para la elaboración del documento final.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos actualiza la LCC cada cinco años. Las versiones que están disponibles hasta ahora son las de 1998, 2005 y 2009. Las publicaciones de las LCC's no imponen ningún tipo de medida a los sistemas de agua. Si la EPA decide regular algún contaminante de la lista en el futuro la agencia deberá empezar un proceso de regulación separado y público.

Entre los contaminantes incluidos en el borrador de la cuarta LCC cabe la pena resaltar el éter metil tert-butílico, metil tert-butil éter, o más sencillamente MTBE.

El MTBE es un aditivo oxidante que se agrega a la gasolina, es una sustancia carcinogénica y se considera un contaminante del aire que no se combina con el agua (forma una película delgada sobre la superficie del agua), por lo que su entrada en suministros de agua municipal es extremadamente rara (Miller, 2006).

La rara ocurrencia de contaminación de agua por MTBE no evitó que en 1995 (año en que se descubrieron numerosas filtraciones de metil tert-butil éter en acuíferos de los Estados Unidos) las embotelladoras iniciaran una exitosa campaña de ventas que enfatizaba que su producto era *¡Libre de MTBE!* (Ídem).

Miller (2004) encuentra una relación directa entre el aumento del valor de la marca Coca-Cola en 1996 y los hechos relacionados con el descubrimiento de MTBE en acuíferos estadounidenses, crecimiento que se mantuvo constante hasta 2001 (cuando bajó a razón de los ataques al World Trade Center en

Nueva York).

La EPA no ha encontrado evidencias de enfermedades de origen hídrico relacionadas con el MTBE, incluso se ha descubierto que concentraciones muy bajas de MTBE causan un mal sabor en el agua (lo que hace que el consumidor rechace el producto). De haberse encontrado un peligro real por la presencia de esta sustancia, la EPA habría realizado un proceso de actualización de sus reglamentos principales, sin embargo el MTBE sigue, después de dos décadas dentro de la LCC.

Recuperando brevemente el caso del sodio (sustancia incluida en la LCC) la EPA concluye que sería enriquecedor realizar estudios más profundos al respecto. De ser necesario se actualizarían las regulaciones primarias. Advierte, sin embargo, que la fuente más importante de sodio en la dieta del ser humano es a través de la ingesta de alimentos con alto contenido de esta sustancia.

Una encuesta nacional en E.E.U.U. sobre compuestos inorgánicos y radioisótopos hecha por la EPA a mediados de 1980, cerca de tres cuartas partes de los 989 sistemas de agua incluidos tuvieron concentraciones de sodio menores a 50 mg/l. Asumiendo que un adulto de 70 kilos beba dos litros de agua al día, este típicamente ingeriría menos de 100 mg de sodio al día (provenientes del agua potable). Basados en esto, una porción de agua de 1/4 de litro contendría menos de 12.5 mg de sodio, lo que lo sitúa dentro de la categoría de “muy bajo sodio” de la FDA. Con estos breves cálculos podemos ver que la EPA tiene argumentos sólidos para no tener entre sus regulaciones con peso legal a esta sustancia.

Cada nación es responsable de elaborar sus propios lineamientos, la adopción fiel (Por no decir copia o plagio) de las normas reguladoras de agua potable de otro, sería una práctica tremendamente irresponsable porque, como se ha visto hasta el momento, dichas normas obedecen cuestiones geográficas, además de estudios que son totalmente regionales.

Independientemente de la Lista de Contaminantes Candidatos la EPA publica periódicamente los *Estándares de agua potable y avisos de salud*. Este trabajo es un compendio de las regulaciones primarias y secundarias de la SDWA que incluye recomendaciones sobre los niveles máximos de sustancias peligrosas que podrían estar presentes en los cuerpos de agua (con un



marcado interés en aquellas que se consideran carcinogénicas o posibles carcinógenos).

El programa de avisos de salud funciona como una guía técnica informal (en el sentido que no tiene un peso legal como las regulaciones primarias) para contaminantes no regulados de agua potable, con el fin de ayudar a los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano a mejorar la calidad del agua que producen, sin llegar a tener un peso legal.

Se puede concluir que el sistema de agua potable de los Estados Unidos trabaja como una unidad eficiente. Por un lado se tiene al SWDA que regula los principales patógenos del agua, tanto peligrosos como estéticos y cosméticos. Si una sustancia no se incluye en este documento (y existe la posibilidad de que se presente en el agua potable así como evidencia de que causa un daño a la salud, o existe temor por parte de la población al respecto) entonces seguramente se incluirá en la lista de contaminantes candidatos, que se actualiza cada 5 años (aproximadamente). Esta lista incluye a las sustancias que están siendo investigadas por sus posibles riesgos para la salud. En un tercer nivel, como una recopilación de las dos publicaciones anteriores, y añadiendo algunas otras sustancias químicas (principalmente aquellas que podrían ser carcinogénicas para el ser humano) se tiene al Programa de avisos para la salud.

Como se podrá apreciar al final de este capítulo, en las tablas comparativas de las diferentes legislaciones y pautas, la EPA cumple con el control de la mayoría de las sustancias incluídas, además de ser el único de los organismos analizados que regula tanto a diferentes radioisótopos de forma individual como la radiación alfa y beta global.

### **3.2.2. Administración de comidas y drogas (FDA)**

La Administración de Alimentos y Drogas, FDA por sus siglas en inglés (Food and Drug Administration) es una agencia dentro del departamento Servicio de Salud Humana (FDA.gov, 2015). Dentro de las responsabilidades de la FDA se encuentran:

- Proteger la salud pública mediante la regulación de los medicamentos de uso humano y veterinario, vacunas y otros productos biológicos, dispositivos médicos, el abastecimiento de alimentos en nuestro país, los cosméticos, los suplementos dietéticos y los productos que emiten radiaciones.
- Proveer al público la información necesaria, exacta, con base científica, que le permita utilizar medicamentos y alimentos para mejorar su salud.

Como se ha establecido antes, en los Estados Unidos, la EPA se encarga de establecer estándares para la calidad del agua de la red pública, mientras que la FDA, entre otras cuestiones, se encarga de reglamentar el agua embotellada. La FDA ha establecido parámetros para buenas prácticas de manufactura, que obligan a los embotelladores a:

- Procesar, embotellar y transportar el agua embotellada en condiciones sanitarias.
- Proteger las fuentes de agua de bacterias, sustancias químicas y otros contaminantes.
- Usar procesos de control de calidad para garantizar la seguridad bacteriológica y química del agua.
- Tomar muestras y hacer estudios del agua en la fuente de aprovechamiento y del producto final.

Diferentes agencias gubernamentales de los Estados Unidos trabajan en la creación de códigos regulatorios que luego se integran al Código de Regulaciones Federales (CRF). El CRF está dividido en 50 títulos que incluyen la totalidad de las áreas sujetas a regulación. Anualmente se revisa y publica una nueva versión del CRF por parte de la Oficina de Registro Federal. El Título 21 es parte del CRF y gobierna la comida y las drogas dentro de los Estados Unidos y es elaborado por la FDA, la Administración de Aplicación de Drogas (DEA, por sus siglas en inglés) y la Oficina de Políticas Nacionales de Control de Drogas.

En el código 21 se encuentran los límites permisibles que los diferentes contaminantes deben cumplir en el agua embotellada, más detalladamente el documento es el “Código de regulaciones Federales, título 21, volumen 2,

capítulo 1, subcapítulo B, parte 165, subparte B: Requerimientos para bebidas específicas estandarizadas”.

Las regulaciones de la FDA, como en todos los demás casos, comienzan con un glosario de definiciones útiles para luego pasar a la reglamentación del etiquetado de los productos terminados. Es importante resaltar que es la FDA la institución más estricta al respecto de este punto: obliga a las embotelladoras a especificar a detalle el contenido de cada botella, además de una importante diferencia con la normatividad mexicana: debe añadirse en un lugar visible de la etiqueta la fuente de donde el agua fue extraída, en el caso de que se trate de agua de un sistema municipal, la etiqueta deberá decir “De un sistema de agua comunitario” o alternativamente “De una fuente municipal”.

Existen debilidades en los códigos de la FDA, por ejemplo, la embotelladora puede entregar agua que incumpla con las regulaciones de la institución si se agrega en la etiqueta la leyenda “Olor/sabor/turbiedad anormal”, “Contiene bacterias excesivas”, “Presenta radiactividad excesiva”, “Contiene demasiado —”. En cualquiera de los casos, la FDA permite que el producto salga a la venta y es responsabilidad del consumidor la decisión de adquirir un producto de menor calidad (con el respectivo riesgo a la salud).

La FDA ha sido criticada a lo largo de su historia por diferentes eventos. Antes de incluirse el título 21 en el CRF, el agua embotellada estaba sujeta a las regulaciones establecidas por la EPA, sin embargo la FDA logró suavizar la medida y lograr excepciones a estas normas si existía una justificación técnica adecuada (NRDC, 2016). Cuando la FDA escribió por primera vez regulaciones propias omitió diferentes compuestos que estaban incluidos en las normas de la EPA y fue criticada por el congreso de los Estados Unidos, posterior a esto, en 1991 se encontraron rastros de benceno en botellas de Perrier, lo que provocó un pequeño estancamiento en el crecimiento de la industria.

Entre los vacíos regulatorios más sobresalientes del Código de regulaciones de la FDA sobresalen las siguientes:

- El Consejo de la Defensa de los Recursos Naturales (NRDC) estima que anualmente, dentro de la FDA, una sólo persona se dedica a supervisar todas las regulaciones pertinentes al agua embotellada. Al menos en el

2009 esta persona era la química Lauren Robin, quien personalmente menciona que además del agua embotellada tiene otras responsabilidades (Soechtig et al.).

- La FDA estipula que sus regulaciones están pensadas para el agua embotellada de venta y comercio *interestatal*. Se estima que entre el 60 % y 70 % del agua embotellada vendida en los Estados Unidos proviene del comercio *intraestatal* (esto deriva de la propia interpretación de la FDA del Acta Federal de cosméticos, Drogas y Alimentos). Esta porción de producto queda fuera del control de la FDA y se vuelve responsabilidad de la autoridad estatal.

### 3.3. Asociación Internacional de Agua Embotellada (IBWA)

La Asociación Internacional de Agua Embotellada, conocida como IBWA por sus siglas en inglés (International Bottled Water Association), empezó como la Asociación Americana de Agua Embotellada, fundada en 1958, y tomó el nombre de IBWA mientras creció para incluir embotelladores internacionales a principios de la década de 1980. La IBWA es una asociación icónica dentro de la industria del agua embotellada (IBWA, 2015).

Promueve el agua embotellada a través de eventos (como la semana nacional de preparación contra huracanes en Estados Unidos). La asociación también está en contra de intentos de prohibición o aumento de impuestos contra el agua embotellada además de permanecer activa en otras áreas de regulaciones legislativas (Wikipedia, 2015), incluyendo borradores de regulaciones para agua embotellada que algunos estados adoptan.

La IBWA se encarga también de llevar estadísticas sobre el consumo mundial de agua embotellada de forma periódica. La información de estas estadísticas está disponible al público en general de forma gratuita en su portal de internet. La IBWA también se ha dado a la tarea de crear una serie de videos como respuesta a los ataques que la industria ha recibido recientemente por parte de documentalistas (Fox, 2010; Soetching, 2009; Schnell, 2012). Estos videos tienen una producción pobre, mostrando garrafones de peluche parlanchines y a una misma anfitriona que realiza afirmaciones en pro del agua

embotellada sin respaldo documental alguno (en contraste con la calidad de los documentales mencionados).

### **Código de Prácticas para Agua Embotellada, “Código Modelo”**

La Asociación Internacional de Agua Embotellada, como organismo internacional de importancia, tiene también una serie de normas, a la que sus miembros se suscriben. A esta normatividad se le conoce como el Código de prácticas para agua Embotellada.

El código de Prácticas para Agua Embotellada ha sido preparado por la IBWA, sus miembros, junta de directivos, comité de relaciones gubernamentales, y comité técnico. El documento está sujeto a actualización periódica. En su última revisión (de febrero de 2015) se ha incluido al cromo hexavalente como uno de los contaminantes bajo regulación, sujeto a análisis anuales.

La Regulación Modelo de Agua Embotellada de la IBWA, también conocida simplemente como el “Código modelo” fue publicado primero en 1982. En ese tiempo las regulaciones de la FDA de los Estados Unidos para el agua embotellada eran de alcance limitado. La IBWA desarrolló una serie de estándares que podían ser usados como los mínimos a los que los miembros afiliados a la asociación estarían sujetos, y que las agencias estatales podrían usar de referencia.

La IBWA ha continuado con avances en el Código modelo desde la década de 1980 hasta nuestros días. El 13 de noviembre de 1995, la FDA publicó un estándar de identidad y calidad para el agua embotellada (C.F.R. 165.110). El código modelo fue entonces revisado para adoptar las previsiones que la FDA había promulgado. Aún entonces el código modelo se consideraba como un documento que elevaba la calidad del producto producido por los miembros de la asociación. Esto gracias a que el código modelo resulta, a veces, incluso más estricto que las regulaciones de la FDA, sobre todo en el área de las buenas prácticas de manufactura.

El código modelo de la Asociación Internacional de Agua Embotellada ha adoptado muchos de los requerimientos estatales de los Estados Unidos para agua embotellada, sin embargo hay ciertos casos donde algún requerimiento

particular de cierto estado no se incluye en el código modelo. De cualquier manera, si una embotelladora tiene ventas en un estado, se debe de garantizar el cumplimiento de las regulaciones locales.

En años recientes, con nuevas y mejores regulaciones establecidas por la FDA, el objetivo de la Asociación Internacional de Agua Embotellada empezó a cambiar, de promover un marco modelo de estándares a establecer los siguientes principios:

- **El código modelo de la IBWA es un conjunto de auto-regulaciones para los estándares de la industria.** El código de Prácticas establece una serie de normas comprensibles para que los embotelladores miembros garanticen la seguridad y calidad del producto.
- **El Código de Prácticas provee guía específica para los miembros actuales de la IBWA e información valiosa para empresas que están comenzando.** En un sólo documento, miembros actuales de la IBWA (Así como empresas que están comenzando) pueden encontrar información acerca de normatividad del gobierno, así como información técnica.
- **El Código de Prácticas provee las bases del programa de inspección anual de plantas embotelladoras de la IBWA.** Una clave del código de prácticas, y el beneficio principal para los miembros de la IBWA, es el requerimiento anual de inspección de las instalaciones por parte de terceros profesionales y certificados.

Posterior a la sección del Código Modelo de “Autodefinition” se encuentra un glosario de términos y definiciones, entre las que se incluyen: laboratorio aprobado, fuente aprobada, agua de pozo, agua embotellada, planta de agua embotellada, agua desmineralizada, agua burbujeante, agua desionizada, agua destilada, etc.

Para el autor, se ha hecho necesario rescatar dos puntos de esta sección: primero, en la definición de “Fuente aprobada (de agua)” la IBWA se ha desviado de la definición de la FDA, añadiendo “Una fuente aprobada, si se usa en referencia a una planta de producción de agua embotellada, es aquella donde el agua... **se considera de calidad sanitaria, con o sin tratamiento**”. Esto eleva las exigencias del código modelo, en el sentido en que

se exige que la fuente ya tenga una calidad sanitaria. No todas las fuentes de agua tienen buena calidad; La calidad de las fuentes es muy variable (siendo considerada, generalmente, el agua superficial la de peor calidad, y la de los acuíferos la de mejor calidad). Satisfacer esta definición se antoja muy difícil de alcanzar. Segundo, la FDA menciona que cualquier contenedor que se utilice en cualquier proceso de manufactura del agua embotellada debe de ser sanitizado si previamente ha transportado otro producto (No se indica cual). En el código modelo se indica que el agua no podrá ser transportada (en ningún proceso) sin previa desinfección en conducciones o equipo que haya transportado leche, comida no líquida o productos no comestibles. Esto hace ver que el código modelo tiene la virtud de ser más preciso en su redacción que las normas de la FDA.

El Código Modelo es un documento de alta calidad técnica, escrito sin ambigüedades y que está a la altura de las normas establecidas por la FDA. Sin embargo, un análisis de este, para ser objetivo, debe de mencionar sus defectos, y el autor ha encontrado uno que considera imperdonable: todo el Código es “**Auto-regulador**”, esto quiere decir que los miembros de la IBWA pueden elegir atenerse o no a él. En el caso de no hacerlo no se especifican las consecuencias que tal acción traerá al infractor. El seguimiento del Código Modelo trae consigo la producción de un producto de gran calidad, sin embargo su naturaleza auto-reguladora deja dudas sobre su alcance real, dudas que se acentúan si se tiene en cuenta que el código no incluye, en su sección de “etiquetado”, ningún apartado que obligue a la embotelladora a incluir en la etiqueta del producto terminado el logotipo de la IBWA, lo que (para fines prácticos) significa que el consumidor no tiene manera de saber si el agua que está probando está sujeta al código de la Asociación Internacional de Agua Embotellada.

### **3.4. Normas mexicanas de calidad del agua potable**

En el caso de nuestro país, es la secretaría de salud la que se encarga del manejo de la normatividad en torno al agua potable, ya sea embotellada o de sistemas municipales. Como se analizó anteriormente, existen diferentes niveles de efectos legales para el control de la calidad del agua potable. Por

un lado están los estándares y por otro, los lineamientos. En el caso mexicano los estándares (con peso legal en todo el territorio nacional) se conocen como Normas oficiales mexicanas.

La Secretaría de Salud (SSA) cuenta actualmente con 234 normas oficiales, que controlan la calidad de los productos más diversos que se puedan imaginar: desde el latex de los condones, hasta la masa para tortillas y tostadas. Para el caso del agua existen diferentes normas que en su conjunto deberían de garantizar la calidad del agua potable. Algunas de ellas se enfocan en el tratamiento de agua por filtros caseros, otras en el manejo correcto que ha de dársele al agua en el lugar de tratamiento municipal, etc. Son tres las normas oficiales que en este trabajo ameritan ser mencionadas: NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización; NOM-179-SSA1-1998, Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público y NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias.

De las tres normas mencionadas se analizarán sólo la 127 y la 201, esto con el fin de mantener un análisis de límites máximos permisibles de patógenos similar al que se ha realizado con la EPA, FDA, OMS e IBWA.

### **3.4.1. Norma NOM-127-SSA1-1994**

“NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.” su nombre es en realidad un muy buen resumen del contenido de la norma, que fue publicada por primera vez en 1994 y modificada 6 años después en el 2000. Antes de la modificación la norma era más estricta con compuestos como los fenoles o compuestos fenólicos (de 0.001mg/l a 0.3mg/l) y nitritos (0.05mg/l a 1mg/l), se volvió más estricta sólo con un compuesto (2,4-D, de 0.050mg/l a 0.030mg/l) y añadió algunos hidrocarburos aromáticos, medidos en microgramos sobre litro (en las tablas comparativas al final de esta sección - figuras: 3.2, 3.3, 3.4, 3.5- se han transformado estos valores a miligramos sobre litro): benceno, etilbenceno, tolueno y xileno.



La norma 127 divide sus límites permisibles en diferentes grupos:

- Límites permisibles de características microbiológicas.
- Límites permisibles de características físicas y organolépticas.
- Límites permisibles de características químicas.
- Límites permisibles de características radiactivas.

Que en total regulan la cantidad máxima permisible de 46 componentes de diversa índole, con el fin de entregar a la población agua de calidad potable.

Todos los sistemas de potabilización de agua, públicos o privados, deben de seguir la norma 127 para su funcionamiento, esto incluye a sistemas de tratamiento de agua para consumo humano tan grandes como el sistema Cutzamala, en donde se realizan pruebas horarias de los parámetros básicos de la norma, y aquellos privados que sirven a un número limitado de personas (a diferencia de las normas de la EPA que aplican sólo para poblaciones mayores de 25 personas).

Existen distintos puntos a favor de la norma 127, el primero es su simplicidad: la norma 127 se ajusta de manera perfecta a las recomendaciones que hace la OMS al respecto de la creación de estándares y lineamientos nacionales: se mantiene simple y con metas alcanzables, controlando un número limitado de sustancias nocivas para la salud y manteniendo metas de calidad de agua potable acordes a la capacidad de los organismos operadores; el segundo es su organización: mientras la IBWA, la FDA y la EPA presentan largas listas de patógenos y sustancias nocivas y luego se dedican a aclarar la naturaleza de cada una de ellas en apartados posteriores, la 127 tiene sus cuatro grandes secciones manejadas de forma independiente (características microbiológicas, físicas y organolépticas, químicas y radiactivas), de forma tal que las aclaraciones posteriores se reduzcan al mínimo.

Las debilidades de la norma 127 también deben de ser mencionadas para el correcto análisis de la misma, la primera, y que el autor encuentra más notoria, es su falta de actualización. Cada una de las citas bibliográficas a las que la norma cita es de hace 20 años aproximadamente. Se cita por ejemplo

una guía para calidad del agua potable de la OMS de 1995, mientras que la más actual disponible al público es de 2011 (la misma que se analiza en este trabajo), la cita más antigua hecha por la norma 127 es de 1969, 47 años han pasado de eso y es bastante probable que alguna de esa información haya quedado en desuso con el tiempo.

Otro punto débil de la norma es un apartado al propósito de la bacteria *E. Coli*, las coliformes fecales y los organismos termotolerantes (todos capaces de ocasionar padecimientos gastrointestinales y mermar la salud del consumidor), en este se indica que ninguna muestra de agua de 100 ml debe de presentar estos patógenos, sin embargo, para localidades de más de 50,000 habitantes se indica que “estos organismos deberán estar ausentes en el 95 % de las muestras tomadas en un mismo sitio de la red de distribución, durante un periodo de doce meses de un mismo año”, esto deja un margen del 5 % de las muestras que podrían presentar algunos de los patógenos enlistados y potencialmente generar daños a la salud de la población.

### **3.4.2. Norma NOM-201-SSA1-2002**

En México el organismo encargado de establecer los parámetros bajo los cuales se regirá la calidad del agua embotellada es la Secretaría de Salud. A diferencia de los Estados Unidos, en los que se tiene a la EPA para controlar el agua municipal y a la FDA para controlar al agua embotellada, en nuestro país es la misma entidad gubernamental la que controla las normativas de ambos productos. Se ha revisado la Norma 127 que controla la calidad del agua potable de los sistemas municipales, toca el turno al agua embotellada. La norma “NORMA Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias.” fue integrada a la normatividad de la SSA en junio de 2002. El autor encontró que hubo un antecedente a la norma 201, la NOM-041-SSA1-1993, que llevaba por título “BIENES Y SERVICIOS. AGUA PURIFICADA ENVASADA. ESPECIFICACIONES SANITARIAS”. Dicha norma se encargaba del control del agua embotellada en el territorio nacional y era muy semejante a la 127, contenía tablas de contaminantes y sus límites permisibles, y llegaba a ser más exigente con algunos compuestos (Cianuros 0.05mg/l, cloro residual libre 0.1mg/l, fenoles y compuestos fenólicos 0.001mg/l) que la norma 127 de la época. La norma dejó de tener vigencia y ya no figura entre las regulaciones de la SSA. Se dio

paso a la actual Norma 201 para agua y hielo envasados.

A continuación se presentan algunos puntos sobresalientes presentes en la NOM-201-SSA1-2002 que el autor ha considerado muy importantes:

- Las sustancias y equipos que se utilicen para la desinfección del agua deben de lograr como mínimo un porcentaje de reducción de organismos coliformes totales de 99.99 %.
- Todos los documentos de la embotelladora deben de estar accesibles a la autoridad sanitaria.
- En caso de que un abastecimiento venda agua a granel para rellenado de botellas o garrafones, debe de anexarse una etiqueta que menciones los riesgos asociados a esta práctica y el procedimiento correcto del lavado del contenedor con letras contrastantes de medio centímetro de alto.
- No pueden agregarse leyendas que susciten dudas sobre la inocuidad de productos similares al agua embotellada.

La norma 201 es eficiente y tiene un contenido en general claro, sin embargo, el autor (a través de años de uso del servicio de embotelladoras de agua a granel) no ha visto una sola vez que se le agreguen al garrafón rellenado las etiquetas arriba mencionadas, además de que existen estudios que demuestran que el agua de estos pequeños establecimientos es, estadísticamente al menos, de mala calidad en la Ciudad de México (Cerna F, et al. 2015) (véase tabla 3.1).

Cuadro 3.1: Resultados del estudio del Instituto Politécnico Nacional sobre la calidad de agua en 111 pequeñas embotelladoras de la ciudad de México.

Característica	Muestras que la presentaron	Porcentaje del total (%)
Coliformes totales[1]	69	56.56
Coliformes fecales[2]	23	18.85
Cumplen con NOM-201	30	24.59
Total	122	100

Elaboración propia con datos del laboratorio de microbiología molecular del Instituto Politécnico Nacional (Ídem). [1] *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. [2] *E. Coli* principalmente.

La norma también menciona que “La materia prima al inicio del proceso de los productos objeto de esta Norma, debe cumplir como mínimo con las especificaciones sanitarias que se establecen en la NOM-127-SSA1-1994. En caso de no ser así, el producto terminado además de cumplir con las especificaciones que se establecen en esta norma, debe cumplir con los límites máximos para bario, cromo y plaguicidas que se establecen en la norma arriba citada.”

El autor ha tratado de encontrarle sentido a esta cita, sin embargo no ha sido capaz de hacerlo. La manera en la que está escrita deja muchos cabos sueltos ¿Puede el agua al principio no pasar la norma 127? de ser así ¿“las especificaciones que se establecen en **esta** norma”, se refiere a la 127 o a la 201? lo mismo para **la norma citada arriba** ¿Cuál de las dos?

Esta mala redacción se antoja simple, sin embargo puede servir de defensa a un infractor de la norma que se proteja argumentando una diferencia en la interpretación del documento. En general la normatividad en México es buena, sin embargo, como se analizó en la sección 2.2.3, actualmente la infraestructura hidráulica de nuestro país carece de recursos para su correcta operación y actualización, lo que lleva al ocasional incumplimiento de las regulaciones en materia de agua potable. Actualmente tenemos sistemas municipales que no se dan abasto y no alcanzan a entregar el líquido con la abundancia y calidad deseada, y por otro lado a cientos de personas que han visto en la venta de agua embotellada un negocio redondo, y operan sin el más mínimo control o ética.

Una buena normatividad debe de verse acompañada de las estructuras reguladoras y entidades capaces de vigilar que se cumpla su aplicación. De otra manera sólo tendremos un montón de documentos cuyo peso termina por ser meramente moral para el embotellador.

### **3.5. Cuadro comparativo para las diferentes regulaciones**

Como culminación del presente capítulo se presentan diferentes cuadros comparativos de las regulaciones que se han estudiado. Se ha escogido, para mantener el documento en un formato simple, presentar las comparaciones sobre

la base de la norma 127 de calidad de agua en México. La elección anterior se hizo en función de que la Norma 127 es, como lo recomienda la OMS, un estándar que regula una cantidad razonable de contaminantes, además de que la subdivisión de características del agua en: microbiológicas, químicas y organolépticas, físicas y radiactivas facilita el entendimiento y lectura de las tablas.

En la lista de contaminantes y características están integradas aquellas presentes tanto en la Norma 127, como en la 201. Esto con el fin de mostrar la lista tan completa como sea posible y aterrizada a los parámetros que se regulan en México. Para la sección de características radiactivas se han anexo algunos radioisótopos que, por su recurrencia en diferentes estándares mundiales de calidad del agua, se han considerado demasiado importantes como para ser omitidos. Las anotaciones correspondientes a cada parámetro se presentan como notas al pie de cada tabla. Las siglas NOM 127, NOM 201, EPA, IBWA, FDA y OMS se refieren a: NOM-127-SSA1-1994, NOM-201-SSA1-2002, Agencia de Protección Ambiental (Estados Unidos), Asociación Internacional de Agua Embotellada, Administración de Drogas y Alimentos (Estados Unidos) y Organización Mundial de la Salud; respectivamente. Dentro de las tablas pueden encontrarse espacios en blanco, estos corresponden a características que no son mencionadas en la regulación a la que dicho espacio corresponde.

Límites permisibles de características bacteriológicas

Característica	NOM 127	NOM 201	EPA	IBWA	FDA	OMS
Coliformes totales	Ausencia/No detectables	1.1NMP/-100ml[1]	5 %[2]	No detectable	<2.2NMP/-100ml	No detectables
E. Coli/Coliformes fecales	Ausencia/No detectables		0[3]	No detectables	[4]	No detectables

Cuadro 3.2: [1] Número más probable por 100ml con la técnica del número más probable. [2] No más del 5 % del total de las muestras debes de ser positivas por coliformes en un mes (para sistemas que coleccion menos de 40 muestras rutinarias de agua al mes, el porcentaje permitido es de 1 %), cada muestra positiva de coliformes totales debe de ser analizada para coliformes fecales o E. Coli. Si se tienen dos muestras consecutivas positivas para coliformes totales y una es positiva para coliformes fecales o E. Coli, entonces el sistema no cumple con las regulaciones. [3] Una muestra positiva de coliformes fecales o E. Coli requiere de más muestras, si una de estas también es positiva para coliformes totales, la planta de tratamiento no cumple con la regulación. [4] De presentarse E. Coli el agua se considera adulterada.

Límites permisibles de características físicas y organolépticas

Característica	NOM 127	NOM 201	EPA	IBWA	FDA	OMS
Color[1]	20	15	15	5	15	15
Olor	[2]	Inodoro	3[7]	3[7]	3[7]	[4]
Sabor	[2]	Insípido				[4]
Turbiedad[3]	5	5	5	0.5	5	<1[5] <5[6]

Cuadro 3.3: [1] Unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto. [2] Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerados por la mayoría de los consumidores, siempre que los resultados no sean objetables desde el punto de vista biológico o químico. [3] Unidades de turbiedad nefelométrica. [4] No se regula olor y sabor, la OMS sólo establece que no deben de ser objetables por el consumidor [5] Requisito para sistemas urbanos de tratamiento. [6] Requisitos para sistemas rurales con fuertes carencias económicas. [7] medido en número de umbral de olor.

Límites permisibles de características químicas

Característica	NOM 127	NOM 201	EPA	IBWA	FDA	OMS
Aluminio	0.2		0.2-0.5	0.2		[1]
Arsénico	0.025[2]	0.025	0.01	0.01	0.01	0.01
Bario	0.7		2	1	2	0.7
Boro		0.3				2.4
Cadmio	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.003
Cianuros (como CN <sup>-</sup> )	0.07	0.05	0.2	0.1	0.2	[3]
Cloro residual Libre	0.2-1.5		1	1		0.7
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	250		250[4]	250	250	[5]
Cobre	2		1[4]	1	1	2
Cromo total	0.05		0.1	0.05	0.1	0.05
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500					[5]
Fenoles o compuestos fenólicos	0.3		0.001[6]	0.001		

Característica	NOM 127	NOM 201	EPA	IBWA	FDA	OMS
Fierro	0.3		0.3[4]	0.3	0.3	[5]
Fluoruros (como F <sup>-</sup> )	1.5	1.5	2[4]	[7]	[7]	1.5
Hidrocarburos aromáticos						
Benceno	0.01		0.005	0.001	0.005	0.01
Etilbenceno	0.3		0.7	0.7	0.7	0.3
Tolueno	0.7		1	1	1	0.7
Xileno (total de isómeros)	0.5		10	1	10	0.5
Manganeso mo	0.15		0.05	0.05	0.05	[5]
Mercurio	0.001		0.002	0.001	0.002	0.006
Níquel		0.02		0.1	0.1	0.07
Nitratos (como N <sup>-</sup> )	10	10	10	10	10	50
Nitritos (como N <sup>-</sup> )	1	0.05	1	1	1	3
Nitrógeno amoniacal (como N <sup>-</sup> )	0.5					
pH	6.5-8.5		6.5-8.5	5-7		[5]
Plaguicidas						
Aldrin y Dieldrin (separados o combinados)	0.00003		[8]	[8]	[8]	0.00003
Clordano (total de isómeros)	0.0002		0.002	0.002	0.002	0.0002
DDT (total de isómeros)[9]	0.001					0.001



3.5. CUADRO COMPARATIVO

Característica	NOM 127	NOM 201	EPA	IBWA	FDA	OMS
Gamma HCH (lindano)	0.002		0.0002	0.0002	0.0002	0.002
Hexaclorobenceno	0.001		0.001	0.001	0.001	[3]
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.00003		[10]	[10]	[10]	[3]
Metoxicloro[11]	0.02		0.04	0.04	0.04	0.02
2,4 D[12]	0.03		0.07	0.07	0.07	0.03
Plata		0.1	0.1[4]	0.025	0.1	[13]
Plomo	0.01	0.01	0.015	0.005	0.005	0.01
Selenio		0.01	0.05	0.01	0.05	0.04
Sodio	200		[14]			[5]
Sólidos disueltos totales	1000		500[4]	500	500	[5]
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	400		250[4]	250		[3]
Sustancias activas al azul de metileno	0.5	0.5				
Trihalometanos totales	0.2	0.1	0.08	0.01	0.08	[15]
Yodo residual libre	0.2-0.5					[16]
Zinc	5		5	5	5	[5]

Característica	NOM 127	NOM 201	EPA	IBWA	FDA	OMS
----------------	---------	---------	-----	------	-----	-----

Cuadro 3.4: [1] Se sugiere un valor de 0.9mg/l, pero ésta entra en conflicto con la concentración práctica de coagulante a base de plata, por lo que el valor es sólo tentativo [2] De acuerdo a la modificación de la norma, el contenido de arsénico debía ajustarse hasta su valor actual en 2005. [3] Su ocurrencia en el agua está muy por debajo de una concentración que signifique un riesgo para la salud. [4] Productos incluidos en las regulaciones secundarias de la EPA, no tienen efecto legal. [5] No es un problema de salud en los niveles encontrados en el agua potable.[6] Pentaclorofenol. [7] Las concentraciones de fluor permitidas varían dependiendo de la temperatura ambiente. Para agua importada a la que no se le ha agregado fluor, el máximo permitido de fluor es de 1.4mg/l. Para agua embotellada en E.E.U.U a la que se le ha agregado fluor, su concentración máxima no debe exceder los 0.8mg/l (también aplica para agua importada con fluor agregado). [8] El Adrin y el Dieldrin no se encuentran en las regulaciones de EPA, FDA e IBWA, sin embargo ambos pesticidas (que fueron ampliamente usados en 1970), son un derivado del hexaclorociclopentadieno, cuyo límite permisible para las tres regulaciones es de 0.05mg/l. [9] Dicloro Difetil Tricloretano. [10] 0.0004mg/l para heptacloro y 0.0002 para el epóxido de heptacloro. [11] 1,1,1-tricloro,2,2,bis(p-metoxi-fenil)etano. [12] Ácido 2,4-diclorofenoxiacético. [13] No existe información suficiente para elaborar un valor guía para la salud humana. [14] Se encuentra en la Lista de contaminantes candidatos (LCC). [15] Cloroformo-0.3mg/l, Bromoformo-0.1mg/l, Dibromoclorometano-0.1mg/l, Bromodichlorometano-0.06mg/l. [16] La información disponible es inadecuada para permitir la elaboración de un valor base en función de sus efectos en la salud, además, la exposición prolongada al yodo como desinfectante de agua potable es poco potable.

3.5. CUADRO COMPARATIVO

Límites permisibles de características radiactivas (Becquerel/l).

Característica	NOM 127	NOM 201	EPA	IBWA	FDA	OMS
Uranio			0.03	0.03	0.03	0.03
Radiactividad $\alpha$	0.1	0.56	0.55	0.55	0.55	
Radiactividad $\beta$	1	1.85	1.85	1.85	1.85	
Radiactividad global						
Radio 226			0.185			0.1
Radio 228			0.185			0.1
Foto-emisores $\beta$			4[1]			

Cuadro 3.5: [1] milirems/año.

La conclusión que estos cuadros comparativos arrojan resulta algo decepcionante para las embotelladoras, pero después de una cuidadosa revisión puede observarse que no hay un reglamento que sea marcadamente más estricto que otro. Aparentemente el Código Modelo de la IBWA es el que tiene los valores más bajos de límites permisibles para el ancho de los parámetros, sin embargo, estos límites muy estrictos los comparte en ocasiones con la OMS y otras con la Norma 127 de la Secretaría de Salud.

No es posible declarar a un ganador porque cada reglamento tiene uno o dos parámetros para los cuales se vuelve el más estricto, mientras que para todos los demás los límites permisibles son muy semejantes. A este análisis podría agregarse el de la periodicidad de las revisiones a la calidad de la fuente, sin embargo se ha decidido no hacerlo debido a la naturaleza extremadamente diferente entre una fuente superficial, subterránea, de deshielo, de agua pluvial, etc (para el lector curioso, los controles que la IBWA estipula para la fuente son anuales, y hasta de cuatro años para radioisótopos; mientras que en el Sistema Cutzamala se realizan controles de parámetros básicos de la Norma 127 cada hora).

### **Resumen del capítulo 3**

En el presente capítulo se estudiaron las regulaciones de calidad de diferentes organismos internacionales al respecto de la calidad del agua potable, así como la postura de estos (de existir) al respecto del agua embotellada. Los siguientes son los puntos más relevantes del capítulo:

- Diferencia entre estándar y lineamiento: Un estándar es un documento que regula la calidad del agua y tiene un peso legal para ser aplicado, mientras que un lineamiento está constituido por una serie de parámetros con bases científicas que se propone a los organismos de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad del producto final.
- La Organización de las Naciones Unidas (ONU) tiene un organismo interasociaciones llamado UN-Water que se encarga de analizar lo referente asuntos hídricos mundiales, sin embargo no tiene una opinión

a propósito del agua embotellada ni una reglamentación sobre calidad del agua.

- La Organización Mundial de la Salud (OMS) tiene un lineamiento muy completo llamado “Pautas de calidad de agua potable” El documento tiene listas de límites permisibles para diferentes contaminantes. Además de datos técnicos sobre éstos, las Pautas también tienen recomendaciones sobre el manejo de sistemas municipales de agua potable. La OMS recomienda el uso de agua embotellada en caso de desastres naturales donde la calidad del suministro local esté afectada, y para sectores de la población con alta sensibilidad a ciertos compuestos de posible ocurrencia en el agua municipal.
- La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) recomienda el uso del agua embotellada sólo para personas con sistemas inmunes deprimidos y defiende públicamente la alta calidad del agua municipal.

El principal documento, de peso legal, de calidad del agua potable es el Acta de Agua Potable Segura (SDWA). SDWA se divide en Regulación Primaria y Regulación Secundaria, la primera es de carácter legal y la segunda regula de forma no legal los parámetros estéticos del agua.

Algunos contaminantes no incluidos en la SDWA se incluyen en la lista de contaminantes candidatos (LCC) que se actualiza cada 5 años, y que está abierta a participación pública. Además de la LCC la EPA tiene la publicación llamada “Estándares de agua potable y avisos de salud” que incluye posibles carcinógenos que pudieran presentarse en el agua potable. En su conjunto, estas publicaciones generan un blindaje eficiente para el suministro de agua potable.

- La Administración de Alimentos y Drogas (FDA) de Estados Unidos publica dentro del Código de Regulaciones Federales los límites permisibles de contaminantes y lineamientos sanitarios que el agua embotellada debe de cumplir en su manufactura. El acierto de los lineamientos de la FDA es el etiquetado de las botellas, que es muy estricto y obliga al embotellador a incluir el origen del líquido (incluyendo fuentes municipales).

Los puntos débiles de sus normas radican en que se permite violar todos sus límites permisibles si en la etiqueta se aclara que el producto tiene un compuesto, turbiedad, color, bacterias o radiactividad en demasía, la FDA sólo controla el agua embotellada de comercio interestatal (siendo que entre el 60% y el 70% de este producto en los Estados Unidos es de naturaleza intraestatal), lo que deja a la mayor parte del agua embotellada sin regulación federal. Por último, se estima que sólo una persona trabajando en tiempo parcial se encarga de la actualización y mejora de los controles para el agua embotellada.

- La Asociación Internacional de Agua Embotellada (IBWA). La IBWA es una institución internacional que pretende regular (sin peso legal) a las embotelladoras que se afilien a ella. La IBWA produce un documento conocido como “Código Modelo” de elevada calidad técnica y estándares muy estrictos para la calidad del agua (equivalentes a los de la FDA y más estrictos en algunos aspectos).

Las fallas del código modelo comienzan con su naturaleza “auto-reguladora”, lo que significa que los industriales pueden elegir libremente su afiliación a la IBWA para seguir el código modelo, además del hecho de que no se estipula en el documento que las industrias miembros se vean obligadas a imprimir en las etiquetas de sus productos el logotipo de la IBWA, lo que significa que el consumidor no puede saber si el producto ha sido sometido al Código Modelo o no.

- La Norma NOM-127-SSA1-1994 de la Secretaría de salud mexicana es la que se encarga de la regulación de la calidad del agua de los sistemas municipales. La NOM 127 sigue las recomendaciones de la OMS sobre mantener la simplicidad de los reglamentos e incluir sólo las sustancias químicas sobre las cuales se podrán realmente mantener controles regulares. En este trabajo se ha utilizado la estructura de la norma 127 como base para el cuadro comparativo que se ha mostrado anteriormente, esto debido a su sencilla clasificación de los parámetros que regula.
- La norma mexicana para el agua embotellada es la Norma NOM-201-SSA1-2002. La norma 201 parte del hecho de que toda el agua que va a embotellarse debe de tener, como mínimo, la calidad establecida por la 127.

La redacción de la norma 201 llega a ser confusa y quedar abierta a la interpretación, lo que podría ocasionar su deficiente aplicación. De funcionar con total efectividad, la 201 garantizaría que toda el agua embotellada cumpliera con estrictos controles de calidad, sin embargo empíricamente se sabe que el agua embotellada de la ciudad de México (provista por pequeñas embotelladoras) es de mala calidad (Cerna, 2015).

## Capítulo 4

# Identificación de impactos ambientales

El presente capítulo es el que da su nombre al trabajo completo, sin embargo no debe pensarse que el resto del texto está sólo para hacer una tesis más voluminosa, sería un error pensar que puede analizarse la parte más técnica sin haber antes revisado el tan complejo entorno en el que esta industria se desarrolla y crece. Los impactos ambientales del agua embotellada son sólo una parte del panorama completo, y con suerte el lector tendrá ya una amplia imagen de este.

A lo largo del texto también se pueden encontrar las secciones llamadas “*Resumen del capítulo*”, donde se condensa la información más relevante expuesta en el trabajo. Su lectura también puede ayudar a formar una idea general del contenido total del texto.

### 4.1. Marco conceptual

Al entrar en este capítulo es necesario definir algunos conceptos para, de esta manera, evitar ambigüedades. Los nuevos conceptos y criterios de análisis son parte de un marco teórico que es necesario definir claramente para establecer los parámetros dentro de los cuales se identificarán los impactos ambientales. El autor evitará dentro de lo posible que estas definiciones se vuelvan tediosas.



La primera de ellas es la de medio ambiente. Este término es usado en diversos contextos y puede, en cada uno de ellos, adquirir un matiz diferente. Para evitar esto trataremos al medio ambiente como:

“El medio ambiente consiste en el conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas y sociales que rodean a las personas ofreciéndoles un conjunto de posibilidades para hacer su vida... es, en pocas palabras, el entorno vital del hombre en un régimen de armonía, que aúna lo útil y lo grato. En una descomposición factorial analítica comprende una serie de elementos o agentes geológicos, climáticos, químicos, biológicos y sociales que rodean a los seres vivos y actúan sobre ellos para bien o para mal, condicionando su existencia, su identidad, su desarrollo y más de una vez su extinción, desaparición o consunción. El ambiente por otra parte, es un concepto esencialmente antropocéntrico y relativo. No hay, ni puede haber una idea abstracta, intemporal y utópica del medio, fuera del tiempo y el espacio. Es siempre una concepción concreta, pertenece al hoy y operante aquí...” (Garmendia et al, 2005).

La única manera de valorar el medio ambiente es desde un punto de vista humano, por la naturaleza antropocéntrica del término, un ambiente que no sea capaz de solucionar o solventar las necesidades del ser humano no puede tener una valoración positiva.

La calidad del medio ambiente puede definirse si se trata a este como un ser vivo, esto se conoce como enfoque de la salud ambiental. Un ambiente (urbano o natural) se encontrará sano si es capaz de cumplir sus funciones vitales tanto en condiciones normales como cuando es perturbado y mantenga su capacidad de autorregulación. La relación del ser humano y el medio ambiente natural es muy estrecha, podría pensarse, de la definición de medio ambiente, que se utilizan fríamente los recursos naturales (en cierto grado quizá sea así), pero un ambiente saludable, vivo, con una biodiversidad alta y un ecosistema saludable le será más útil al hombre que uno que haya sido afectado gravemente por la actividad humana o natural.

La evaluación del ambiente está sujeta a percepciones subjetivas. La valoración del impacto ambiental, por ser un concepto creado por el hombre, depende de lo que la persona que analiza y define los impactos considere deseable o no. En general existen tres maneras de analizar el impacto ambiental:

- *La salud ambiental*
- *La salud de las personas*
- *La integridad de los ecosistemas*

El autor considera que es muy importante encontrar el balance entre las tres formas de análisis: dar demasiado peso al factor humano resulta en ecocidios terribles como el de Tajamar en Cancún, ocurrido con aval de las autoridades en enero de 2016 (Enciso, 2016), por otro lado, dar demasiado peso a la integridad de los ecosistemas... bueno, eso en realidad no ocurre, pero darles su merecida importancia asegura que las generaciones futuras tengan las mismas oportunidades que las nuestras.

Un recurso natural toma valor (económico o no) para el ser humano sólo cuando comienza a escasear. Muchos recursos que son útiles para el hombre no se valoran ni tienen un precio asignado debido a su abundancia. El agua, como se ha establecido, es probablemente el recurso más importante con el que cuenta la humanidad, y su abasto para la población mundial está en jaque actualmente, con proyecciones poco optimistas para años venideros.

#### **4.1.1. Escala de estudio**

Para realizar la identificación de los impactos ambientales del agua embotellada es necesario establecer sus límites espaciales y temporales. En el caso de este trabajo los límites geográficos no son de sencilla observación. Siendo los mercados más importantes para el agua embotellada a nivel mundial los de México y China, podría pensarse que limitar el estudio a nuestro país sería representativo (es necesario un futuro análisis ingenieril del caso mexicano más a detalle; en el presente trabajo se ha dado el panorama mundial con incapié en nuestro país), sin embargo de esta manera se estaría pasando por alto que en países (y regiones) de alto desarrollo económico y social se cuenta con un mercado ya desarrollado del agua embotellada, uno que podría ser considerado más maduro, un modelo que podría dar indicios del posible futuro de los mercados en países desarrollados.

A lo anterior se suma el subrayado caracter internacional del agua embotellada. Las conocidas como *Aguas de lujo* (Fiji, Evian, Voss, etc.) generalmente se importan a los rincones más recónditos del mundo desde un puñado de países.

Finalmente, los procesos industriales asociados a la producción del agua embotellada son mayormente similares, variando la fuente de la que se toma el agua (acuíferos subterráneos, agua superficial, deshielo, etc.) y las tecnologías en las líneas de producción y elaboración de los contenedores plásticos. Por estas razones, la identificación de los impactos ambientales aquí presentada será de naturaleza global, lo que por ningún motivo exime de realizar ajustes a lo aquí expuesto, de acuerdo a las particularidades y necesidades regionales que una zona en concreto pudiera presentar.

En cuanto a los límites temporales del análisis, no se cuenta con información concreta más allá del año 2020, sin embargo, a la luz de las proyecciones de crecimiento positivas de todas las grandes embotelladoras a nivel mundial este valor podría extrapolarse años, incluso décadas más allá del 2020, esto considerando que los avances en la tecnología de los materiales utilizados en la fabricación de las botellas y en el grado de reciclaje del producto no cambien de forma importante (no existe actualmente evidencia empírica suficiente que soporte la idea de dicho cambio en el futuro próximo).

#### **4.1.2. criterios para la evaluación de impacto ambiental**

El impacto ambiental está definido como la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana. Al estudiar el impacto ambiental de una actividad, debe de probarse que dichos impactos estén relacionados directa o indirectamente con la misma. Garmendia (2005) considera que para hablar de un impacto ambiental este debe de ser cuantificable. A la descripción de un cambio en el ambiente se le llamará efecto ambiental, sin embargo, al clasificar a un efecto ambiental como positivo o negativo se le está dando una valoración, que lo hace elevarse al rango de impacto. Debido a la falta de información en la materia, algunos de los impactos que se

identificarán serán valorados como positivos o negativos solamente.

En el análisis de los impactos ambientales del agua embotellada existen distintos entes participantes: por un lado están las embotelladoras, así como los supermercados, tiendas y vendedores que obtienen un beneficio por la venta del producto, y por el otro; la población que lo consume y el entorno natural en el que las embotelladoras realizan su actividad. En cada uno de estos niveles los impactos ambientales son muy diferentes. Mientras que para las embotelladoras la extracción de agua del subsuelo resulta ser un negocio redondo con ganancias estratosféricas, para las comunidades colindantes este impacto puede verse reflejado como el agotamiento de los recursos hídricos del lugar. Los primeros impactos mencionados no se estudiarán en este trabajo (existe abundante bibliografía sobre los beneficios económicos que traen consigo la apertura de una embotelladora de agua potable), que se dedicará al análisis de los segundos, los que afectan a la mayoría y al ambiente.

Para la evaluación de impacto ambiental se dice que uno de los primeros factores que se analizan para cualquier proyecto o actividad humana es el económico: una actividad se considera rentable si los beneficios superan los costos de la misma. En el caso del agua embotellada los beneficios para las embotelladoras han sido sustanciales en las últimas décadas (para un pequeño sector de la población), sin embargo entran en conflicto con factores sociales, económicos y ecológicos, que a pesar de no generar una remuneración financiera son tan trascendentes como lo es el abastecimiento de agua potable a la población mundial.

Para el estudio de estos factores que no tienen un valor monetario, el análisis del impacto ambiental recurre a criterios de valoración llamados principios éticos.

### **4.1.3. Criterios de valoración**

Existen dos grupos de principios éticos desde los cuales realizar un análisis de impacto ambiental:

- PRINCIPIOS ÉTICOS SOCIALES (DE DIGNIDAD). Rigen las relaciones

entre seres humanos para que puedan vivir con dignidad.

- **PRINCIPIOS ÉTICOS AMBIENTALES.** Rigen las relaciones entre el ser humano y el medio ambiente que lo rodea.

Un análisis breve de los criterios que cada principio ético establece, ya aterrizados a la temática del agua embotellada, se presenta a continuación.

### **Para los principios éticos sociales**

- **Principio de equidad**

El principio de equidad establece que los costos y beneficios de una actividad deberían recaer de forma equitativa en la sociedad que la realiza.

En el caso del agua embotellada se tiene a una industria que está en manos de un puñado de personas para las cuales la actividad se traduce en cuantiosas ganancias monetarias, mientras que para el resto de la población se trata de un producto más. Llevando el análisis de manera más profunda se observa que, al no estar la industria del agua embotellada obligada a dar seguimiento al ciclo de vida de sus productos, somos todos los ciudadanos (a través de nuestros impuestos) los que pagamos la recolección de los desechos que esta genera. Una empresa se beneficia y la sociedad debe de solventar los gastos que corresponden a una de las partes del ciclo de vida de uno de los productos que esta empresa produce. El sistema no es equitativo.

- **Principio de responsabilidad**

Quien contamina es responsable de remediar los daños, este es el lema básico de este principio. La sociedad en su conjunto es la que está pagando la recolección de millones de toneladas de PET que producen las embotelladoras, mientras que el medio ambiente recibe la carga tóxica que el plástico sin una disposición final responsable genera.

- **Principio de prevención y principio de cautela**

Se refieren, como su nombre lo indica, a la toma de decisiones previas a que se produzca un impacto ambiental negativo.

Un análisis de impacto ambiental cumple con este principio, que dicta la necesidad de tener preparado un plan de contingencia en caso de que la actividad produzca impactos. Lo mejor será siempre prever todos los posibles escenarios antes de que estos ocurran, de esta forma no es necesario recurrir a la remediación.

El promotor de la actividad en cuestión (las embotelladoras en este caso) deben de probar que su industria no afectará el medio ambiente. La industria del agua embotellada gasta millones para convencer a la población de que su actuar no daña más que mínimamente, sin embargo a lo largo de este trabajo se ha podido comprobar que esto no es del todo cierto. Las embotelladoras deberían darse a la labor de entregar al público muestras irrefutables de la inocuidad de su mercado y, como se vio en el capítulo 2, su producción documental es sumamente pobre y su discurso repetitivo.

■ **Principios de información y participación pública**

Sin duda un análisis personal sobre cualquier problemática que genere un impacto ambiental tendrá un cierto grado de subjetividad, es natural que se genere una postura en el análisis (que se espera que no tenga un impacto sustancial en el documento final). Un ejercicio enriquecedor para lograr mejores resultados es el de consultar con la población por la actividad en cuestión.

Escuchar las diferentes opiniones permite tener un mejor conocimiento del entorno en que se desarrolla el proyecto o actividad y genera confianza en la sociedad. Este principio se encuentra de cara con el ermetismo de las embotelladoras, que sólo dan a conocer parcialmente la información sobre sus actividades. Podría pensarse que las campañas publicitarias sobre la sustentabilidad que esgriman las compañías embotelladoras responden al principio de información, y que sus servicios de atención al cliente lo hace al de participación pública, pero el autor se atreve a llamar a este pensar ingenuo, esto a la luz de las decenas de artículos técnicos (abalados por universidades e instituciones dedicadas a la investigación) disponibles para todo público sobre el mercado del agua embotellada y la ausencia total de material de calidad técnica

producida por las embotelladoras.

### Para los principios éticos ambientales

#### ■ la conservación de la biodiversidad

De forma meramente utilitaria es indeseable la pérdida de cualquier especie animal o vegetal, debido a que esta podría ser de utilidad en el futuro. La desaparición de la biodiversidad puede afectar más allá de la especie o especies perdidas, podría significar la desaparición de una forma de organización humana que de ella dependa que se pierde junto con la cultura que tenía acumulada y las técnicas para adaptarse a un medio en concreto.

En el caso del presente trabajo sus alcances no llegan a demostrar que la industria del agua embotellada está mermando directamente la biodiversidad del planeta, sin embargo, si se trata a la industria del agua embotellada como a otra más, entonces sí puede decirse que ocupa gran cantidad de petróleo para la fabricación de botellas plásticas que utiliza. A lo largo de la cadena de producción y transporte de las botellas se liberan importantes sumas de gases de efecto invernadero que contribuyen con el calentamiento global. Los anteriores son hechos irrefutables y un efecto del calentamiento global es el aumento de la temperatura del planeta, que ocasiona la muerte de especies altamente especializadas que no logran adaptarse a las nuevas temperaturas, así como la pérdida de hábitats en regiones polares, donde el derretimiento del hielo deja a la deriva a incontables especies, por no mencionar que también provoca la elevación del nivel del mar. Irónicamente, y como se vio en el capítulo 1, son las ciudades costeras las más poderosas actualmente, así como las más vulnerables a este fenómeno (del que es contribuyente la industria del agua embotellada).

#### ■ El desarrollo sostenible

Se define como el que satisface las necesidades de las poblaciones actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. El desarrollo sostenible tiene tres elementos: *sostenibilidad económica, sostenibilidad social y sostenibilidad ambiental*.

##### ● SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA

Los análisis económicos en sí mismos son los más fáciles de reali-

zar, las técnicas para realizar estudios de costos-beneficios están bastante perfeccionadas, sin embargo para un estudio de impacto ambiental un análisis como ese no es suficiente. En un análisis de impacto lo que se debe plantear no es cuánto cuesta realizar el proyecto, sino, cuánto cuesta remediar el daño en el caso de que un proyecto provoque un impacto ambiental (que incluye la población humana y las relaciones sociales). La sostenibilidad económica de un proyecto implica que este funcione sin pérdidas económicas ya incluidas las medidas de mitigación de sus impactos ambientales.

- SOSTENIBILIDAD SOCIAL

Este es el problema más difícil de analizar (al menos en un estudio de impacto ambiental), la sostenibilidad social intenta determinar si la actividad es justa en la sociedad; si no se está beneficiando una persona a costa de afectar a otras, si los perjuicios de la actividad están debidamente compensados, etc. A nivel global la sostenibilidad social se torna aún más compleja, siendo necesario un análisis de dónde provienen las materias primas y a dónde van a parar los desechos de la actividad y si esto afecta a poblaciones de otros lugares.

Por su naturaleza este trabajo se acerca muy poco al enfoque de la sostenibilidad social, sin embargo existen otros que el autor recomienda al lector que se interese en el tema. Las referencias bibliográficas [8], [10], [13], [25], y [55] tratan de forma frontal el tema del agua embotellada desde enfoques humanistas semejantes (incluso más amplios) al de la sostenibilidad social.

- SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Es la columna vertebral de un análisis de impacto ambiental debido a su objetividad científica. se integra de diferentes factores que se verán a continuación.

#### 4.1.4. Análisis de sostenibilidad ambiental

Técnicamente no es muy común hacer un análisis de impacto ambiental a un proyecto o actividad que ya ha iniciado sus funciones.

Un análisis o evaluación de impacto ambiental (EIA) es considerado una



herramienta de gestión para la protección del medio ambiente, cuyo objetivo consiste en establecer un método de estudio y diagnóstico con el fin de identificar, predecir, interpretar y comunicar el impacto de una acción sobre el funcionamiento del medio ambiente (Dellavedova, 2011). La EIA puede hacerse sólo sobre la base de un proyecto establecido, por lo que de otras metodologías se echará mano para analizar el impacto ambiental del agua embotellada.

A diferencia de una evaluación de impacto ambiental, desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental se hace necesario un análisis de los flujos de materias primas y energía que se producen en cada actividad, valorar si estas provienen de recursos renovables o no renovables y establecer los índices o indicadores de sostenibilidad de estos recursos (Garmendia, 2005). Así mismo puede evaluarse la sostenibilidad de la dispersión en el medio de residuos, vertidos y emisiones que produzca la actividad.

Un proceso tipo puede desmenuzarse en los recursos o insumos que utiliza, la ocupación de un espacio y la fabricación de un producto, de los desechos (sólidos, líquidos o gaseosos) que tengan su origen en el proceso, así como los que trae consigo el consumo del productos mismo, como pueden ser contenedores, envases y etiquetas (ver figura 4.1).



Figura 4.1: *Esquema de un proceso productivo (Fuente: Garmendia, 2005).*

Antes de comenzar la identificación de los impactos ambientales del agua embotellada es necesario delimitar los procesos que están involucrados en su

elaboración.

La figura 4.2 sitúa al agua embotellada en el contexto del abastecimiento del agua para consumo humano (véase sección 2.2.2). En la figura podemos ver las interacciones que tiene una planta embotelladora tipo con la red de distribución municipal (Pacheco-Vega utiliza la frase “consumo en el hogar” aunque más precisamente debería utilizarse “uso en el hogar”). Como se ha evaluado a través del texto, la calidad del agua potable en nuestro país se pone mayormente en duda, por lo que se ha añadido el recuadro “*ebullición*”.

Para el diagrama se considera a una embotelladora que trabaja en paralelo de los servicios municipales con una concesión propia sobre los derechos de extracción de aguas superficiales o subterráneas (las más comunes).

De lo general a lo particular, teniendo en cuenta que el diagrama 4.2 ilustra la interacción de una embotelladora típica con concesión propia de una fuente de explotación de agua, obsérvese ahora (ver figura 4.3) un diagrama detallado de los procesos utilizados por la industria del agua embotellada: desde la explotación de la materia prima, pasando por los procesos internos de la embotelladora, luego el transporte involucrado en llevar el producto terminado hasta el consumidor, y finalmente la disposición (adecuada o inadecuada) del producto hasta su posible reciclaje y reinserción al ciclo.

Se ha tratado de presentar la secuencia de embotellado, consumo y disposición del producto en su manera más general. Las técnicas y tecnologías utilizadas por la industria para lograr cada uno de los procesos incluidos en el diagrama pueden variar de una planta embotelladora a otra, sin embargo serán, globalmente, equivalentes. El proceso de producción del PET de primer uso se tomó con base de la información presentada por Franklin Associates (2007), el proceso de reciclaje presentado se tomó del artículo de Suberza (2012) y fue creado por el ingeniero Carlos Gutiérrez, la planta de embotellado está inspirada en una planta paquete de Topling Machinery (Toplingfiller.com, 2016) y los procesos de gestión de los residuos sólidos municipales están basados en la información técnica del curso de construcción y operación de rellenos sanitarios manuales de la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2007), una oficina regional de la OMS.

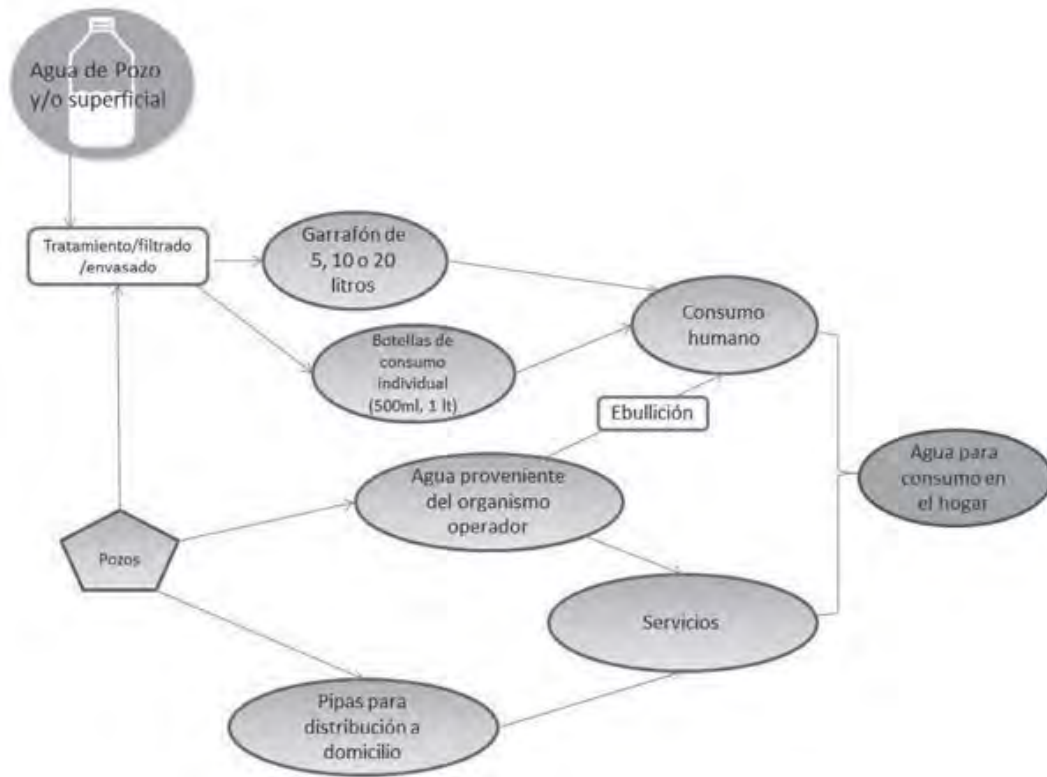


Figura 4.2: Esquema general del abastecimiento de agua potable, tomado de Pacheco-Vega (2015).

El autor ha agregado a estos procesos, el transporte nacional e internacional de las botellas, así como los posibles destinos de las mismas en el caso su disposición inadecuada. Como puede verse en el diagrama existen dos bucles diferentes en el sistema, el primero se da al rellenar las botellas por el usuario, y el segundo en el proceso del reciclaje del PET, que regresa a ser una botella preformada<sup>1</sup>. Puede observarse en el diagrama la presencia de dos bucles que unen procesos de reuso de botellas: el rellenado y el reciclaje. Más adelante se revisarán ambos.

<sup>1</sup>Una botella preformada consiste en la cuerda plástica a la que se une la tapa y una corta sección del cuello de la botella unida a una pequeña esfera de plástico. Una máquina sopladora se encarga de extender esta esfera y moldear la botella.

## 4.2. Árbol de acciones

Antes de proceder al árbol de acciones obsérvese que la mayoría de las metodologías que se presentan en esta sección están diseñadas para aplicarse sobre un anteproyecto dado o sobre un proyecto ya realizado (en su mayoría constructivos). Esto adquiere importancia al considerar que no se tratará con “una embotelladora” -en cuyo caso la aplicación de las mencionadas metodologías de análisis no requerirían ajuste alguno- sino de “El agua embotellada” como un todo, lo que presenta diferentes dificultades, como el hecho de que es imposible determinar el área de suelo que las embotelladoras utilizan alrededor del mundo (Existen plantas de embotellado tan grandes como estadios, y otras más pequeñas que operan en casas habitación). Por consideraciones como esta, el autor se ha visto en la necesidad de adaptar algunos de las fases, labores y acciones del proyecto, así como factores y elementos ambientales, de tal manera que, respetando la esencia de los métodos de análisis que se presentarán, pueda incluirse el estudio de una industria global en operación dentro de estos.

Se han descrito en la figura 4.3 todas las actividades que involucra el proceso de embotellado de agua y la posterior de desechos. En un estudio convencional de impacto ambiental (entiéndase por convencional a aquel que se realiza sobre un anteproyecto, un proyecto en marcha o sus posibles alternativas) el paso siguiente es la identificación de las acciones que pueden generar impactos.

Para encontrar estas acciones se seguirán los siguientes criterios: las acciones deben de generar un impacto ambiental, ya sea positivo o negativo; sólo son de interés aquellas acciones que puedan generar un impacto ambiental directo y sean sencillas de identificar, además de concretas. Las acciones también deben de ser independientes (una acción provoca un efecto). Esta independencia no implica que dos acciones no puedan causar el mismo efecto, en cuyo caso habrá un efecto sinérgico que incrementará el impacto.

Los árboles de acciones se jerarquizan en tres niveles: fases, labores y accio-

nes. Generalmente las fases se refieren etapas cronológicamente subsecuentes de un proceso constructivo, sin embargo, y como se ha mencionado, el agua embotellada se mueve, no en un proceso; sino en un ciclo dinámico, al que se ha elegido dividir de la siguiente forma:

- **PRODUCCIÓN DE PET**  
Incluye a todos los procesos de producción del tereftalato de polietileno (PET), ya sea que se obtenga a partir del dimetil tereftalato o del ácido tereftálico purificado.
- **CAPTACIÓN DE AGUA**  
Comprende todos los procesos relacionados a la extracción o captación de agua desde cualquiera de las posibles fuentes: superficiales, subterráneas o de origen municipal. En este último caso deben de considerarse los procesos que se han llevado a cabo en las plantas de potabilización municipales.
- **EMBOTELLADO**  
Comprende cada uno de los procesos que se llevan a cabo al interior de la planta embotelladora.
- **TRANSPORTE**  
Incluye todos los aspectos relacionados al tráfico de la mercancía terminada, ya sea nacional e internacional.
- **VENTA Y CONSUMO**  
Engloba los procesos que tienen lugar desde la llegada de la mercancía al lugar de venta, pasando por el posible almacenamiento y transporte privado que le da el consumidor a la botella. Termina en el momento en el que el consumidor realiza la disposición de la botella.
- **DISPOSICIÓN DE RESIDUOS**  
Para este apartado se considerará que todas las botellas y garrafones son desechadas sin conservar residuos en su interior. La fase de disposición incluirá a los procesos inherentes a la gestión de residuos sólidos municipales, así como aquellos asociados a la disposición no controlada de los mismos (tiraderos a cielo abierto, la vía pública, cuerpos de agua y biomas terrestres).

■ RECICLAJE DE PET

Esta fase abarca los procesos que van desde la preselección del material hasta el su ingreso a la planta de elaboración de botellas preformadas.

En la tabla 4.1 puede observarse el árbol de acciones.

Cuadro 4.1: Árbol de acciones

Fase	Labor	Acción
Producción de PET	A partir de gas natural	Perforación de pozos de exploración. Perforación de pozos de extracción. Emisión de gases de efecto invernadero. Ocupación de suelo. Contrucción de plataformas de perforación. Emisión de ruido. Tráfico de pipas de gas natural. Mantenimiento de equipo.
	A partir del petróleo crudo	Perforación de pozos de exploración. Peroración de pozos de extracción. Emisión de gases de efecto invernadero. Ocupación de suelo.  Tráfico de buques tanque. Emisión de ruido. Tendido de cables al fondo oceánico. Construcción de oleoductos.
Captación de agua		Perforación de pozos de exploración. Perforación de pozos de extracción.

CAPÍTULO 4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 118

Fase	Labor	Acción
	Perforación de pozos	<p>Construcción de casetas y obras superficiales.</p> <p>Ocupación de suelo.</p> <p>Alto consumo de energía eléctrica.</p> <p>Consumo de agua.</p> <p>Emisión de gases de efecto invernadero.</p>
	Obras de captación superficial	<p>Construcción de torres de captación.</p> <p>Construcción de estaciones de bombeo flotantes.</p> <p>Construcción de canales de derivación.</p> <p>Construcción de presas derivadoras.</p> <p>Ocupación de suelo.</p> <p>Consumo de agua.</p> <p>Emisión de gases de efecto invernadero.</p>
	Fuentes municipales	<p>Construcción de obras de captación de agua superficial.</p> <p>Construcción de pozos de extracción.</p> <p>Construcción de plantas de potabilización.</p> <p>Construcción de plantas de rebombeo.</p> <p>Movimiento de camiones transportadores de reactivos.</p> <p>Alto consumo de energía eléctrica.</p> <p>Ocupación de suelo.</p> <p>Consumo de agua.</p> <p>Emisión de gases de efecto invernadero.</p>
Embotellado	Embotellado de agua	Ocupación de suelo.

CAPÍTULO 4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 119

Fase	Labor	Acción
		<p>Construcción de la infraestructura necesaria.</p> <p>Emisión de ruido.</p> <p>Consumo de energía eléctrica.</p> <p>Mantenimiento de equipo.</p> <p>Movimiento de camiones de carga.</p> <p>Alto consumo de plástico (Bottellas, etiquetas, paquetes, etc.).</p> <p>Emisión de gases de efecto invernadero.</p> <p>Consumo de agua.</p>
Transporte	Transporte nacional	<p>Construcción de caminos.</p> <p>Construcción de vías férreas.</p> <p>Tráfico ferroviario.</p> <p>Tráfico de vehículos pesados.</p> <p>Emisión de ruido.</p> <p>Mantenimiento de caminos.</p> <p>Gran ocupación de suelo.</p> <p>Emisión de gases de efecto invernadero.</p>
	Transporte internacional	<p>Tráfico marítimo.</p> <p>Tráfico aéreo.</p> <p>Construcción de puertos.</p> <p>Construcción de aeropuertos.</p> <p>Ocupación de suelo.</p> <p>Emisión de ruido.</p> <p>Emisión de gases de efecto invernadero.</p>
Venta y consumo	Lugar de venta	<p>Almacenamiento de mercancía.</p> <p>Uso de energía eléctrica.</p> <p>Ocupación de suelo.</p> <p>Consumo de materiales (publicidad y ventas).</p> <p>Emisión de ruido.</p>



CAPÍTULO 4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 120

Fase	Labor	Acción
		Emisión de gases de efecto invernadero.
	Consumidor	Uso de energía. Producción de desechos sólidos. Tráfico de vehículos particulares. Emisión de gases de efecto invernadero.
Disposición de residuos	Disposición controlada	Tráfico de camiones de limpia.  Emisión de polvo. Emisión de ruido. Emisión de gases de efecto invernadero. Emisión de malos olores. Ocupación de suelo. Almacenamiento en planta de transferencia. Tráfico de vehículos pesados. Pepena informal.
	Disposición no controlada	Alteración en el paisaje. Acumulación de botellas plásticas en cuerpos de agua. Acumulación de botellas plásticas en biomas terrestres. Ingesta accidental de botellas (Animales salvajes). Generación de vectores (Fauna Nociva). Taponamiento de drenajes. Pepena informal. Ocupación de suelo.
Reciclaje del PET		Consumo de agua. Consumo de energía eléctrica. Ocupación de suelo. Emisión de ruido.

CAPÍTULO 4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 121

Fase	Labor	Acción
		Almacenamiento de material. Mantenimiento de equipo. Tráfico de camiones de carga. Emisión de gases de efecto invernadero.

Puede observarse que son muchos los procesos involucrados en la producción de agua embotellada, se trata de un producto que interactúa con muchos otros y necesita gran cantidad de transporte para llegar desde el punto de producción hasta el usuario final. Se ha considerado que en muchas de las acciones del proyecto se utiliza gran cantidad de agua (entiéndase por gran cantidad a aquella que supera el uso doméstico común). Se ha anexado a muchos de los procesos del agua embotellada la acción “*Emisión de gases de efecto invernadero*”, esto se debe a que todos ellos involucran el movimiento de vehículos que funcionan con base en la quema de combustibles fósiles, así como en el consumo de energía eléctrica, esto último debido a que, a nivel mundial, la producción de energía eléctrica se hace mayormente a partir de la quema de combustibles (ver tabla 4.2).

Cuadro 4.2: Principales fuentes de energía eléctrica a nivel mundial.

Fuente	Uso (%)
Carbón	39
Gas	22
Hidroeléctrica	17
Nuclear	11
Petróleo	5
Otros	7

Fuente: The shift project. Data portal (2016)

### 4.3. Árbol de factores ambientales

Habiendo desmenuzado en su totalidad a la industria del agua embotellada (ver figura 4.3), es necesario ordenar sus procesos de forma sistémica en tablas o gráficas que faciliten la identificación de las posibles afectaciones. Para esto el autor ha elegido, por su sencillez, desarrollar un árbol de factores ambientales.

Se conoce como factor ambiental a aquellas características, procesos o componentes que definen al ambiente y que son medibles (Garmendia, 2005). En el árbol de factores sólo debe de incluirse a aquellos que son relevantes para el caso de estudio (aquellos para los que puede demostrarse que existe una afectación directa) y que son independientes entre sí (no pueden incluirse factores redundantes).

La forma en la que se presenta el árbol es por niveles. A continuación se presenta brevemente la división de estos niveles (*Ídem*).

1. Sistemas
  - a) Sistema biofísico.
  - b) Sistema socio-económico-cultural.
2. Medios
  - a) Sistema biofísico
    - 1) Medio físico.
    - 2) Medio biótico.
    - 3) Medio perceptual.
  - b) Sistema socio-económico cultural
    - 1) Medio socio-cultural.
    - 2) Medio económico.
    - 3) Medio territorial.
    - 4) Medio demográfico.
    - 5) Planeación.
3. Elementos ambientales.

- a) Aire.
- b) Tierra-suelo-
- c) Agua, etc ...

Para elaborar una lista de factores del ambiente que represente fielmente el entorno en el que se desarrolla el proyecto es necesario la consulta con paneles de expertos (Garmendia, 2005), obtener ejemplos de actividades similares y usar diagramas de redes que muestran la afectación ambiental de cada acción del proyecto (Una metodología similar a esta es el cuadro 4.5).

El análisis que aquí se presenta no cuenta con un panel de expertos, además no pudo encontrarse un trabajo existente que analizara al agua embotellada o a otra empresa semejante, por lo que los factores ambientales se tomaron de los inventarios ambientales de las bibliografías [76], [77] y [78]. El cuadro 4.3 muestra los factores ambientales que se consideraron y su naturaleza u origen.

Cuadro 4.3: Árbol de factores ambientales

Sistema	Medio	Elemento	Factor
Biofísico	Físico	Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Temperatura.</li> <li>●Modificación del ciclo del carbono.</li> <li>●Clima mundial.</li> <li>●Calidad de aire.</li> <li>●Microclima.</li> </ul>
		Tierra-suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Recursos minerales.</li> <li>●Contaminación (calidad del suelo).</li> <li>●Erosión.</li> <li>●Geomorfología.</li> <li>●Valores geológicos.</li> <li>●Relieve.</li> </ul>

Sistema	Medio	Elemento	Factor
		Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Recarga de acuíferos.</li> <li>●Escorrentía-Drenaje.</li> <li>●Aguas superficiales.</li> <li>●Acuíferos-aguas subterráneas.</li> <li>●Calidad de agua.</li> <li>●Dinámica litoral.</li> <li>●Disponibilidad.</li> <li>●Aguas marinas.</li> </ul>
	Biótico	Flora	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Diversidad.</li> <li>●Biomasa.</li> <li>●Especies endémicas.</li> <li>●Especies en peligro.</li> <li>●Estabilidad.</li> <li>●Productividad.</li> </ul>
		Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Diversidad.</li> <li>●Punto de paso de especies migratorias.</li> <li>●Biomasa.</li> <li>●Especies endémicas.</li> <li>●Especies en peligro.</li> <li>●Estabilidad del ecosistema.</li> <li>●Cadenas tróficas.</li> </ul>
	Perceptual	Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Visibilidad.</li> <li>●Elementos paisajísticos.</li> </ul>

Sistema	Medio	Elemento	Factor
			<ul style="list-style-type: none"> <li>●vistas panorámicas.</li> </ul>
Socio-económico-cultural	Territorial	Núcleos de población	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Desarrollo urbano.</li> </ul>
		Red viaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Molestias por tráfico.</li> </ul>
		Usos de suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Cambios de uso de suelo.</li> <li>●Suelo de ocio y recreo.</li> </ul>
	Demográfico	Evolución	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Salud y seguridad.</li> <li>●Bienestar.</li> <li>●Educación.</li> </ul>
		Población activa	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Empleo.</li> </ul>
	Socio-cultural	Patrimonio histórico-artístico y rasgos de la población	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Educación.</li> <li>●Valores históricos-artísticos.</li> <li>●Hábitos de consumo.</li> </ul>

#### 4.4. Matriz de impactos

Para empezar este apartado recordemos que se entiende por acción a la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez, 2002). Las acciones pueden residir en cualquier fase del proyecto, o en nuestro caso, en cualquier proceso inherente a la producción y consumo del agua embotellada. Formalizar estas acciones es pertinente antes de elaborar una matriz de impacto, y se ha hecho en los apartados anteriores (árbol de acciones y árbol de factores ambientales).

Como un paréntesis a esta sección cabe mencionar que es necesario para la realización de una evaluación de impacto ambiental contar con el apoyo

de un panel multidisciplinario, que tiene como función enriquecer las listas de acciones y elementos ambientales involucrados en el proyecto. En el caso del presente estudio, resultado de un esfuerzo individual, el autor ha recurrido al uso de listas genéricas de acciones y listas de elementos ambientales de diferentes fuentes con el fin de presentar una matriz lo más cercana posible a la realidad. Se alienta a quien continúe con esta línea de investigación (el siguiente paso lógico es la valoración cuantitativa de los impactos ambientales) a abundar en cada una de las etapas que esta gran industria incluye, el autor se disculpa sinceramente con cualquier especialista de las áreas que en este apartado se mencionan por cualquier omisión o *ligereza* en el manejo de la información de su campo del conocimiento, es por eso tan necesario el panel de expertos.

Las acciones incluídas en la matriz de identificación de impactos deben de ser relevantes para el proyecto, excluyentes e independientes, fácilmente identificables y cuantificables en la medida de lo posible (algunos impactos sociales escapan a las magnitudes físicas).

Recuérdese que se ha definido la escala de estudio física (global) y temporal (próximo par de décadas) para la realización de este estudio. Por la naturaleza de esta escala no es posible determinar el uso exacto de suelo ni la cantidad exacta de vertidos o sólidos dispuestos. Esto, sin embargo, no es impedimento para mencionar que el impacto en dichas áreas existe (aunque en este trabajo no vaya a ser cuantificado).

Cabe mencionar que algunos de los instrumentos para realizar la matriz de impactos son: Cuestionarios generales o específicos, consulta a páneles de expertos, entrevista a profundidad, escenarios comparados, matrices genéricas preexistentes de relación causa-efecto, gráficos genéricos de relación causa-efecto, modelos de flujos genéricos, etc.

El autor ha recurrido a listas genéricas de causas y efectos. La matriz que se presenta aquí está basada en muchas disponibles, tanto en la red como en la bibliografía anexa, sin embargo se han tenido que tomar diferentes elementos útiles de cada una de ellas para llegar al resultado final. Se ha recurrido a matrices ya realizadas para diferentes procesos que son parte de la industria del agua embotellada (creación de embalses, funcionamiento de aeropuertos, entre otros.).

La matriz de impactos es del tipo causa-efecto, consistirá en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestos en filas los factores medioambientales susceptibles de ser impactados (Conesa, 2000).

Para lograr elaborar la matriz de identificación de impactos se ha echado mano de la subdivisión del árbol de acciones. Recuérdese que en este se trataban dos niveles jerarquizados en labor y acción, siendo la primera una de las etapas del proyecto y la segunda una acción específica dentro de cada labor. Siguiendo esta lógica se ha elegido realizar el análisis de impactos en dos niveles diferentes: labores y acciones.

La subdivisión anterior permite hacer una evaluación relativamente sencilla a nivel de labores y elementos impactables del medio ambiente (en este primer acercamiento se han señalado sólo aquellos elementos ambientales más relevantes, o que implican a otros más específicos). En esta matriz se incluye ya un juicio sobre el impacto ambiental, dichos juicios se han clasificado (siguiendo la pauta de la bibliografía utilizada) en compatibles, moderados y severos. Además de estos se han incluido impactos positivos y difíciles de determinar (ver figura 4.4).

La matriz de la figura 4.4 facilita la identificación de los impactos y la asociación con la labor causante de los mismos. Esto resulta muy útil para la emisión de un juicio al respecto de la magnitud de los impactos.

Se ha recurrido a la definición de un impacto de *“difícil determinación”* aplicable a condiciones ambientales y sociales para las cuales resulta intuitivamente sencilla una calificación, pero técnica o moralmente difícil. Los impactos de difícil determinación también se ven afectados por la escala del estudio, como claro ejemplo tenemos al empleo: si analizamos a una comunidad pequeña que se ha beneficiado directamente de los empleos e infraestructura que traen consigo una multinacional, entonces no habrá duda de que el impacto ha sido positivo, pero si miramos con una lente más amplia al sistema tierra, entonces tenemos a 7.3 mil millones de personas y a unos cuantos cientos de miles de beneficiados directa e indirectamente con la industria del agua embotellada, mientras que el resto, como se ha mencionado en este



capítulo, debe lidiar con la recolección de los residuos sólidos a través del pago de impuestos (además de otras consecuencias secundarias muy propias de cada caso de estudio, como la pérdida del patrimonio hídrico, el agotamiento de los recursos hídricos regionales, entre otros.), todos factores que entran en contradicción directa con los principios de equidad, de responsabilidad y la sostenibilidad social (apartado 4.1.3).

La matriz de labores y elementos impactables es visualmente útil, gracias a la cercanía de las labores con la industria del agua embotellada. Sin embargo a continuación se definirá a otra matriz, algo más amplia, de acciones y elementos impactables. Recuérdese que las labores se componen de acciones y estas acciones tienen impactos directos e indirectos sobre el medio ambiente. Pueden apreciarse diferencias con el listado de factores ambientales que se numeró con base a lo que presenta Garmendia (2005), estas se deben a la inclusión de factores (y formato) tomados de Conesa (2000) y Gómez (2003).

Un punto que podría no ser tan favorable al definir la matriz de acciones y efectos es que el lector se aleja un poco de la visualización sencilla de la industria que se analiza, en esta nueva matriz no existe una acción de nombre familiar como “Obtención de agua”, sino una serie de acciones que tienen por fin esa labor como: alteraciones de la corteza terrestre y vegetación, desvío y canalización de cauces, ruido, etc. Para que resulte sencillo seguir el razonamiento de la matriz de acciones se presenta el cuadro 4.5, donde se siguen de manera lógica las acciones que componen cada labor. Puede apreciarse que varias acciones son comunes a diferentes labores y que no hay acciones equivalentes (siguiendo la independencia de acciones del método de matrices de causa y efecto).

Cuadro 4.5: Acciones y su relación con las labores del cuadro 4.4

Acción	Realizada en la labor
Abastecimiento de agua y saneamiento	2, 4, 5, 7, 8 y 9.

Acción	Realizada en la labor
Alteración de la corteza terrestre y vegetación	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 y 9.
Construcción de vías férreas	3.
Desvío y canalización de cauces	1 y 3.
Ruido	1, 2, 3, 6, 7, 8 y 9.
Vertidos	6 y 8.
Explotación de acuíferos	1.
Uso de maquinaria pesada	1, 3, 6, 7, 8 y 9.
Perforaciones profundas	1 y 8.
Excavaciones	1, 3 y 6.
Pavimentación y recubrimiento de la superficie	1, 3, 4, 7, 8 y 9.
Tráfico marítimo	3.
Plantas de tratamiento de materiales	7 y 8.
Marketing	4.
Compra-venta del producto	4 y 5.
Consumo de agua embotellada	5.
Suministro de energía eléctrica	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.
Industria química	1, 7, 8 y 9.
Operación de instalaciones	1, 2, 4, 6, 7, 8 y 9.
Tráfico aéreo	3.
Pepena informal	6.
Tráfico terrestre	2, 3, 4, 5, y 6.
Construcción de aeropuertos	3.
Construcción de puertos	3.
Construcción de vías terrestres	1, 3, 5, y 6.

Hace falta aclarar algunos aspectos de la tabla 4.5 para que la elaboración de la matriz de acciones y efectos sea entendible con facilidad, algunos de estos son:

Cuadro 4.4: Labores asociadas al agua embotellada

- 
- 1) Obtención de agua
  - 2) Embotelladora
  - 3) Transporte nacional e internacional
  - 4) Punto de venta
  - 5) Consumidor
  - 6) Disposición controlada y no controlada
  - 7) Reciclaje de PET
  - 8) Fabricación de PET
  - 9) Fabricación de preformas de PET
- 

- La obtención de agua incluye cualquiera de las fuentes que se utilizan en la industria del agua embotellada (que mayormente son superficiales y subterráneas concesionadas y del suministro de agua municipal). Esta labor además incluye el proceso de potabilización, por lo que se crea una relación con la industria química, que es la que proporciona los reactivos para realizar este proceso.
- El transporte incluye la construcción de la infraestructura necesaria para el tráfico de vehículos de cualquier naturaleza, esto debido a que el agua embotellada tiene presencia en zonas del planeta donde dicha infraestructura aún no ha sido construída o está en constante proceso de ampliación.
- Los consumidores que se consideran pueden ser grandes o chicos, desde las cadenas de supermercados más importantes hasta las tiendas de abarrotes pequeñas y el individuo que consumirá el producto.
- La industria química engloba a la industria petroquímica que extrae y produce los compuestos necesarios para la producción del PET, así como aquella asociada a la producción de las sustancias necesarias para la potabilización del agua.

La tabla 4.5 ha servido para mostrar al lector la lógica que se utilizó para la elaboración de la matriz desarrollada de acciones y efectos. Esta segunda matriz tiene una lista más amplia de elementos ambientales impactables. la lista puede ser ampliada tanto como se desee mientras puedan justificarse los impactos (ya sean directos o indirectos). La matriz de acciones y factores

impactables se presenta en la figura 4.5.

Las matrices de identificación de impactos son herramientas sumamente útiles por su presentación sencilla de interpretar. Los puntos más relevantes y concluyentes de las que aquí se exponen son los siguientes:

- Existe un impacto positivo en la infraestructura y los servicios que se ofrecen al público. Esto tiene su origen en la necesidad implícita de un elaborado sistema de producción, transporte, venta y disposición del agua embotellada.
- El impacto al empleo, como ya se explicó, es de difícil determinación por su dualidad de acuerdo a la escala que se utilice para el estudio.
- Los rasgos culturales de la sociedad se ven afectados por el *estilo de vida manufacturado* que las empresas de agua embotellada inducen en la población consumidora de su producto. Los núcleos poblacionales dejan atrás su estilo de vida para encajar en el estereotipo de éxito que conlleva la adquisición de agua embotellada y se pierden o modifican los valores sociales preexistentes.

Existen numerosos discursos que establecen que este cambio de paradigma es natural en una sociedad inmersa en la globalización así como el progreso que pudiera asociársele. La discusión entre progreso y valores locales está fuera del alcance de este estudio; ergo, se dejará indicado el punto como difícil de determinar.

- Puede observarse que las vistas y los elementos paisajísticos se ven severamente afectados por la industria del agua embotellada (más concretamente por la disposición inadecuada de sus desechos). Esto además de afectar la rentabilidad de espacios naturales para actividades turísticas puede afectar la salud humana, lo anterior lo explica la directora del “Laboratorio de paisaje y salud humana” de la Universidad de Illinois (2011), Frances Kuo, quien ha establecido una relación entre la calidad de la salud humana y la exposición de los individuos a paisajes naturales.
- Mientras que, como se puede observar en las figuras 4.4 y 4.5, existen decenas de labores y acciones dentro de la industria del agua embote-

llada, las embotelladoras sólo muestran una en sus campañas publicitarias, que es la acción de beber el agua y sus consecuentes beneficios a la salud (beneficios que, de no tener ningún nutriente agregado, cualquier otra presentación de agua potable puede dar).

- La necesidad implícita de infraestructura para su distribución, así como su alta producción de desechos, hacen que el agua embotellada tenga un fuerte impacto en los ecosistemas naturales (esto incluye la calidad y diversidad de su flora y fauna).
- Muchos de los procesos asociados al agua embotellada (de manera directa e indirecta) son productores de gases de efecto invernadero, lo que hace a la industria del agua embotellada en su totalidad un contribuyente al calentamiento global.

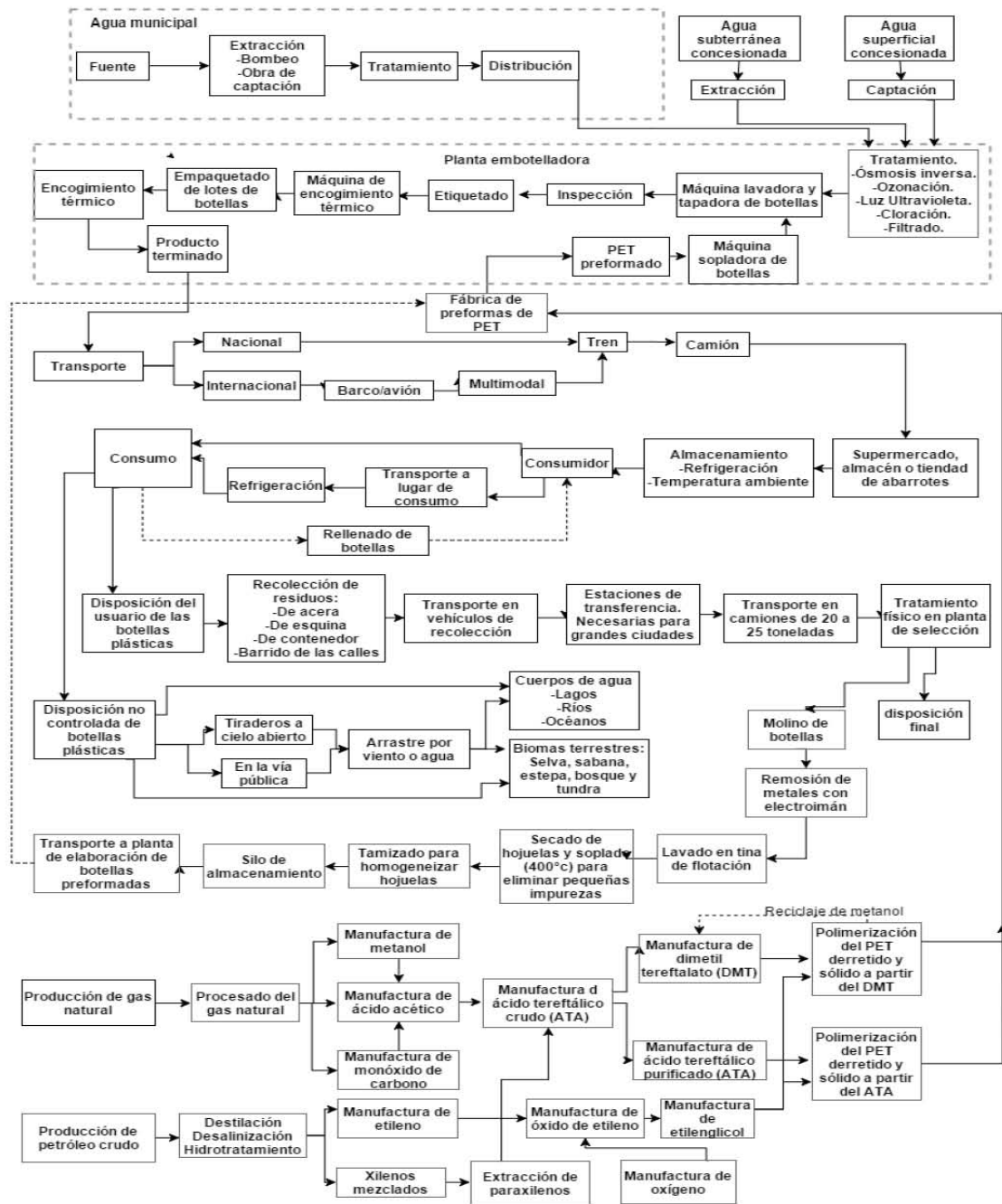


Figura 4.3: Esquema de todos los procesos involucrados en la producción de agua embotellada. Elaboración propia con ayuda de los datos de: Franklin Associates (2007), Gleick y Cooley (2009), OPS (2007) y Topling Machinery (2016) .

			Labores								Juicio			
			Obtención de agua	Embotelladora	Transporte nacional e internacional	Punto de venta	Consumidor	Disposición	Reciclaje de PET	Fabricación de PET		Fabricación de preformas de PET		
Condiciones ambientales y sociales	Físicas	Suelo	Calidad del suelo	•	•	•				•		•	Moderado	
			Erosión	•		•					•		•	Moderado
			Valores geológicos	•		•							•	Moderado
			Geomorfología	•		•							•	Moderado
		Agua	Agua superficial	•		•							•	Moderado
			Agua subterránea	•									•	Compatible
			Escorrentia-Drenaje	•	•		•						•	Moderado
			Calidad	•		•				•			•	Moderado
			Disponibilidad	•	•	•	•				•	•	•	Severo
			Dinámica litoral			•								Compatible
		Recarga	•		•	•							Moderado	
		Aire	Calidad del aire		•	•	•	•	•	•	•	•	•	Severo
	Olores			•	•				•		•	•	Moderado	
	Ruido		•	•	•				•	•	•	•	Severo	
	Biológicas	Flora	Bosques	•						•		•	Moderado	
			Cultivos							•		•	Compatible	
			Algas			•						•	Compatible	
			Diversidad		•	•	•			•	•	•	•	Severo
		Fauna	Vertebrados	•		•						•	Moderado	
			Invertebrados	•		•						•	Moderado	
			Diversidad	•	•	•	•			•	•	•	•	Severo
		Ecosistemas	Calidad de ecosistemas	•	•	•	•			•	•	•	•	Severo
			Modificación de habitats	•	•	•	•	•				•	•	Severo
			Destrucción de ecosistemas	•	•	•				•		•	•	Severo
	Sociales	Uso de suelo	Rural	•		•						•	Moderado	
			Urbano	•	•	•	•			•	•	•	•	Severo
		Patrimonio	Paisajístico	•	•	•	•			•	•	•	•	Severo
			Histórico	•	•	•						•		Moderado
Sociedad		Cultural	•	•	•	•			•	•	•		Severo	
		Infraestructura-Servicios	•	•	•	•			•	•	•	•	Positivo	
		Rasgos culturales de la población			•	•	•		•	•	•		Difícil determinación	
		Empleo	•	•	•	•			•	•	•	•	Difícil determinación	

Figura 4.4: Matriz de identificación de impactos ambientales a nivel de las labores de la industria del agua embotellada.

CAPÍTULO 4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 135

			Acciones																									
			Abastecimiento y saneamiento	Alteración de la cubierta terrestre y vegetación	Construcción de vías férreas	Diseño y canalización de cauces	Ruido	Vertidos	Explotación de acuíferos	Uso de maquinaria pesada	Perforaciones profundas	Excavaciones	Pavimentación y recubrimiento de superficie	Tráfico marítimo	Plantas de tratamiento de materiales	Marketing del producto	Compra y venta de agua embotellada	Consumo de agua embotellada	Suministro de energía eléctrica	Industria química	Operación de instalaciones	Pepeña informal	Tráfico aéreo	Tráfico terrestre (Vehículos de carga y particulares)	Construcción de aeropuertos	Construcción de puertos	Construcción de vías terrestres	
Medio natural	Aire	Temperatura	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		Modificación del ciclo del carbono	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Clima mundial	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Calidad de aire	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Suelo	Microclima	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Recursos minerales	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		contaminación	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		erosión	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		geomorfología	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Agua	valores geológicos	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Relieve	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Recarga de acuíferos	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Escorrentía-drenaje	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		aguas superficiales	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Acuíferos-aguas subterráneas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Calidad del agua	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Flora	Dinámica litoral	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Disponibilidad	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Aguas marinas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Diversidad	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Fauna	Biomasa	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Especies endémicas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Especies en peligro	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Estabilidad	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Productividad	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Diversidad	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Punto de paso de especies migratorias	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Biomasa	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Especies endémicas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Especies en peligro	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Medio perceptual	Estabilidad del ecosistema	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Cadenas tróficas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Productividad	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Aves migratorias	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Visibilidad	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Medio socioeconómico	Cursos de agua	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Elementos paisajísticos		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Vistas panorámicas		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Cambios de uso de suelo		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Ocio y recreo		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Cultural		Forestal	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Desarrollo urbano	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Educación	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Desarmonías	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Aspectos humanos		Valores históricos-artísticos	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Estilos de vida	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Calidad de vida	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Molestias por tráfico	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Salud y seguridad	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	bienestar	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Rasgos culturales de la población	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Economía local	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Turismo	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Consumo	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Empleo	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		

Figura 4.5: Matriz de identificación de impactos ambientales a nivel de las acciones de la industria del agua embotellada.



# Capítulo 5

## Conclusiones

En el capítulo 3 pudieron observarse las posturas de diferentes entidades internacionales con respecto al agua embotellada. Si bien no hay ninguna opinión negativa, si existe el consenso general de relegar el producto a situaciones emergentes causadas por desastres naturales y para personas que, ya sea por condiciones genéticas o enfermedad, son muy sensibles a ciertos productos químicos presentes en el agua de los sistemas municipales. En ese mismo capítulo pudo observarse que no existe una diferencia sustancial entre las regulaciones sobre el suministro municipal de agua y aquellas que aplican sobre el agua embotellada.

Para la identificación de los impactos ambientales se recurrió a la definición de conceptos bajo los cuales se analizó la problemática. En este punto pudo verse que bajo la mayor parte de los principios éticos el agua embotellada no puede considerarse un producto sostenible (su sostenibilidad económica está en función de la escala de estudio, como se explicó anteriormente).

A lo largo del trabajo se presentaron diversas situaciones de las cuales las embotelladoras han echado mano para lograr sus altos índices de crecimiento, argumentando una y otra vez que se trata de una industria verde y socialmente responsable. Los alcances de este estudio no permiten desmentir categóricamente la sostenibilidad social de esta industria (los trabajos [8], [10], [25] y [55] mencionados en las referencias sí lo hacen), sin embargo sí son suficientes para decir que **la del agua embotellada NO es una industria ambientalmente sostenible** porque basa su crecimiento en la extracción de un producto que escasea (no por su cantidad sino por su calidad), además

de estar asociada a un sin número de labores y acciones que están lejos de ser amigables con el medio ambiente y generar una enorme cantidad de residuos sólidos. De la figura 4.4 puede observarse que de todos los factores ambientales impactados por esta enorme industria solamente se contó con un impacto positivo en la infraestructura (se necesita una gran infraestructura para llevar el agua embotellada desde la embotelladora hasta el consumidor final).

El negocio del agua embotellada es uno donde la mayor parte de sus componentes se mantienen ocultos al consumidor, mientras que la mercadotecnia se encarga de elogiar aquellos que tienen un impacto positivo o menor (como el simple y llano hecho de tomar agua, independientemente de la fuente de esta). Las grandes cadenas comerciales que lucran con este producto se aprovechan de la inquietud de las personas por llevar un estilo de vida saludable, alejado de bebidas con alto contenido de azúcar, mientras que explotan la ignorancia de las masas, vendiendo un estilo de vida basado en la conveniencia del producto (muy independientemente de su costo) y en la aspiración del consumidor por llegar a ser como las celebridades que lo promocionan.

Lo que hace 30 años hubiera sido irrisorio se ha convertido en uno de los negocios más prósperos de nuestro siglo, uno que hace uso del recurso más importante de la humanidad. No es acerca de intentar detener un negocio de miles de millones de dólares, sino de entregarle a la población la información necesaria para realizar una compra informada. El concepto del agua embotellada no debe confundirse con el del agua, este último es catalizador en todos los procesos biológicos que conocemos, mientras que el primero es un negocio redondo que conlleva una generación ingente de desechos.

Pudo verse en las tablas 4.4 y 4.5 del último capítulo, que son muchas las acciones y las labores que están asociadas de forma directa o indirecta con el negocio del agua embotellada. Al realizar el análisis de los impactos que cada acción provoca puede observarse que algunas acciones son más dañinas para el medio ambiente que otras. Lo que este trabajo alcanza a concluir es que se afectan factores de los cuales no se habla mucho en la literatura obligada sobre el tema, uno de ellos es el paisaje, que sufre por la acumulación de desechos indebidamente dispuestos. Estos nuevos hallazgos sugieren profundizar en el análisis del paisaje y las vistas panorámicas naturales.

En un futuro cercano debería de realizarse un análisis como el que aquí

se presenta, incluyendo un panel completo de expertos que enriquecieran el contenido del documento, un estudio ambicioso que no sólo incluyera la identificación de los impactos ambientales, sino que abarcara hasta su cuantificación y posible remediación. El autor sugiere también establecer los kilogramos equivalentes de  $\text{CO}_2$  que produce cierta cantidad de PET, tomando en cuenta todas las acciones pertinentes a la industria del agua embotellada (mostradas en el diagrama de la figura 4.3). Hoy en día estudios semejantes se han realizado (Franklin Associates, 2007), pero sólo se ha llegado a analizar una fracción de toda la vida de la botella de plástico (la fabricación del PET de primer uso).

Por último, es necesario dar luz a los temas más polémicos que existen alrededor del agua embotellada, la salud de la población depende de eso. ¿Existe algún riesgo al consumir este producto? Por muchos años ha permanecido entre la población la idea de que es malo tomar agua embotellada que ha estado a la intemperie (dentro de un automóvil, por ejemplo) luego de largo tiempo. En el documental *tapped* (Soechtig, 2009) varios investigadores aseguran que han hallado diversos compuestos provenientes de la degradación del PET y el policarbonato usado en garrafrones de agua (como los ftalatos y el bisfenol-A respectivamente) que pueden afectar severamente la salud humana (*Ídem*). Se requieren estudios que comprueben o desmientan esto, estudios serios y concluyentes que lleguen a esclarecer este punto tan delicado.

Sin duda alguna estamos ante un tema que científica y tecnológicamente dará mucho más de qué hablar, un caldo de cultivo de investigaciones y descubrimientos que, con suerte, conducirán al consumo responsable de los recursos hídricos de nuestro planeta.

# Capítulo 6

## Recomendaciones

Después de estudiado el mercado del agua embotellada quedan al descubierto debilidades institucionales muy fuertes en nuestro país, también que será difícil alejarse de un sistema de abastecimiento de agua potable tan poco sostenible (ambiental y socialmente) como el que ofrece esta industria. Sin embargo, en este corto capítulo, el autor expondrá algunas de las medidas que considera necesarias para lograrlo poco a poco.

- LAS UNIVERSIDADES

Es labor de las instituciones educativas la investigación, producción y divulgación de material informativo sobre cuestiones ambientales. Como instituciones de educación (públicas o privadas) las universidades tienen la responsabilidad de comunicar a la población los más recientes hallazgos en la tecnología, la ciencia y la cultura.

Toca a estudiantes y académicos acercarse a la población y compartir, por diversos medios y de manera sencilla de entender, lo que se está descubriendo en las escuelas y evitar el aislamiento de la sociedad.

Existen actualmente diversos proyectos de difusión de la cultura, la ciencia y la tecnología. Hay diferentes avenidas importantes de la Ciudad de México con paradas de autobuses donde pueden advertirse carteles de divulgación científica de la UNAM. Este es sin duda un buen comienzo, pero hace falta más. Cada persona que pertenece a esta universidad es ya una persona privilegiada, pero eso no basta. Cada hom-

bre, mujer y niño fuera de esta institución educativa tiene derecho al conocimiento, un derecho que se ve mermado por las difíciles condiciones de vida que pueden encontrarse en nuestro país.

El agua embotellada es solo uno de los muchos asuntos que merecen atención académica, en un país cuyo salario mínimo no llega a los 5 dólares estadounidenses al día, la compra de un producto básico cuyo precio fluctúa entre los 3 y los 50 pesos raya en el absurdo. Como se ha establecido ya, no se trata de detener la venta de agua embotellada, es muy poco probable que esto pase en toda una vida, se trata de darle al consumidor promedio las herramientas necesarias para hacer una compra de forma conciente, se trata de llevarse a casa una botella de agua sabiendo que es eso, y nada más.

Un buen comienzo sería la realización campañas informativas sobre los impactos del agua embotellada dentro de una facultad piloto, midiendo cuidadosamente el antes y el después de las mismas. Que estas campañas sean discretas sin dejar de ser visibles por toda la comunidad: alumnos, académicos y administrativos.

Pasada esta etapa de prueba, de acuerdo a los resultados obtenidos, pueden hacerse ajustes al material y esperar mejores resultados -siempre conservando la veracidad de la información- con el tiempo estas campañas podrían extenderse a colonias, barrios y delegaciones dentro de la Ciudad de México y lograr un cambio significativo en los hábitos de consumo.

#### ■ LA CIUDADANÍA

Los ciudadanos somos los grandes consumidores de agua embotellada en el mundo, los grandes clientes de esta gigantesca industria. Para evitar que cada año miles de toneladas de PET terminen en rellenos sanitarios o, aún peor: en los bosques u océanos de la tierra, tenemos que comenzar por preguntar si en realidad es necesario tener todo el tiempo una botella de agua cerca, si es realmente necesario realizar un gasto constante en la adquisición de un producto cuya vida útil se resume a un solo uso. Hay que tomar conciencia: comprar una botella de agua de apariencia moderna (incluso seductora) no va a ayudar a nuestro cuerpo a *eliminar lo que no necesita* de forma más eficiente que

un trago de agua filtrada o hervida.

Eliminar la apatía y la indiferencia hacia la política podría sentar un precedente para exigir a los gobernantes los cambios que se necesitan (en materia de agua y en otras tantas más). Los gobiernos deben de servir a los intereses de la gente, no a los de las grandes industrias. El voto ciudadano sirve como recordatorio de esto.

■ **LOS GOBIERNOS**

Algunos gobiernos del mundo han comenzado a ver al agua embotellada como una mala inversión, y es que gastar más de 3000 veces más por un producto por el cual ya se hace una derrama económica en forma de impuestos no suena muy inteligente. Diferentes entidades de gobierno alrededor del mundo han prohibido la compra de garrafones y han optado por devolver a sus ciudadanos la cultura del uso de bebederos públicos (La ciudad pionera en la prohibición del agua embotellada fue San Francisco, en los Estados Unidos, que en 2014 aprobó una ley que prohibía su venta (C. Jane, 2014)). Como el presente y otros estudios lo demuestran, el agua embotellada es generadora de demasiado desperdicio, y toca a los gobiernos tomar la batuta de la sostenibilidad y trabajar en pro de la creación de mejores facilidades hidráulicas que garanticen que se cumplan las normas vigentes en nuestro país, así como en la creación de espacios públicos con acceso a agua potable.

Los gobiernos no deben temer a las embotelladoras, todo lo contrario, deben de fijar precios justos a los derechos de explotación de cada gota de agua que aprovechen. Una regulación certera y transparente de las concesiones y derechos que se les otorgan a estas empresas sería un primer paso para poder regularlas y controlarlas. Que se regule el volumen de agua que puedan extraer y se les obligue a hacerse responsables de la recolección de los desechos que sus productos generan ayudaría a mitigar el impacto que actualmente se genera.

Las embotelladoras no dejarán sin pelear todas las ganancias que genera su mercado y son los gobiernos los únicos que tienen el poder y la autoridad suficiente para hacer respetar el derecho de las personas al acceso a agua potable de calidad.

- LA INDUSTRIA

Será difícil que los empresarios abandonen repentinamente la mina de oro azul que han encontrado. Estamos hablando de miles de millones y de perspectivas de crecimiento que defenderán a toda costa. Las empresas deben de ser responsables de un manejo integral de su producto, lo que debería incluir la recolección de cada una de las botellas que producen y su posterior reciclaje.

Deben de darse cuenta que cada vez seremos más los que nos quite-mos el velo de los ojos y veamos más allá de lo que los comerciales nos enseñan. Sí, hay montañas, pero son de basura, y merecemos respuestas que vayan más allá de un *copia y pega* de la información que presentan en sus sitios de internet. Que la difusión de la información interna de estas empresas no sea selectiva, que no se escojan cuidadosamente las palabras para crear ideas de amistad y felicidad con el medio ambiente y las comunidades, si no son verdad.

Merecemos respuestas al nivel de nuestras preguntas, respuestas de alto contenido técnico y con argumentos científicos que las respalden. Es muy sencillo decir que se producen botellas de plantas (botellas a base de ácido poliláctido, PLA) 100 % reciclables si no se incluye el hecho de que no existen plantas de reciclaje para este material y que su producción requiere muchas más energía que la de una botella de PET (Franklin Associates, 2007).

# Apéndice

## 6.1. *Numeralia*

En este apéndice se presentan algunas de las cifras más significativas del agua embotellada: sus ventas, volumen consumido mundialmente, países líderes en consumo per cápita, etc. . . Se ha elegido dividir esta sección de acuerdo a la fuente de origen de la información, por lo que las cifras pueden variar de acuerdo a esto (fenómeno que se abordó someramente en la sección 2.2.3). El autor confía que con la información que se presenta a continuación, el lector pueda terminar de entender el panorama general de la industria del agua embotellada. Ciertamente es que falta aún mucho por estudiar en este respecto, considérese este un primer acercamiento.

### 6.1.1. **Zenith Internacional**

La empresa Zenith Internacional es una consultora especialista de industrias de alimentos y bebidas alrededor del mundo. Con 1000 clientes alrededor del mundo, que van desde nuevas pequeñas empresas hasta grandes transnacionales, Zenith se adjudica haber moldeado el mercado de alimentos mundial desde hace veinte años. La empresa brinda apoyo técnico a nivel de geohidrología a las embotelladoras, así como apoyo al diseño de las plantas y los enlaces necesarios con los productores de materias primas que se necesitan para poner en marcha una embotelladora.



Cuadro 6.1: Volumen mundial de agua embotellada. Crecimiento 2005-2010

Año	Incremento con respecto al año anterior (%)	Miles de millones de litros
2005	8	175
2006	8.7	190
2007	6.8	203
2008	4.8	213
2009	4.9	224
2010	6.2	237

Fuente: Zenith Internacional, 2011.

Cuadro 6.2: Crecimiento del volumen de agua embotellada en Latinoamérica 2005-2010

Año	Incremento con respecto al año anterior (%)	Miles de millones de litros
2005	5.5	29.3
2006	5.2	30.9
2007	5.4	32.5
2008	4.7	34.1
2009	4.3	35.6
2010	5.8	37.6

Fuente: Zenith Internacional, 2011.

Cuadro 6.3: Países consumidores de agua embotellada de latinoamérica por volumen (2010)

País	Porcentaje (%)
México	46
Brasil	31
Argentina	8
Colombia	3
Venezuela	1
Otros	11
38 mil millones de litros en total	

Fuente: Zenith Internacional, 2011.

Cuadro 6.4: Proyecciones: volumen global de agua embotellada 2010-2015

Año	Incremento con respecto al año anterior	Miles de millones de litros
2010	6.2	237
2011	5.4	250
2012	5	263
2013	4.8	276
2014	4.8	289
2015	4.5	302

Fuente: Zenith Internacional, 2011.

### 6.1.2. Asociación Internacional de agua embotellada

Se ha hablado ampliamente de la IBWA en la sección 3.3. En esta sección se presentan los datos presentados en su apartado de estadísticas. Los datos más recientes presentados en las mismas se remontan al 2013. La IBWA analizó el incremento del consumo de agua embotellada entre los años 2008 y 2013.

Cuadro 6.5: Mercado global de agua embotellada. Consumo y crecimiento 2008-2013

2013 Ranking	País	Millones de litros		Crecimiento (%)
		2008	2013	2008/2013
1	China	19534	39434	15.1
2	Estados Unidos	32804	39438	3.2
3	México	24614	31171	4.8
4	Indonesia	10977	18158	10.7
5	Brasil	14294	18158	4.9
	Resto del mundo	53946	65499	3.6
	Total mundial	197422	266385	6.2

Fuente: Rodwan, International Bottled Water Association, 2014.

Cuadro 6.6: Mercado global de agua embotellada. Consumo per cápita 2008-2013

2013 Ranking	País	Litros per cápita	
		2008	2013
1	México	214.2	254.8
2	Tailandia	97.6	225.2
3	Italia	196	196.5
4	Bélgica-Luxemburgo	139.7	148
5	Alemania	131	143.8

Fuente: Rodwan, International Bottled Water Association, 2014.

### 6.1.3. El Banco Interamericano de desarrollo

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) es una institución financiera con sede en la ciudad de Washington en los Estados Unidos y un capital que asciende a los 101 mil millones de dólares. El BID es la institución de desarrollo regional más grande del mundo y tiene por objetivo el financiamiento de proyectos económicos, sociales e institucionales.

Las cifras que a continuación se presentan forman parte de su publicación *“La otra infraestructura hidráulica de América Latina”*, donde se analizan los hábitos de consumo de agua embotellada en América. En este trabajo, además, se presta especial interés a la percepción que tiene el consumidor mexicano sobre el suministro de agua municipal y la calidad del agua embotellada. La encuesta se aplicó a 1216 personas en 9 grandes ciudades de México, todos los encuestados cuentan con una toma de agua en casa y son de clase baja a media.

Cuadro 6.7: Mercado de agua embotellada en latinoamérica por volumen

Región	Contenedores de un sólo uso	Tamaño grande y garrafo- nes
Estados Unidos	88 %	12 %
Latinoamérica	30 %	70 %
México	11 %	89 %

*La otra infraestructura hidráulica de América Latina*, Banco Inter-americano de Desarrollo, Nov. 10, 2011.

Cuadro 6.8: BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México  
¿Cómo usa el agua de la llave?

<i>Usas el agua de la llave para...</i>		
	Sí	No
Bañarse	98 %	2 %
Lavar los trastes	96 %	4 %
Bañar a los niños	89 %	11 %
Cepillarse los dientes	84 %	16 %
Lavar frutas y verduras	76 %	24 %
Cocinar	19 %	81 %

*La otra infraestructura hidráulica de América Latina*, Banco Inter-americano de Desarrollo, Nov. 10, 2011.

Cuadro 6.9: BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México:  
¿Cómo obtiene agua para beber?

<i>Si no toma agua de la llave ¿De dónde la obtiene?</i>	
Respuesta	Porcentaje
Compra agua embotellada	81 %
La hierve	7 %
La desinfecta	2 %
La filtra	8 %
No hubo respuesta	2 %

*La otra infraestructura hidráulica de América Latina*, Banco Inter-americano de Desarrollo, Nov. 10, 2011.

Cuadro 6.10: BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México:  
Frecuencia de cortes al suministro

<i>¿Qué tan seguido hay cortes al suministro de agua en su colonia?</i>	
Frecuencia	Porcentaje (%)
Casi nunca/nunca	60
A veces	18
Seguido/muy seguido	22

*La otra infraestructura hidráulica de América Latina*, Banco Inter-americano de Desarrollo, Nov. 10, 2011

Cuadro 6.11: BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México:  
Punto de contaminación.

<i>¿En qué punto considera que se contamina el agua?</i>	
Respuesta	Porcentaje (%)
Tuberías municipales	60
Planta de tratamiento	19
En mi tinaco/cisterna	17
No lo sé	4

*La otra infraestructura hidráulica de América Latina*, Banco Inter-americano de Desarrollo, Nov. 10, 2011

Cuadro 6.12: BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México:  
fuentes de información.

<i>¿Quién te dijo que era seguro tomar agua de la llave?</i>	
Respuesta	Porcentaje (%)
Experiencia personal	78
Conocidos/amigos	8
Medios masivos	8
Médicos	5
Profesores	1

*La otra infraestructura hidráulica de América Latina*, Banco Inter-americano de Desarrollo, Nov. 10, 2011

Cuadro 6.13: BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México: fuentes de información (1).

<i>¿Quién te dijo que <b>no</b> era seguro tomar agua de la llave?</i>	
Respuesta	Porcentaje (%)
Experiencia personal	66
Conocidos/amigos	11
Medios masivos	12
Médicos	10
Profesores	1

*La otra infraestructura hidráulica de América Latina*, Banco Inter-americano de Desarrollo, Nov. 10, 2011

Cuadro 6.14: BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México. Percepción (1).

<i>En una escala de diez puntos ¿Cómo calificarías al agua de la llave?</i>	
Respuesta	Porcentaje (%)
9 ó 10	34
8	31
7 o peor	35

*La otra infraestructura hidráulica de América Latina*, Banco Inter-americano de Desarrollo, Nov. 10, 2011

Cuadro 6.15: BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México. Percepción (2).

<i>En una escala de diez puntos ¿Cómo calificarías al agua embotellada?</i>	
Respuesta	Porcentaje (%)
9 ó 10	51
8	30
7 o peor	19

*La otra infraestructura hidráulica de América Latina*, Banco Inter-americano de Desarrollo, Nov. 10, 2011

Cuadro 6.16: BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México: ¿Es segura el agua de la llave para beber?

<i>¿Piensa que el agua de la llave es segura para beber?</i>			
Ciudad	Sí	No	No Saben
Querétaro	51 %	49 %	0
Ciudad de México	37 %	62 %	1 %
Tampico	26 %	73 %	1 %
Chihuahua	82 %	17 %	1 %
Monterrey	90 %	10 %	0
Guadalajara	12 %	87 %	1 %
Xalapa	19 %	81 %	0
Villahermosa	8 %	92 %	0
Tuxtla Gutiérrez	18 %	82 %	0

*La otra infraestructura hidráulica de América Latina*, Banco Inter-americano de Desarrollo, Nov. 10, 2011

Cuadro 6.17: BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México: Frecuencia nacional de cortes al servicio de agua.

<i>¿Qué tan seguido hay cortes al agua potable en donde vives?</i>			
Estado	Casi nunca/nunca	A veces	Frecuentemente
Querétaro	54 %	19 %	27 %
Ciudad de México	47 %	17 %	36 %
Tampico	77 %	19 %	4 %
Chihuahua	58 %	11 %	31 %
Monterrey	87 %	12 %	1 %
Guadalajara	79 %	16 %	5 %
Xalapa	42 %	25 %	33 %
Villahermosa	54 %	26 %	20 %
Tuxtla Gutiérrez	66 %	24 %	10 %

*La otra infraestructura hidráulica de América Latina*, Banco Inter-americano de Desarrollo, Nov. 10, 2011

Cuadro 6.18: BID Encuesta de consumo de agua embotellada en México:  
Fuentes de agua.

<i>Si no tomas agua embotellada ¿De dónde la obtienes?</i>					
Estado	Filtrada	Hervida	Desinfectada	Embotellada	No lo sé
Querétaro	3 %	3 %	4 %	89 %	1 %
Ciudad de México	6 %	11 %	4 %	76 %	3 %
Tampico	1 %	2 %	0	97 %	0
Chihuahua	73 %	3 %	3 %	21 %	0
Monterrey	3 %	15 %	3 %	75 %	4 %
Guadalajara	1 %	6 %	0	92 %	1 %
Xalapa	1 %	10 %	1 %	86 %	2 %
Villahermosa	2 %	0	0	98 %	0
Tuxtla Gutiérrez	2 %	8 %	0	90 %	0
Total	8 %	7 %	2 %	81 %	2 %

*La otra infraestructura hidráulica de América Latina*, Banco Inter-americano de Desarrollo, Nov. 10, 2011



## 6.2. Datos de interés

Según el Pacific Institute (2007), En 2006 la producción de botellas en los Estados Unidos:

- Requirió el equivalente a más de 17 millones de barriles de petróleo, sin incluir el necesario para el transporte del producto. Esto es suficiente para hacer funcionar 1.3 millones de autos al año.
  - Produjó más de 2.5 millones de toneladas de dióxido de carbono.
  - Requirió tres litros de agua para producir un litro de agua embotellada.
- El Consejo de Defensa de los Recursos Naturales de los Estados Unidos (2008) asegura que existen fuertes indicios (con bases en experimentos científicos) que indican que las botellas de PET, después de cierto tiempo almacenadas, liberan sustancias químicas conocidas como ftalatos que afectan la producción de testosteronas y otras hormonas.
  - El presente trabajo concluyó que no hay diferencias significativas entre los reglamentos que controlan al agua de la red municipal y el agua embotellada (al menos en los países que aquí se analizaron).
  - La ONU (2015) recomienda que el porcentaje máximo del salario que debe destinarse al abastecimiento y saneamiento de agua es del 5 % del salario total de una persona. Según la tabla 6.6 de este epílogo, en México se consumieron 254.8 litros de agua embotellada per cápita en el 2013 (0.69 litros de agua per cápita al día).

De acuerdo a la tabla 2.7 el precio promedio de un litro de agua embotellada es de 12.65 pesos, lo que implica que el gasto diario promedio en agua embotellada es de \$8.8 (para alguien viviendo con ganancias mínimas), que es equivalente al 12 % del salario mínimo único en México (\$73.04 diarios), que es mucho más que el recomendado por la ONU (esto sin tomar en cuenta el costo del abastecimiento de agua potable y saneamiento municipal).

- México consume 31,171 millones de litros de agua embotellada al año (tabla 6.5). Según la tabla 6.7 el 11 % del agua embotellada en México viene en presentaciones individuales (3,428.81 millones de litros) y el otro 89 % en

garrafones (27,742.19 millones de litros).

Suponiendo que el 11 % de las presentaciones individuales sean botellas de un litro, a partir de la gráfica 3 del texto de Gleick y Cooley (2009) que relaciona la masa de la botella con los litros de agua que contiene, se tiene una masa promedio de 3.79 gramos por botella (o, lo que es lo mismo, por litro de líquido).

El autor ha determinado, a partir de 5 mediciones distintas, que la masa promedio del garrafón de 20 litros convencional es de 760g, equivalente a 38g por litro de agua.

Con un sencillo cálculo podemos determinar los kilogramos de plástico consumidos por cada tipo de contenedor (individual y garrafones):

- Para contenedores individuales de 1l:

$$3428,81 \times 10^6 l \left( 3,78 \frac{g}{l} \right) \left( 0,001 \frac{kg}{g} \right) = 12,960,902 kg$$

- Para garrafones:

$$27,742,19 \times 10^6 l \left( 38 \frac{g}{l} \right) \left( 0,001 \frac{kg}{g} \right) = 1,054,203,220 kg$$

Total de plástico=1,067,164,122 kg

Según ECOCE (2012), México es el país que recupera mayor porcentaje del PET en América, con un porcentaje de recuperación del 62 %. Lo que significa que se recuperan 661,641,756 kg de PET, mientras que **405,522,366 kg** -El equivalente a 40 veces el peso de la torre Eiffel- terminan en rellenos sanitarios (en el mejor de los casos), en tiraderos no controlados o simplemente se liberan al ambiente.

- En la publicación de 2007 de Franklin Associates comparando la energía requerida para fabricar botellas de ácido poliláctico (PLA) y tereftalato de polietileno (PET) se llegaron, para este segundo plástico, a las siguientes conclusiones:

Cuadro 6.19: Energía total, desechos sólidos post-consumo y gases de efecto invernadero para botellas plásticas de 12 onzas (0.354 litros). Unidad de estudio: 10,000 botellas.

	Energía neta	Desechos sólidos post-consumo	Gases de efecto invernadero
Botellas-12 onzas	GJ(Giga Joules)	kg	kg equivalentes de CO <sub>2</sub>
PET(1)	16.6	163	757
PET(2)	15.2	144	710

(1) Modelado con el 80% de los residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario y el 20% restante siendo incinerado con recuperación de energía. (2) Modelado con un 23.5% de los residuos recuperados para reciclaje, 61.2% dispuestos en relleno sanitario y 15.3% incinerado con recuperación de energía. Fuente: Franklin Associates, 2007.

# Epílogo

Vivimos en una época muy confusa. La tecnología va diez pasos adelante de cualquiera y luchamos día a día por adaptarnos a las nuevas tendencias y estilos. Los valores cambian tan rápido como el nuevo teléfono celular en turno, y poco tiempo queda para pensar en cuestiones relegadas a *hippies* y activistas que pensamos deben estar en alguna selva tropical amarrados a un árbol de manera casi graciosa. Nuestro mundo nos exige mantenerle el paso, y decidimos hacerlo con tal de no ser excluidos de nuestra sociedad cada vez más superflua.

A este cuadro de la realidad actual llega un producto novedoso, innovador, puro, seductor, conveniente, inocuo, práctico y muy a la moda: el agua embotellada. De un día a otro se vuelve algo glamuroso cargar en la mochila una brillante botella de agua, y qué mejor si es de importación y muy, muy cara. De esta manera podemos reforzar nuestra ventajosa posición social ¿No es así?

Las botellas siempre son atractivas, equipos de profesionales del diseño se encargan de esto y realizan un trabajo magnífico. . . Montañas al fondo de un paisaje natural y lleno de vida. Paisajes idílicos refuerzan nuestra satisfacción a cada trago de este encantador elixir (libre en sodio, por supuesto, y es que seguro que algo malo debe causarle el sodio a nuestro cuerpo, y no, no queremos eso (ver sección 3.2.1)). Nos alejamos de las bebidas carbonatadas que hacen daño a nuestros cuerpos y abrazamos esta opción de vida más saludable, nos volvemos clientes de una marca de agua porque un comercial nos mostró como esta podía hacer a una horrible capa de aceite salir del vaso antes de derramarse el incoloro líquido, ¡Casi como magia! Y es que, si nuestros artistas favoritos *aman sus cuerpos* tan esculturalmente formados, ¿Por qué no habríamos de seguirles el ejemplo?, después de todo la botella dice

que está hecha de material 100% reciclable, ¡Algunas incluso están hechas de plantas! Cuidarse y cuidar el ambiente definitivamente debe de ser bueno.

Una marca de agua embotellada es líder en el mercado porque sabe mucho mejor, además de costar el doble que la marca genérica del súper (cuya botella, hay que mencionarlo, no se ve tan bien). Terminamos por volvernos prácticamente catadores de agua embotellada, pero . . . ¡Sorpresa!, la receta es más vieja que nuestra especie, bastan dos partes de hidrógeno y una de oxígeno para tener el delicioso líquido al que nos hemos hecho tan adeptos cuando viene embotellado. Del sabor especial no hace falta preocuparse, basta con llenar una olla o contenedor similar con esta receta secreta, tomar un vaso y llenarlo directamente del líquido en este recipiente, levantarlo unas decenas de centímetros y dejar caer su contenido sobre la olla original. Después de repetir el proceso algunas veces, *voilà*, el agua tendrá el sabor agradable que tanto deseamos (este proceso es una versión rudimentaria del proceso de recarbonatación usado en las embotelladoras).

El agua embotellada, como tantas otras industrias, se aprovecha de un recurso que es vital para la supervivencia de la humanidad, y como lo hemos visto, lo hace de una manera no sustentable. No podemos permitirnos seguir con los hábitos de consumo que hoy día mantenemos. Dejando atrás el tono sarcástico, es indispensable que pongamos en una balanza la satisfacción instantánea que nos da un sorbo de agua embotellada, su practicidad y conveniencia, contra los efectos que el producto tendrá en el medio ambiente al largo plazo.

Mi generación tuvo el privilegio de una infancia donde el calentamiento global estaba terminando de ser aceptado por la comunidad científica, donde era normal hablar de los animales salvajes y el vago comienzo de la desaparición masiva de recursos naturales, una infancia donde los *adultos* siempre decían que solucionar los problemas del futuro nos tocaba a los más jóvenes. Hoy vivimos en una época en la que no podemos darnos ese privilegio, hoy nos toca poner manos a la obra, nos corresponde comenzar el cambio para que los hijos de los hijos de nuestros hijos tengan las mismas oportunidades que nosotros tuvimos en su momento.

Aquí se analizó un sólo producto, un análisis que puede ser mucho más profundo, un granito de arena con el que espero sinceramente abrir los ojos de

un par de personas. Un par basta... con ese par, el esfuerzo detrás de este escrito habrá valido la pena, porque tengo plena confianza en que un cambio grande comienza por algo pequeño, porque tuve el privilegio de crecer en un mundo de cielos azules, playas relucientes, paisajes hermosos y perspectivas esperanzadoras. Me he dedicado al análisis aquí presente porque me niego rotundamente a ver el día en el que los niños crezcan en un mundo donde los leones, las águilas y los tiburones sean cosa del pasado, un mundo en el que nuestros mares estén llenos de plástico y no de peces.

Es muy sencillo perder la esperanza y dejarse envolver por la indiferencia y la apatía que se han vuelto tan comunes. Contaminamos el planeta sin medida y habrá que pagar factura de continuar así. Si podemos ver más allá de nuestras propias necesidades, llegará el día en que encontremos el equilibrio entre nuestro desarrollo como especie y la integridad del medio ambiente en el que nos desarrollamos.

## Referencias

- [1] LIEBERSON, ALAN D. (2008, Noviembre). *How long can a person survive without food?*. Scientific American. [En línea] <<http://www.scientificamerican.com/article/how-long-can-a-person-sur>> [Consultada 15 oct. 2015]
- [2] PACKER, RANDALL K. (2002, Diciembre). *How long can the average person survive without water?* Scientific American. [En línea] <<http://www.scientificamerican.com/article/how-long-can-the-average/>> [Consultada 15 oct. 2015]
- [3] COHEN J. Y HAGERMAN L. (2014). *H2Omx* [DVD]. México. HSBC.
- [4] ARMIDA T. (2015). *El misterioso origen del mar*. Amalamar. <<http://amalamar.com/el-misterioso-origen-del-mar/>> [Consultada 18 de oct. 2015]
- [5] *¿Cómo se forman los océanos?* (2013). National Geographic [En línea] <<http://www.nationalgeographic.es/noticias/ciencia/la-tierra/como-se-formaron-los-oceanos>> [Consultada 18 oct. 2015]
- [6] MAZOYER M. Y ROUDART L. (2006). *A history of world agriculture, from neolithic to the current crisis* (1a ed.). Londres: Earthscan.
- [7] Estados Unidos de América. EPA. (2009). *National Primary Regulations* (EPA816-F-09-004).
- [8] PACHECHO VEGA R. *Agua embotellada en México: de la privatización del suministro a la mercantilización de los recursos hídricos*. Esprial, Vol. XXII num. Mayo-Agosto, pp. 221-263.

- [9] MILLER M. (2006). *Bottled water: Why is it so big? Causes of the rapid growth of bottled water industries*. (trabajo de tesis). Universidad de san Marcos, Texas.
- [10] SOECHTIG S. Y LINDSEY J. (2009). *Tapped* [DVD]. Estados Unidos.
- [11] COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *International Bottled Water Association*. Wikipedia, la enciclopedia libre. <[https://en.wikipedia.org/wiki/International\\_Bottled\\_Water\\_Association](https://en.wikipedia.org/wiki/International_Bottled_Water_Association)> [Consultada 6 nov. 2015].
- [12] FOX L. (2010). *The history of bottled water* [Video en línea]. Estados Unidos. The Story of Stuff Project.
- [13] SCHNELL U. (2012). *Bottled Life: Nestle's business with water* [DVD]. Alemania.
- [14] LAGACE M. (2007). *Industry Self-Regulation: What's Working (and What's Not)?*. Working knowledge-Harvard Business School. [En línea] <<http://hbswk.hbs.edu/item/industry-self-regulation-whats-working-and-whats-not>> [Consultado 13 nov. 2015].
- [15] OECD. (2015). *Water used in agriculture*. Organisation for Economic Co-operation and Development. [En línea] <<http://www.oecd.org/agriculture/wateruseinagriculture.htm>> [Consultado 16 nov.2015].
- [16] COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Agricultura* Wikipedia, la enciclopedia libre. <<https://es.wikipedia.org/wiki/Agricultura>> [Consultada 16 nov. 2015].
- [17] FLORIDA R. (2015, Marzo). *Sorry, London: New York Is the World's Most Economically Powerful City*. The Atlantic-CITYLAB. [En línea] <<http://www.citylab.com/work/2015/03/sorry-london-new-york-is-the-worlds-most-economically-powerful-city/386315/>> [Consultada 15 nov. 2015]
- [18] DIAMOND J. (1997). *Guns, Germs and Steel, the fates of human societies*. Estados Unidos: W. W. Norton.



- [19] DEGRASSE N. (2003). *The search for life in the universe*. NASA-Astrobiology Magazine. <[http://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/search\\_life\\_I.html](http://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/search_life_I.html)> [consultado 17 nov.2015].
- [20] NERLICH S. (2011, Septiembre). *Why do we look for water when searching for extraterrestrial life?*. Universe Today. [En línea] <<http://io9.com/5728932/why-do-we-look-for-water-when-searching-for-extraterrestrial-life>> [Consultado 17 nov.2015].
- [21] SOUTHEASTERN BOTTLED WATER ASSOCIATION, *Bottled Water Battles*, Southeastern Bottled Water Association:Industry News. [En línea] <<http://sebwa.org/bottled-water-battles/>> [Consultada 19 nov.2015].
- [22] OECD, *Managing water for all: An OECD perspective on pricing and financing*. OECD, 2009.
- [23] CULLEN J. (2014). *The Bottled Water Industry in Mexico*. (trabajo de tesis). Universidad de Texas, Austin.
- [24] NESTLÉ (2015). *Questions and answers*. Nestlé. [En línea] <<http://www.nestle-waters.com/question-and-answers>> [Consultada 26 nov. 2015].
- [25] LEONARD A. (2007). *The Story of Stuff* [Video en línea]. Estados Unidos. The Story of Stuff Project.
- [26] DASANI (2015). *Diseñada para hacer la diferencia*. Dasani. [En línea] <<http://www.dasani.com/es/>> [Consultada 2 dic. 2015].
- [27] WORLDOMETERS (2015) *Population*. Worldometers. [En línea] <<http://www.worldometers.info/world-population/>> [Consultada 20 dic. 2015].
- [28] ROSS N. (2010) *World water quality facts and statistics*. Pacific Institute. [En línea] <[http://www.pacinst.org/wp-content/uploads/sites/21/2013/02/water\\_quality\\_facts\\_and\\_stats3.pdf](http://www.pacinst.org/wp-content/uploads/sites/21/2013/02/water_quality_facts_and_stats3.pdf)> [Consultada 20 dic. 2015].

- [29] FONDO MONETARIO INTERNACIONAL (2009) *Country Composition of World Economic Outlook Groups*. Fondo Monetario Internacional. [En línea]. <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2009/01/weodata/groups.htm>> [Consultada 20 dic. 2015].
- [30] CONAGUA (2011) *Estadísticas del agua en México, situación de los recursos hídricos*. CONAGUA. [En línea] <[http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/SINA/Capitulo\\_2.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/SINA/Capitulo_2.pdf)> [Consultada 20 dic. 2015].
- [31] EFBW (2014) *History of bottled water*. European Federation of Bottled Waters. [En línea] <<http://www.efbw.eu/index.php?id=39>> [Consultada 26 dic. 2015].
- [32] NMW (2015) *The history of bottled water*. Natural Mineral Waters. [En línea] <[http://www.nmw.co.rs/nmw/index\\_en.php?page=273](http://www.nmw.co.rs/nmw/index_en.php?page=273)> [Consultada 26 dic. 2015].
- [33] NESTLÉ WATERS (2016) *Bottled water a sealed container*. Nestlé Waters. [En línea] ><http://www.nestle-waters.com/bottled-water>> [Consultada 5 ene. 2016].
- [34] ARELLANO C. (2015, noviembre). *Halla IPN bacterias en agua embotellada*. La Jornada. [En línea] <<http://www.jornada.unam.mx/2015/11/18/politica/015n1pol>> [Consultada 5 ene. 2016].
- [35] NEWMAN S. (2013, marzo). *A more perfect commodity: Bottled water, global accumulation, and local contestation*. Rural sociology.
- [36] CCVM. (2006). *Sistema Cutzamala*. Consejo de Cuenca del Valle de México. [En línea] <<http://cuencavalledemexico.com/informacion/cuenca-del-valle-de-mexico/situacion-del-recurso-hidrico-2/sistema-cutzamala/>> [Consultada 6 ene. 2016].
- [37] BONAFONT (2014). *Hisotria*. Bonafont. [En línea] <<http://www.bonafont.com.mx/historia.html>> [Consultada 6 ene. 2016].
- [38] RODWAN J. (2014). *Bottled Water Statistics*. International Bottled Water Association. [En línea] <[http://www.bottledwater.org/public/2011%20BMC%20Bottled%20Water%20Stats\\_2.pdf#](http://www.bottledwater.org/public/2011%20BMC%20Bottled%20Water%20Stats_2.pdf#)>

- overlay-context=economics/industry-statistics> [Consultada 6 ene. 2016].
- [39] NAHAL S., LUCAS-LECLIN E., DOLLÉ J., KING J. (2011) *The global water sector*. Bank of America and Merrill Lynch. [En línea] <<http://www.ml.com/Publish/Content/application/pdf/GWMOL/Global-Water-Sector.pdf>> [Consultada 6 ene. 2016].
- [40] LÓPEZ P. (2014). *Sistema de colectores solares para la Alberca Olímpica de CU*. Red de agua UNAM. [En línea] <[http://www.agua.unam.mx/noticias/2014/unam/not\\_unam\\_junio05.html](http://www.agua.unam.mx/noticias/2014/unam/not_unam_junio05.html)> [Consultada 6 ene. 2016].
- [41] MARAÑÓN B. (2002). *LAS TARIFAS DE AGUA POTABLE EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO, 1992-2002:¿HACIA UNA POLÍTICA DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA?*. Biblioteca virtual em saúde. [En línea.] <<http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/rep-25720>> [Consultada 6 ene. 2016].
- [42] REUTERS (2015, agosto). *Global Demand for Bottled Water Market to Reach 465.12 Billion Liters by 2020 Thanks to Growing Health Awareness: Transparency Market Research*. Reuters. [En línea] <<http://www.reuters.com/article/ny-tmr-idUSnBw265536a+100+BSW20150826>> [Consultada 7 ene. 2016].
- [43] CONAGUA (2013). *Estadísticas del agua en México edición 2013*. CONAGUA.
- [44] YOU T., YOUNG R. Y REIG P. (2015). *AQUEDUCT PROJECTED WATER STRESS COUNTRY RANKINGS, TECHNICAL NOTE*. World Resources Institute, Washington. [En línea] <[www.wri.org/publication/aqueduct-projected-water-stresscountry-rankings](http://www.wri.org/publication/aqueduct-projected-water-stresscountry-rankings)> [Consultada 10 ene. 2016].
- [45] WORLD RESOURCES INSTITUTE. (2015). *Aqueduct, Water Risk Atlas*. World Resources Institute, Washington. [En línea] <<http://www.wri.org/applications/maps/aqueduct-atlas/#x=8.00&y=0.46&s=ws!20!28!c&t=waterrisk&w=def&g=0&i=BWS-16!>>

- WSV-4!SV-2!HFO-4!DRO-4!STOR-8!GW-8!WRI-4!ECOS-2!MC-4!WCG-8!  
ECOV-2!&tr=ind-1!prj-1&l=3&b=terrain&m=group> [Consultada 6  
ene. 2016].
- [46] MASON P. (2011, marzo). *Nestle Fraudulently cites Leonardo da Vinci to promote San Pellegrino*. Before it's news. [En línea] <<http://beforeitsnews.com/conspiracy-theories/2011/09/nestle-fraudulently-cites-leonardo-da-vinci-to-promote-san-pellegrino-1058255.html>> [Consultada 12 ene. 2016].
- [47] NESTLÉ WATERS (2016). *Bottled Water History, 12,000 Years of Bottled Water History*. Nestlé. [en línea] <<http://www.nestle-watersna.com/en/about-nestle-waters/our-history/bottled-water-history>> [Consultada 12 ene. 2016].
- [48] PROFECO (1995, septiembre). *Reporte especial. Conozca la calidad de aguas emvasadas* Procuraduría Federal del Consumidor, México. [En línea] <<http://www.consumidor.gob.mx/wordpress/wp-content/uploads/2012/04/RC-225-aguas-emvasadas.pdf>> [Consultada 12 ene. 2016].
- [49] BANNOCK C. (2015, septiembre). *'Not perfect, but it is effective': UN from the point of view of its staff*. The Guardian. [En línea] <<http://www.theguardian.com/world/2015/sep/21/not-perfect-but-it-is-effective-un-from-the-point-of-view-of-its-staff>> [Consultada 13 ene. 2016].
- [50] FORBES STAFF (2013, julio). *México, el país más obeso del mundo*. Forbes. [En línea] <<http://www.forbes.com.mx/mexico-el-pais-mas-obeso-del-mundo/>> [Consultada 19 ene. 2016].
- [51] CONAGUA (2011). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Edición 2011*. Comisión Nacional del agua. [En línea] <<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/DSAPAS%20Edicion%202011.pdf>> [Consultada 19 ene. 2016].
- [52] SANTOYO E. (2007). *HISTORIA Y ACTUALIDAD DEL HUNDIMIENTO REGIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO*. [En línea]

- <<http://tgc.com.mx/tgc/wp-content/uploads/2013/11/art001.pdf>> [Consultada 19 ene. 2016].
- [53] CIDAC (2009). *Alternativas a la crisis del agua en el Valle de México*. Centro de Investigación para el Desarrollo, A.C. [En línea] <<http://islaurbana.mx/contenido/biblioteca/investigaciones/Captacion/CIDAC.pdf>> [Consultada 19 ene. 2016].
- [54] CANTERA S. (2014, abril). *Agua de lujo sacia la sed de mexicanos*. CNN expansión. [En línea] <<http://www.cnnexpansion.com/economia/2014/04/24/marcas-de-agua-039premium039-inundan-mexico>> [Consultada 20 ene. 2016].
- [55] DELGADO C. ET AL. (2014) *Apropiación de agua, medio ambiente y obesidad. Los impactos del negocio de bebidas embotelladas en México* UNAM, México.
- [56] FDA. (2016) *What we do*. Food and Drug Administration, Estados Unidos. [En línea] <<http://www.fda.gov/AboutFDA/WhatWeDo/default.htm>> [Consultada 21 de ene. 2016].
- [57] FDA. (2015, abril) *Code of Federal Regulations, Title 1, vol.2. Subpart B-Requirements for Specific Standardized Beverages* Food and Drug Administration, Estados Unidos. [En línea] <<https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=165&showFR=1&subpartNode=21:2.0.1.1.38.2>> [Consultada 5 feb. 2016].
- [58] EPA. (2009, mayo) *National Primary Drinking Water Regulations (EPA 816-F-09-004)*. Environmental Protection Agency, Estados Unidos.
- [59] IBWA. (2015, febrero) *Bottled Water Code of Practice*. International Bottled Water Association, Estados Unidos.
- [60] BOORMAN A. G., ET AL. (1999, febrero) *Drinking Water Disinfection Byproducts: Review and Approach to Toxicity Evaluation*. Environmental Health Perspectives, Vol 107, Supplement 1. Estados Unidos.
- [61] OMS (2011) *Guidelines for Drinking-water Quality*. 4a edición. Organización Mundial de la Salud, Suiza.

- [62] SECRETARÍA DE SALUD. (2000, junio) *MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*. Secretaría de Salud, México. [en línea] <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.html>> [Consultada 5 feb. 2016].
- [63] SECRETARÍA DE SALUD. (2002, junio) *NORMA Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias*. Secretaría de Salud, México. [en línea] <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/201ssa12.html>> [Consultada 5 feb. 2016].
- [64] EPA. (2012, abril) *2012 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories (EPA 822-S-12-001)*. Environmental Protection Agency, Estados Unidos.
- [65] EPA. (2015, febrero) *Fact Sheet: Drinking Water Contaminant Candidate List 4 (Draft)* Environmental Protection Agency, Estados Unidos.
- [66] UN-WATER. (2015) *Water and Sustainable Development From vision to action. Means and tools for implementation and the roles of different actors*. UN-Water, España.
- [67] NRDC. (2015) *Bottled Water. Pure Drink or Pure Hype?* Natural Resources Defense Council, Estados Unidos. [En línea] <<http://www.nrdc.org/water/drinking/bw/chap4.asp#table6>> [Consultada 5 feb. 2016].
- [68] SUBERZA E. (2012, enero) *Reciclaje de PET, como sembrar 300 mil árboles*. El Universal, México. [En línea] <<http://archivo.eluniversal.com.mx/ciudad/109934.html>> [Consultada 23 feb. 2016].
- [69] ECOCE. (2012) *Datos estadísticos*. Ecología y Compromiso Empresarial, México. [En línea] <<http://www.ecoce.org.mx/datos-estadisticos.php>> [Consultada 23 feb. 2016].
- [70] TOPLING MACHINERY. (2016) *Productos - Máquina Llenadora - Línea de Producción de Bebidas - Línea de Llenado de Agua*. Topling Machinery, China. [En línea] <<http://www.toplingfiller.com.es/barreled-water-filling-line.html>> [Consultada 23 feb. 2016].

- [71] OPS. (2007, abril) *Curso de autoaprendizaje. Diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Organización Panamericana de la Salud, Chile. [En línea] <[http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_rsm/e/index.html](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/index.html)> [Consultada 23 feb. 2016].
- [72] GLEICK P. Y COOLEY H. (2009, febrero) *Energy implications of bottled water*. Pacific Institute, IOP publishing. Estados Unidos.
- [73] DELLAVEDOVA G. (2011) *GUIA METODOLOGICA PARA LA ELABORACION DE UNA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL*. Universidad Nacional de la Plata, Facultad de arquitectura y urbanismo, Argentina.
- [74] THE SHIFT PROJECT. (2016) *Breakdown of Electricity Generation by Energy Source*. The shift project. [En línea] <<http://www.tsp-data-portal.org/Breakdown-of-Electricity-Generation-by-Energy-Source#tspQvChart>> [Consultada 25 feb. 2016].
- [75] FRANKLIN ASSOCIATES. (2007, diciembre) *FINAL REPORT LCI SUMMARY FOR PLA AND PET 12-OUNCE WATER BOTTLES*. FRANKLIN ASSOCIATES, A DIVISION OF EASTERN RESEARCH GROUP, INC. Estados Unidos.
- [76] GÓMEZ D. (2003) *Evaluación de impacto ambiental*. 2a ed. Mundi-Prensa, España.
- [77] CONESA V., ET AL. (2000) *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. 2a edición. Mundo-Prensa, España.
- [78] GARMENDIA A. ET AL. (2005) *Evaluación de impacto ambiental*. Pearson Educación, España.
- [79] ONU. (2015) *El derecho humano al agua y al saneamiento, nota para los medios*. Organización de las Naciones Unidas. [En línea] <[http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/human\\_right\\_to\\_water\\_and\\_sanitation\\_media\\_brief\\_spa.pdf](http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_spa.pdf)> [consultada 10 marzo 2016].

- [80] NRDC. (2008) *Bottled Water*. Natural Resources Defense Council, Estados Unidos. [En línea] <<http://www.nrdc.org/water/drinking/qbw.asp>> [Consultada 10 marzo 2016].
- [81] PACIFIC INSTITUTE (2007, febrero) *Bottled Water and Energy Fact Sheet*. Pacific Institute, Estados Unidos. [En línea] <<http://pacinst.org/publication/bottled-water-and-energy-a-fact-sheet/>> [Consultada 10 marzo 2016].
- [82] GARCÍA J. (2009, noviembre) *El agua: propiedades químicas*. La guía. [En línea] <<http://biologia.laguia2000.com/bioquimica/el-agua-propiedades-quimicas>> [consultada 15 oct. 2015].
- [83] ENCISO A. (2016, enero) *Justifica Semarnat devastación de manglares en laguna de Cancún*. La Jornada, México. [En línea] <<http://www.jornada.unam.mx/2016/01/21/sociedad/035n1soc>> [Consultada 10 marzo 2016].
- [84] ACES. (2011, abril) *Green environments essential for human health*. College of agricultural, consumer and environmental sciences, Estados Unidos. [En línea] <<http://news.aces.illinois.edu/news/green-environments-essential-human-health>> [Consultada 10 de marzo 2016].
- [85] JANE C. (2014) *San Francisco bans sale of plastic water bottles on city property*. MSNBC, Estados Unidos. [En línea] <<http://www.msnbc.com/msnbc/san-francisco-bans-sale-plastic-water-bottles-climate-change>> [Consultada 10 de marzo 2016].