



Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
POSGRADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA AMBIENTALES

**“Análisis del impacto de la industria de bebidas no
alcohólicas en los recursos hídricos en la Cuenca del Valle
de México”.**

TESIS

Para obtener el grado de
Maestra en Ciencias e Ingeniería Ambientales

P R E S E N T A

Anahí Lanuza García

Directores de Tesis:

Dra. Lilia Rodríguez Tapia

Dr. Jorge Morales Novelo



CIUDAD DE MÉXICO

Noviembre 2017

Agradecimientos

La Presente tesis es el resultado de un esfuerzo conjunto el cual directa o indirectamente participaron varias personas a lo largo de todo este proceso, a las cuales sin su valiosa aportación no hubiese sido posible la conclusión de este trabajo, así también hay personas que merecen las gracias por haber dejado huella en mi camino.

Agradezco a Dios por no soltar mi mano y mantenerme a su lado contra vientos y marea.

A mi esposo y compañero en toda es aventura, Rubén, por ser el impulso y la motivación, por toda la ayuda y paciencia que me haz brindado a lo largo de este tiempo. Te amo vida mía, porque eres mi amor, mi cómplice y todo, y en la calle codo a codo, somos mucho más que dos (Benedetti).

A mi madre Rosa, nunca alcanzaran las palabras para escribirte lo agradecida que estoy por ser tu hija, eres una mujer que me llena de orgullo, me inspiras a siempre querer superarme y creer en mí.

A mi padre Raúl, gracias por siempre estar ahí, por creer en mí y por todo el apoyo y amor que siempre queme haz brindado.

A la Dra. Lilia Rodríguez Tapia y el Dr., gracias infinitamente por el apoyo, el tiempo y la paciencia a lo largo de este trabajo, gracias por su generosidad al compartir su conocimiento y experiencia. A los doctores Gloria Soto, Daniel Revollo e Ismael Aguilar por su atenta lectura de este trabajo sus comentarios y correcciones.

A la Dra. Violeta Múgica, gracias por el apoyo y la confianza en mi formación en la maestría.

Por ultimo agradezco al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado a lo largo de toda mi formación en la maestría.

Resumen

El presente trabajo consiste en una investigación que tiene como objetivo dimensionar el tamaño de la industria de bebidas no alcohólicas en la Cuenca del Valle de México (CVM), estimar su demanda de agua, identificar los cuerpos de agua que la suministran, para finalmente medir su impacto en los recursos hídricos ubicados en la Cuenca del Valle de México, con la finalidad de cuantificar la incidencia de esta industria en el estrés hídrico de la Cuenca, así como la relación que existe entre el valor de la producción y el volumen de agua utilizado. Se realizó un análisis para encontrar el grado de presión hídrico de tres acuíferos más sobreexplotados de la CVM.

La importancia del estudio de las actividades manufactureras en la CVM radica en la participación de la industria manufacturera al Producto Interno Bruto Nacional (PIB), pues aporta aproximadamente el 30% del PIB Nacional, dimensión que obliga a reflexionar sobre los requerimientos de agua por las diferentes actividades de transformación que se desempeñan en la CVM. Esta reflexión es importante porque la CVM registra un estrés hídrico tan elevado (111%) que la ubica como la región más sobreexplotada del país. En particular, en este trabajo interesa investigar una de las industrias más intensivas en el uso del agua presentes en la CVM, que es la industria de bebidas no alcohólicas.

Partiendo de la problemática actual de estrés hídrico en la CVM, y en el contexto de los daños que tiene la sobreexplotación en los acuíferos de la Cuenca, es importante contrastar los beneficios privados que obtiene la industria del agua embotellada, se generó una función de producción con distintas variables, para analizar el comportamiento del valor de producción en función del agua, para lograr calcular los beneficios que se obtiene por litro vendido en el mercado.

Índice General

Resumen	1
Introducción	6
Capítulo 1	
Antecedentes y metodología	10
1.1 Justificación	10
1.2 Hipótesis.....	11
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo General	11
1.3.2 Objetivos Específicos.....	12
1.4 Metodología	13
Capítulo 2	
Escasez absoluta de agua en la Cuenca del Valle de México	17
2.1 Dotación limitada de agua renovable en la CVM	17
2.1.1.1 Delimitación geográfica de la Cuenca del Valle de México.....	18
2.1.2 Producción de agua renovable en la CVM.....	19
2.1.2.1 Disponibilidad Natural	20
2.1.3 Índice de estrés hídrico	22
2.1.4 Disponibilidad de agua para nuevas concesiones en la CVM.....	23
2.1.4.1 Agua subterránea: Acuíferos.....	25
2.1.4.2 Agua superficial.....	27
2.1.5 Índice de Sobreexplotación de acuíferos	30
2.2 Población e industria manufacturera en la CVM	31
2.2.1 Población	32
2.2.2 Economía de la CVM e importancia de la Industria manufacturera	34
2.2.2.1 Intensidad en el uso del agua por la industria manufacturera en la CVM.....	36
2.3 Sinopsis del capítulo.....	38
Capítulo 3	
Impacto de la industria de bebidas no alcohólicas en acuíferos de la CVM	41
3.1 La Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM.....	41
3.1.1 Unidades económicas que forman la Industria de bebidas no alcohólicas.....	41
3.1.2 Dimensión de la Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM.....	43
3.1.3 Estructura mercado de la industria de bebidas no alcohólicas.....	46
3.2 Requerimientos de agua en la producción de bebidas no alcohólicas.....	51

3.3 Extracción de agua subterránea por la industria de bebidas no alcohólicas	54
3.3.1 Establecimientos de la industria de bebidas no alcohólicas que usan agua subterránea.....	54
3.3.1.1 Extracción de agua por establecimiento	54
3.3.2 Acuíferos presionados por la industria de bebidas no alcohólicas.....	59
3.3.2.2 Extracción de agua por la industria de bebidas no alcohólicas por acuífero.....	61
3.3.2.3 Extracción de agua por giro industrial.....	62
3.4 Participación de la industria de bebidas no alcohólicas en el grado de presión de los acuíferos	63
3.4.1 Grado de presión hídrica de la industria de bebidas no alcohólicas por acuífero.....	64
3.4.1.1 Acuífero Cuautitlán-Pachuca.....	66
3.4.1.2 Acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México	67
3.4.1.3 Acuífero Chalco-Amecameca.....	69
3.4.2 Incidencia de la industria de bebidas no alcohólicas en la sobreexplotación de los acuíferos .	71
3.5 Sinopsis del capítulo.....	74
Capítulo 4	78
Beneficios de la industria de refrescos y agua embotellada y uso de agua subterránea en la CVM	78
4.1 Costo del agua subterránea.....	78
4.1.1 Tarifa que paga la industria de bebidas no alcohólicas por el agua subterránea	78
4.2 Valor en el mercado del agua vendida por la industria de refrescos y agua embotellada	85
4.2.1 Valor de la Producción de la industria de refrescos y agua embotellada a partir de agua subterránea	85
4.2.2 Tecnología de la Industria de refrescos y agua embotellada.....	87
4.3 Regulación laxa para frenar la sobreexplotación de los acuíferos	100
4.3.1 Regulación directa: Ordenamientos Jurídicos para proteger los acuíferos	100
4.3.1.1 Zonas de Veda.....	100
4.4 Sinopsis del capítulo	102
Conclusiones generales	105
Referencias Bibliográficas	117
ANEXOS.....	121

Índice de figuras

Figura I.1 Grado de presión sobre los recursos hídricos por región hidrológica administrativa 2015	7
Figura II.1 Estados que conforma la Cuenca del Valle de México	19
Figura II.2 Ciclo Hidrológico de la Cuenca del Valle de México	20
Figura II.3 Acuíferos ubicados en la CVM	26
Figura II.4 Evolución de la densidad de población en la Cuenca del Valle de México	34
Figura II.5 Estructura de la producción en la Cuenca del Valle de México	35
Figura III.1. Ubicación de la Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM	44
Figura III.2 Ubicación de Empresas en la Cuenca por tamaño de establecimiento	48
Figura III.3 Ubicación de los establecimientos que extraen agua de los acuíferos de la CVM.	58
Figura III.4 Ubicación de acuíferos sbreexplotados de los que extraen agua establecimientos de bebidas no alcohólicas	60
Figura III. 5 Extracción de agua subterránea por giro industrial en la industria de bebidas	62
Figura IV.1 Producción y uso del agua por la industria de refrescos y agua embotellada	92
Figura IV.2 Valor marginal del agua de la Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM.	94
Figura IV.3 Valor marginal del agua de la Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM.	97

Índice de tablas

Tabla II.1 Disponibilidad Natural y Media per cápita de agua en la Cuenca Valle de México, 2015	21
Tabla II.2 Categorización del Índice de Falkenmark sobre la escasez de agua	23
Tabla II.3 Disponibilidad media anual de agua subterránea en la CVM (2013-2016)	24
Tabla II.4 Aprovechamiento de agua superficial en la Cuenca Valle de México, 2015	26
Tabla II.5 Disponibilidad media anual en la CVM	28
Tabla II.6 Grado de sobreexplotación de los acuíferos de la CVM	29
Tabla II.7 Población en la Cuenca del Valle de México	31
Tabla II.8 Crecimiento poblacional en la CVM	32
Tabla II.9 Presión de la Industria manufacturera en los recursos hídricos de CVM 2013	33

Tabla III.1 Niveles de agregación de la Industria de bebidas no alcohólicas.....	42
Tabla III.2 Concentración de la industria de bebidas no alcohólicas en los municipios de la CVM	45
Tabla III.3 Ubicación de los establecimientos de la industria de bebidas no alcohólicas en los municipios de la CVM	45
Tabla III.4 Clasificación de establecimientos por tamaño de empresa	47
Tabla III.5 Uso del agua por la Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM.....	52
Tabla III.6 Derechos y volúmenes de extracción de agua de los establecimientos de bebidas no alcohólicas en la CVM.....	56
Tabla III.7 Acuíferos afectados por la industria de bebidas no alcohólicas.....	59
Tabla III.8 Volúmenes de extracción en los acuíferos de la CVM	61
Tabla III.9 Clasificación para calificar el estrés hídrico	65
Tabla III.10 Balance hídrico del acuífero Cuautitlán-Pachuca.....	66
Tabla III. 11 Grado de presión en el acuífero Cuautitlán-Pachuca	67
Tabla III.12 Balance hídrico del acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México	68
Tabla III.13 Grado de presión hídrico del acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México ...	69
Tabla III.14. Balance Hídrico del acuífero Chalco-Amecameca	70
Tabla III.15 Grado de presión en el acuífero Chalco-Amecameca	70
Tabla III.16 Impacto de la Industria de bebidas no alcohólicas en los acuíferos en la CVM	71
Tabla III.17. Relación de la extracción de las industrias de bebidas no alcohólicas con la extracción por todo el sector industrial en los 3 acuíferos	72
Tabla III.18 Uso del agua por la industria manufacturera en la CVM.....	73
Tabla III.19. Comparación del volumen de agua extraído por las industrias de bebidas no alcohólicas y cuantos hogares de México se podría abastecer en un año.	74
Tabla IV.1 Clasificación de las Zonas de disponibilidad.....	80
Tabla IV.2 Tarifas de m ³ de agua de extraídas del subsuelo según Zonas de disponibilidad	80
Tabla IV. 3 Pago de derechos de extracción del agua por establecimiento de la Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM 2015	83
Tabla IV.4. Producción bruta de las industrias que elaboran refrescos y agua embotellada en la CVM 2013.....	86
Tabla IV.5. Variables económicas de los establecimientos de industria de refrescos y agua embotellada	90
Tabla IV.6 Decretos de Veda en los acuíferos presionados por la Industria de bebidas no alcohólicas.....	101

Introducción

La problemática del agua es un tema de preocupación a nivel mundial, cerca de una quinta parte de la población mundial (1.200 millones) habita en áreas que enfrentan escasez de agua, y otro cuarto de la población mundial (1.600 millones) enfrenta recortes en el suministro de agua por insuficiencia de infraestructura para abastecerse de agua de los ríos y acuíferos. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO (2015).

Para México no es indiferente, el acelerado crecimiento poblacional y la explotación de la industria ha tenido sus estragos en los recursos hídricos, no se ha tomado en cuenta plenamente las señales de escasez del agua. La concentración de la población y la actividad económica han creado zonas de alta escasez, no sólo en las regiones de baja precipitación pluvial sino también en zonas donde eso no se percibía como un problema al comenzar el crecimiento urbano. (Becerra, Muñoz, Sainz, 2007).

La mayor parte del agua dulce del país se encuentra en ríos (68.2%), presas (17.8%), acuíferos (11.7%) y lagos y lagunas (2.3%). De manera general, disponibilidad se refiere al balance entre el volumen recibido y perdido de agua. Para la Organización de las Naciones Unidas ONU (2015), una disponibilidad menor a 1,700 m³ por habitante implica “estrés hídrico”. En México, se disponen de 3,737 m³ de agua por habitante. No obstante, ésta disponibilidad es sumamente heterogénea, puesto que hay zonas del país donde el recurso no es escaso y la población es menor.

Ante esta problemática de distribución del recurso hídrico, la Gestión Integral de Recurso Hídrico (GIRH) tiene como fin el promover la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. (Art. 3, LAN, 2004). A partir de la incorporación de la GIRH, se definieron las regiones hidrológico–administrativas (RHA), que consideran a la “cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos y el municipio, representa como en otros instrumentos jurídicos, la unidad mínima de gestión administrativa del país” (Art. 3,

LAN, 2004). La Comisión Nacional del Agua dividió el territorio en trece regiones hidrológico- administrativas¹ (RHA) para facilitar la gestión del sector hídrico

En la región Aguas del Valle de México se tiene una disponibilidad de apenas 160 m³ por habitante por año, que es la región a la cual donde la CVM, esta cifra la sitúa en un grado de presión muy fuerte, pues presenta un porcentaje de 136% que está por encima de la clasificación del 100% para grado de presión. (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2016).

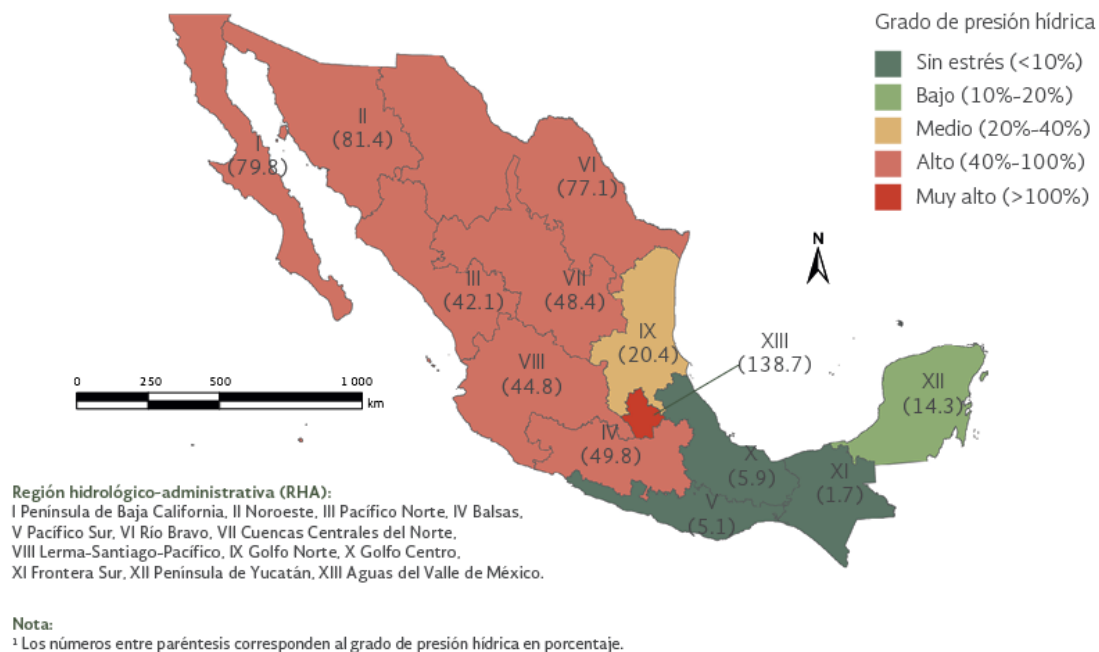


Figura I.1 Grado de presión sobre los recursos hídricos por región hidrológico-administrativa 2015

Fuente: SEMARNAT, Informe del medio ambiente 2015

¹ Las Regiones Hidrológico Administrativas están definidas con criterios hidrológicos y respetando la división política municipal para facilitar la administración e integración de la información socioeconómica. Están conformadas por una o varias regiones hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos. En México se han dividido en 13 regiones que son: I Península de Baja California, II Noroeste, III Pacífico Norte, IV Balsas, V Pacífico Sur, VI Río Bravo, VII Cuencas Centrales del Norte, VIII Lerma-Santiago-Pacífico, IX Golfo Norte, X Golfo Centro, XI Frontera Sur, XII Península de Yucatán y XIII Aguas del Valle de México.

La importancia de estudiar la CVM es por el gran problema ambiental por la falta del recurso hídrico, esto empatado principalmente con dos variables, la gran población que hay dentro de la Cuenca, y su importancia de índole económico. La Población en la CVM actualmente rebasa los veinte millones de habitantes, donde se ubica una de las más importantes zonas metropolitanas del país, que es la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), tal magnitud poblacional ha convertido a la ZMVM en un área crítica a nivel nacional desde todos los puntos de vista, ya que en ésta se genera aproximadamente del 30% del total del PIB en el país, predominando los sectores industrial y de servicios (SEMARNART 2014).

La problemática del agua en la CVM se deriva de la alta demanda que se tiene por el sector público urbano que utiliza el agua para dar servicio de agua potable a la población, y por otra parte la fuerte actividad industrial que requiere de agua, esta problemática se presenta en una zona de escasez de agua, y el principal efecto por la alta demanda de agua, es la sobreexplotación de los recursos hídricos, primordialmente los acuíferos que son la principal fuente de abastecimiento de agua de la CVM.

Esto conlleva a reflexionar acerca de la actividad industrial que realiza de la CVM, ya que por su ubicación geográfica en la Cuenca se encuentran acuíferos en estado de sobreexplotación y estudios previos han demostrado que la actividad industrial tiene una gran demanda de agua. De las industrias que se encuentran en la CVM se encontró que la Industria de tabaco y bebidas es intensiva en el uso del agua. (Morales y Rodríguez 2009). Esta investigación se dirige a la actividad manufacturera de bebidas no alcohólicas, que es una industria intensiva en el uso del agua, y que requiere de un diagnóstico cuidadoso respecto a las implicaciones de su ubicación dentro de una región de elevado estrés hídrico.

Entre otras reflexiones se vislumbra que su abastecimiento de dichas empresas para el mediano y largo plazos no están garantizado, puesto que el escenario de escasez del recurso dentro del Área Metropolitana del Valle de México, que como ya se comentó, puede poner en peligro su abastecimiento; dado que en caso de extrema escasez, este sector sería el más vulnerable de acuerdo con el orden de prelación consignado en la Ley de Agua Nacionales (LAN). J. Morales, L. Rodríguez (2007).

Siendo entonces la Industria de elaboración de refrescos, purificación de agua y elaboración de hielo, un objeto de estudio, dada su ubicación dentro de la CVM, y según datos del

Registro Público de Derechos de Agua (REPDA 2016), estas empresas obtienen el agua que utilizan por medio de extracción de tres de los acuíferos más sobreexplotados de la CVM. Partiendo de esta información, se expone la idea de que la Industria de elaboración de refrescos y purificación de agua, son empresas multinacionales y tienen grandes ganancias a costa del uso intensivo del agua, por lo cual se estimó la relación entre lo que producen estas empresas y el insumo de agua.

Capítulo 1

Antecedentes y metodología

1.1 Justificación

La Ciudad de México presenta un problema crítico: “la escasez de agua”, esta problemática se ha ido generando por el crecimiento desmedido de la población y el excesivo número de industrias que se ubican dentro de la Cuenca. La escasez de los recursos hídricos es sumamente grave en la CVM esto se refleja en el alto nivel de sobreexplotación de los acuíferos y de la dependencia de recursos hídricos importados, que peligran el poder continuar obteniéndolos por problemas económicos y sociales de las Cuencas donde se obtienen.

La Matriz Insumo Producto (MIP) de la CVM 2008, es una base estadística que permite conocer la estructura económica de la región y que registra a la actividad que capta y suministra agua. Los datos de los flujos del agua de la CVM para el 2008 se obtuvieron de CONAGUA (2009) para su consistencia con la matriz MIP CVM- 2008. El estudio realizado por Rodríguez y Morales (2013), se hace un análisis donde se registró la actividad económica en la CVM, con su respectivo consumo de agua donde se observa que la industria de bebidas y tabaco es intensiva en el uso del agua sobresaliendo con una participación del 20 % en el uso del agua en un conjunto de 20 sectores industriales. Por la naturaleza de su proceso de producción; el agua es utilizada como insumo, ya que está directamente involucrada en el proceso de producción y registra un promedio mayor de la utilización de agua virtual por todas las actividades, por ende se tiene un uso intensivo del agua por parte de esta industria. (Rodríguez, Morales, Sosa, Altamirano, Torres 2015).

Se detectó que una industria tiene una sobreexplotación de recursos hídricos, entre otros, por lo que merece ser estudiada; por estos motivos es necesario determinar que la industria de bebidas no alcohólicas es altamente intensiva en el uso del agua; para estudiar el impacto que está produciendo en el problema hídrico y en posibles problemas económicos de la misma empresa. Este contexto obliga a revisar a las industrias intensivas en agua para analizar la

situación y dar a conocerla incidencia que tiene la industria de bebidas no alcohólicas sobre los recursos hídricos.

Los problemas que la industria de bebidas no alcohólicas registra en la CVM demandan una revisión para identificar la presión que ejerce sobre el uso de agua, así como su impacto en la sobreexplotación de los acuíferos, para tener datos numéricos y poder comprobar el daño que está provocando la actividad industrial.

La problemática ambiental que interesa investigar es la relación que tienen estas industrias de las bebidas no alcohólicas en la sobreexplotación de los recursos hídricos de aguas subterráneas; dado que en la Cuenca se registra una sobreexplotación de dichos recursos del orden del 210%.

Al involucrar el ciclo hidrológico del agua dulce con sus respectivos volúmenes, y las aportaciones de otras cuencas. Se tiene un flujo de agua; notando que las pérdidas ya sea naturales perteneciente al ciclo hidrológico, salidas de aguas residuales, extracciones, etc., se tiene que son mayores que las recargas; lo cual nos da como indicador una sobreexplotación del recurso hídrico, dando como interrogativa como compite la industria de las bebidas no alcohólicas en la extracción.

1.2 Hipótesis

La operación de la industria de elaboración de refrescos, hielo y purificación y embotellado de agua la CVM tiene importantes impactos negativos sobre el estrés de los recursos hídricos, al mismo tiempo que produce elevadas ganancias en el sector, de tal forma que es cuestionable el que las ganancias del sector sean a costa de los daños sobre los recursos hídricos subterráneos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Identificar el impacto que causa la industria de bebidas no alcohólicas a los recursos hídricos ubicados en la Cuenca del Valle de México, para medir su incidencia en el estrés hídrico que registra la CVM.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar y caracterizar (tamaño de empresa, ubicación y giro)
2. Determinar la fuente de extracción de agua y medición de sus volúmenes.
3. Relacionar los acuíferos sobreexplotados de la CVM y la presencia de la Industrias de bebidas no alcohólicas.
4. Identificar la presión de la Industria de bebidas no alcohólicas sobre el estrés de los acuíferos
5. Identificar las ganancias de la Industria de bebidas no alcohólicas con el uso del agua subterránea.
6. Analizar la relación entre la producción de las industrias y el uso de agua subterránea.

1.4 Metodología

El diseño de la metodología del trabajo presente consta de una serie de pasos y de la obtención e interpretación de información de diversas fuentes. La parte principal de esta investigación es poder demostrar de manera cuantitativa la presión que ejerce la Industria de bebidas no alcohólicas sobre los recursos hídricos; es necesario que la información sea sustentada por fuentes oficiales como lo es INEGI, CONAGUA, entre otros.

El procedimiento se dividió en 4 módulos:

Módulo 1: Diagnóstico de los recursos hídricos y presencia de la industria de bebidas no alcohólicas en la CVM

El objetivo principal de este módulo fue definir la industria de bebidas no alcohólicas; tamaño, ubicación geográfica, nombre o razón social y tamaño de las empresas, para la obtención de esta información fue un largo proceso de selección de esta; se recurrió a la herramienta de INEGI Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). El cual adicional a la información de las empresas se puede obtener los datos georreferenciados de la ubicación de estas empresas, que se utilizó mediante el programa ArcGis Para poder ilustrar la dimensión que tiene esta industria mediante un mapa.

Una vez que se ubicaron los establecimientos dentro de la CVM, el paso a seguir fue obtener las fuentes de abastecimiento de estas industrias, este paso se dividió en dos partes: la primera fue buscar aquellos establecimientos que cuentan con una concesión de extracción; esta información se obtuvo con una meticoloso búsqueda en el sistema de Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) con el nombre del establecimiento y la dirección se obtuvieron datos como el volumen de extracción que ampara la concesión, así como el acuífero del que se extrae el agua. La segunda parte en este proceso fue determinar aquellos establecimientos que utilizan agua del suministro público, este dato se obtuvo con los Censos Económicos de INEGI, se buscaron aquellos establecimientos que no tiene una concesión de extracción de agua y mediante la búsqueda interactiva de los censos se solicita la variable del pago por consumo de agua.

Con los volúmenes de agua y ubicado los acuíferos explotados por la industria de bebidas no alcohólicas se procedió a revisar la situación de estos acuíferos, para esto se requirió de las

publicaciones del Diario Oficial de la Federación “actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea” de cada acuífero, para obtener los balances hídricos y así poder medir el grado de sobreexplotación de cada acuífero.

En este apartado también se hizo una revisión y cálculos para obtener la Disponibilidad de la CVM para nuevas concesiones siguiendo la metodología indicada en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015, esta metodología se aplicó también para los 7 acuíferos de la Cuenca.

Módulo 2: Análisis de impacto de la industria de bebidas no alcohólicas.

En este módulo se hicieron una serie de cálculos para poder dar como resultado una cifra para demostrar cómo está presionando la industria de bebidas no alcohólicas en los acuíferos de la CVM, para ello se midió el Grado de estrés hídrico de los acuíferos con la información obtenida de DOF y los volúmenes que extrae la industria (REPDA) . Con esta información se logró hacer una relación (con los volúmenes de extracción por la industria y el grado de estrés hídrico de cada acuífero) esta relación representa la participación de la industria de bebidas no alcohólicas en el estrés hídrico que sufren los acuíferos de la CVM. El segundo indicador para medir el impacto de la industria de bebidas no alcohólicas en los acuíferos de la CVM fue medir el estrés hídrico de cada acuífero y obtener una relación con el volumen que extrae la industria de bebidas no alcohólicas.

Módulo 3: Legislación de aguas.

Para este procedimiento se llevó a cabo una búsqueda minuciosa en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) para encontrar la tarifa por metro cubico por aprovechamiento de uso industrial, siguiendo la metodología que menciona el artículo 231 de la Ley Federal de Derecho en materia de agua.

También se revisó la LAN en materia de medidas regulatorias para cuerpos de agua explotados, con las publicaciones de DOF se determinó las zonas de veda.

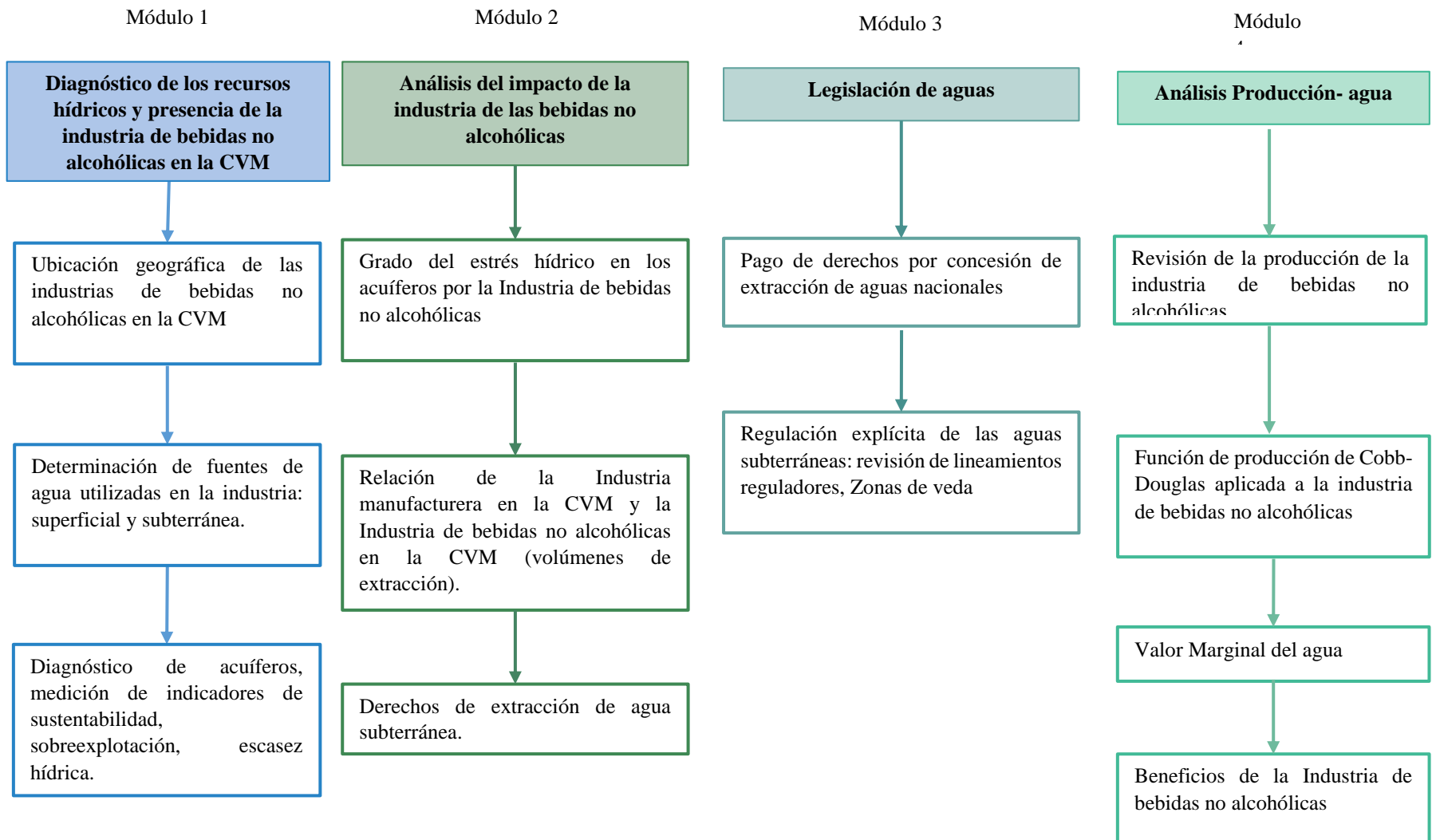
Módulo 4: Análisis-Producción-agua.

Para este apartado se requiero de la una cuidadosa selección de la información, para determinar los valores de la producción de las empresas de la industria de bebidas

alcohólicas, así como otras variables económicas, consto de un procedimiento que partió de la información recaba de DENUe las variables claves que se obtuvieron de esta fuente fue el giro de actividad industrial de las empresas y su tamaño (sean grandes, medianas o pequeñas o micro empresas determinadas por su número de trabajadores) y la dirección de estas, con estas variables se procedió a la búsqueda en los Censos Económicos, donde cuidadosamente se empato esta información; ya que por la Ley Federal de Protección de Datos Personales en posesión de los Particulares, INEGI no muestra el nombre de las empresas a las que pertenece la información. De esta manera se logró encontrar con precisión los montos de producción, capital activo fijo, gasto por bienes y servicios.

Teniendo las variables económicas definidas se construyó la función de producción para determinar la importancia del agua en la industria de bebidas no alcohólicas mediante la Función de Cobb-Douglas. Con lo que se obtuvo la sensibilidad a describe que si se produce un incrementos porcentuales en el uso del agua, para posterior obtener el valor marginal del agua, se graficó el valor marginal y el volumen de agua, con dicha grafica se obtuvo el área bajo la curva, y finalmente mediante integración, calcular los beneficios de la industria de bebidas no alcohólicas.

A continuación se muestra un esquema resumido de las principales actividades realizadas dentro de la investigación que forman parte de la metodología:



Capítulo 2

Escasez absoluta de agua en la Cuenca del Valle de México

2.1 Dotación limitada de agua renovable en la CVM

2.1.1 La cuenca como unidad de captación de agua

Una cuenca hidrográfica es una zona del territorio delimitada topográficamente que desagua mediante un sistema fluvial, es decir la superficie total de tierras que desaguan en un cierto punto de un curso de agua o río. Constituye una unidad hidrográfica descrita como una unidad físico-biológica y también como unidad socio-política para la planificación y ordenación de los recursos naturales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, 1992).

Cuenca hidrológica se define como la unidad del territorio, normalmente delimitada por un parteaguas o divisoria de las aguas, en donde vierte el agua en distintas formas y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC 2016).

La CVM es una cuenca endorreica² ya que está delimitada por los parteaguas formados por las cordilleras que unen las cimas que fluyen de sur a norte. (Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía, PRONACOSE 2014), un área en la que el agua no tiene salida fluvial (El término Fluvial refiere a todo aquello vinculado o en relación con los ríos) hacia el océano.

La principal fuente de abastecimiento de agua en la CVM son siete acuíferos que se ubican dentro de ésta. Un acuífero es una formación geológica subterránea capaz de contener y transmitir agua en grandes cantidades, se entiende como formaciones de rocas que dejan mover el agua a través de ellas bajo condiciones normales y son capaces de suministrarla

² En geografía, una cuenca endorreica es un área en la que el agua no tiene salida fluvial hacia el océano. El término tiene raíces griegas, *endo*, "interior" y *rhein*, "fluir". Real Academia Española.

por gravedad o bombeo para almacenar y transmitir agua susceptible de ser explotada en cantidades económicamente apreciables para atender diversas necesidades (De la Lanza G., Cáceres C. Adama S., Hernández S, 2007). Existen dos tipos de acuíferos, confinado y libre. Los acuíferos confinados se caracterizan porque el agua se encuentra entre capas de tierra a presión, siendo el volumen de agua una fuerza que da estabilidad al terreno, de manera que al extraer agua de ellos se tienen hundimientos por la pérdida de volumen, y que para su explotación se debe extraer del subsuelo con métodos diversos como lo es la perforación de pozos. Este tipo de acuífero es el que se encuentra en la CVM.

2.1.1.1 Delimitación geográfica de la Cuenca del Valle de México

La CVM se localiza en la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano y tiene un área aproximada de más 9000 kilómetros cuadrados. El Valle, situado a una altitud cercana a los 2,400 metros sobre el nivel del mar, es el más alto de la región y se encuentra rodeado por montañas que alcanzan elevaciones superiores a los 5000 metros. (Academia Nacional de Ingeniería A.C.1995). En esta área se hallan las ciudades de Pachuca, Tizayuca, Amecameca, Texcoco, Apan, entre otras y casi toda la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, con excepción de la zona perteneciente al municipio de Huixquilucan.

Desde el punto de vista de su delimitación política, la CVM abarca áreas de cuatro entidades federativas que señaladas en orden de mayor a menor participación son, Estado de México, Ciudad de México, Hidalgo y Tlaxcala (Figura II.1). En términos específicos, la CVM está conformada por la Ciudad de México (16 delegaciones equivalentes a municipios), por 50 municipios del Estado de México, 15 municipios en Hidalgo y solamente 4 municipios en Tlaxcala.

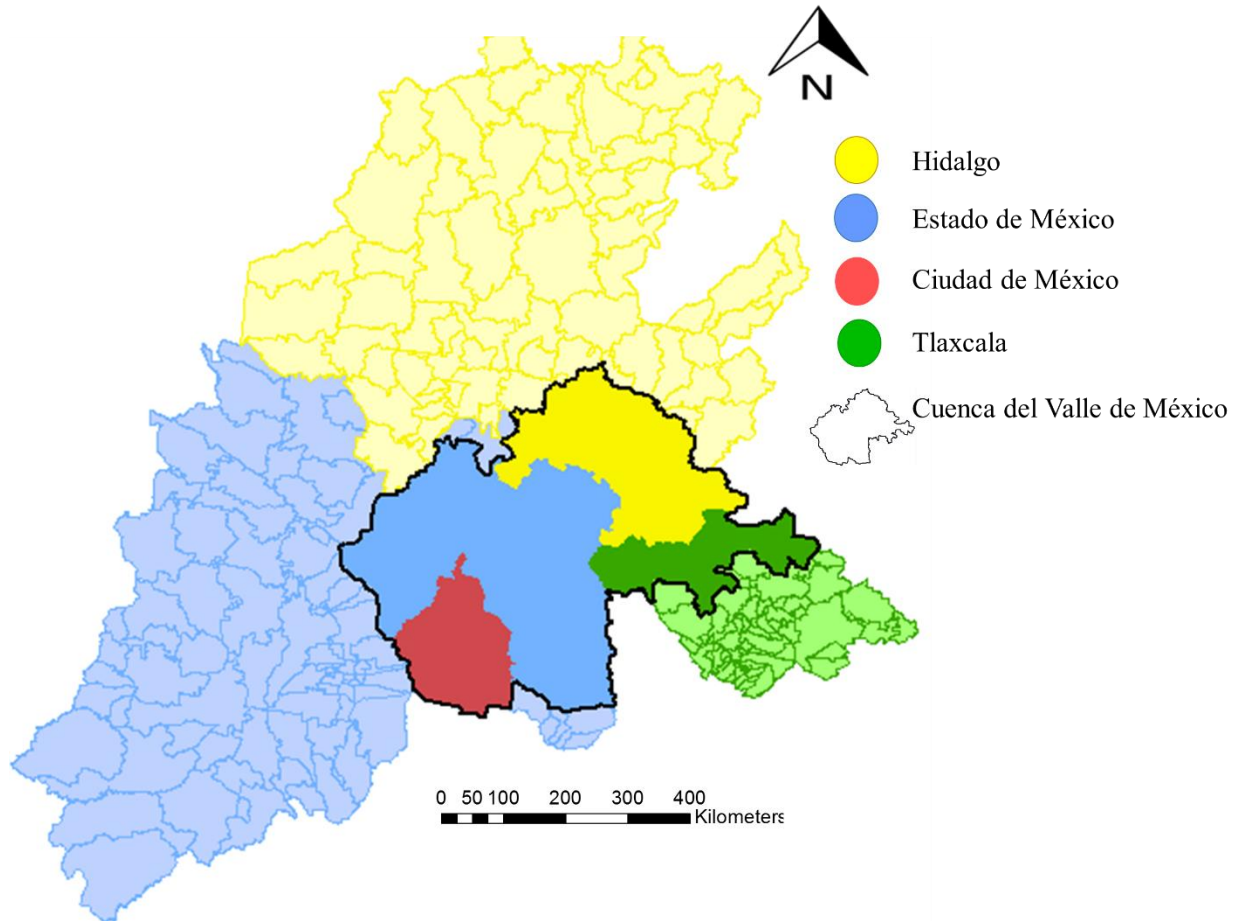


Figura II.1

Estados que conforman la Cuenca del Valle de México

Fuente: Elaborado a partir de datos Georreferenciados de INEGI 2016 en el programa Arcgis 10.1 ESRI

2.1.2 Producción de agua renovable en la CVM

Como se mencionó, la Cuenca del Valle de México es endorreica por sus características geográficas, almacena el agua de lluvia en una especie de tazón, siendo esta su única entrada de agua para su abastecimiento (Figura 1.2). El Balance Hidrológico de la cuenca relaciona las variables (precipitación, evotranspiración, escurrimiento, entre otras) que intervienen en el ciclo hidrológico anual. Se aplica en todos los casos que tienen que ver con la distribución de los recursos hidráulicos a nivel global, o en cuencas particulares.

En la figura II.2 se muestra el Ciclo hidrológico en la CVM. Un balance hídrico analiza la entrada y salida de agua en la cuenca a lo largo del tiempo (un año en este caso), tomando en consideración los cambios en el almacenamiento interno bajo diferentes escenarios.

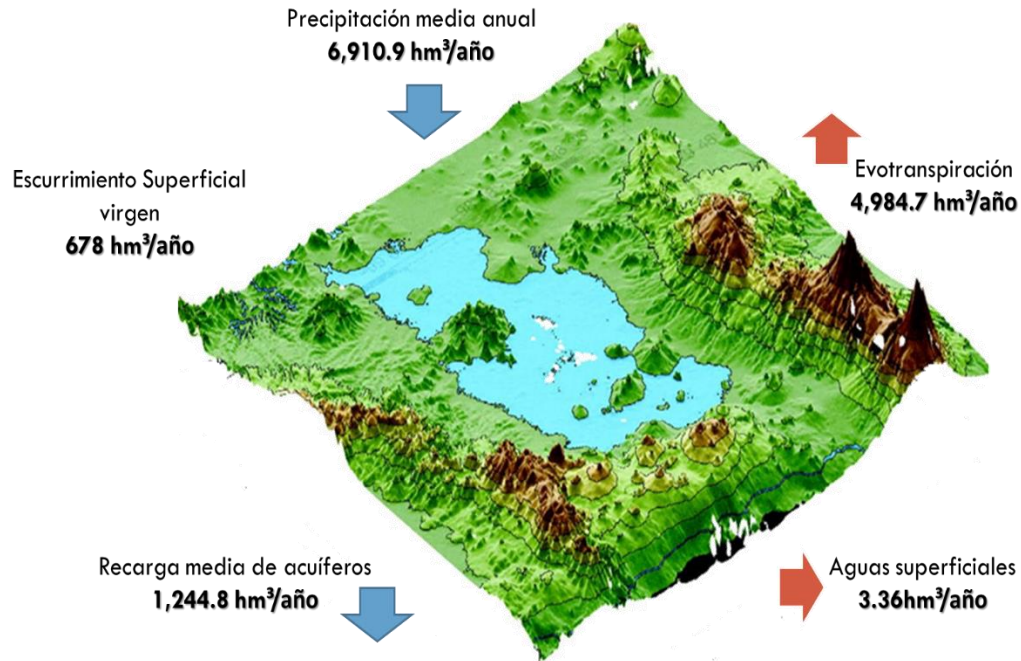


Figura II.2

Ciclo Hidrológico de la Cuenca del Valle de México

Fuentes: Imagen Topografía del Valle de México Boletín de la sociedad Geológica Mexicana 2015, Datos Gómez, R., 2013

2.1.2.1 Disponibilidad Natural

La fuente natural de agua en la CVM es la que proporciona el Ciclo Hidrológico, es decir, el agua que abastece la naturaleza por medio de la lluvia año con año y que por su repetición constante se denomina agua renovable. El agua de lluvia acumulada en la superficie se denomina Esguerrimiento superficial virgen medio y la que se infiltra en el subsuelo y se acumula se denomina Recarga media de acuíferos. Ambas magnitudes de agua se suman y definen el volumen total de agua renovable captada en forma natural en una cuenca o región específica, y definen lo que se denomina *disponibilidad natural base media de agua* (DNBM) (CONAGUA 2015). La DNBM, se forma con la agregación del *Esguerrimiento*

*superficial virgen medio*³ y la *Recarga media de acuíferos*⁴. Lo más frecuente es que este volumen de agua se renueve cada ciclo hidrológico, aunque es posible que llegue a variar dependiendo de diversos factores tanto naturales (sequías, zonas de recarga, volumen de precipitación, etc.), como antropogénicas (cambio climático, reducción de las zonas de recarga, crecimiento de la mancha urbana, contaminación de cuerpos de agua, etc.).

El volumen de agua que define la DNBM para la CVM se estima cada año y es una magnitud estable, para el 2015 esta magnitud alcanzó el valor de 1922.84 hm³/año (Tabla II.1). Esta magnitud constituye la oferta de agua que la cuenca ofrece para realizar las actividades económicas y para la población sin afectar los recursos hídricos de la misma en tanto que dicho volumen se renueva cada año y es la magnitud ideal para utilizar en la misma y garantizar un uso sustentable del recurso hídrico.

Tabla II.1
Disponibilidad Natural y Media per cápita de agua en la CVM, 2015

Región	Escurrimiento superficial virgen medio (Hm³)^a	Recarga media de acuíferos (Hm³)	Disponibilidad natural base media (DNBM hm³)	Población (hab/millones)	Disponibilidad natural base media per cápita (Índice de Falkenmark m³/hab)
CVM	678.037	1,244.8	1,922.84	21.7	88.83
País	354,990	91,788	446,778	119.53	3,737.77
%	0.19	1.35	0.43	18.15	2.38

Fuente. CONAGUA estadísticas del agua 2016, Atlas del agua en México 2015, Programa Nacional Hídrico 2013-2018

Como se puede observar en la tabla, en la última fila se estima la participación de la DNBM de la CVM respecto a la del país, mostrando que significa menos de medio punto porcentual (0.43%), lo que indica la mínima importancia de esta región en la riqueza hídrica del país. En contraste a su mínima participación en el agua renovable del país, destaca su enorme

³ Se le llama Escurrimiento superficial virgen medio al volumen de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica.

⁴ Se le llama Recarga media de acuíferos al volumen de agua que recibe un acuífero, en un intervalo de tiempo específico CONAGUA 2015.

participación dentro de la población del país (18.15%), esto muestra que la CVM tiene una gran población frente a una muy baja dotación natural de agua renovable.

2.1.3 Índice de estrés hídrico

El volumen de agua que aporta la naturaleza para su aprovechamiento en una determinada región en un año (DNBM) es la base para construir un indicador que dimensione si su utilización respeta o se acota al agua renovable; o por el contrario se extiende más allá de este nivel. En el caso de que una región que utilice el total de la DNBM del agua se ubica dentro del umbral de un manejo no sustentable del recurso.

La DNBM del agua es la magnitud internacionalmente utilizada para generar un indicador de estrés hídrico para diversas regiones en el mundo. El indicador relaciona la DNBM de agua en la región considerada entre su respectiva población, medida que indica la DNBM per cápita, que revela la cantidad de agua renovable disponible por habitante en la región. Este indicador de estrés hídrico es mundialmente conocido como **Índice de Falkenmark (IF)**⁵.

El Índice de Falkenmark se clasifica en 4 rangos que definen diferentes grados de estrés hídrico, cada rango determina un nivel mínimo y máximo de DNBM por habitante ($\text{m}^3/\text{hab}/\text{año}$). El rango 1 define a las regiones con menos de $500 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$ de agua renovable y se califican en *escasez hídrica absoluta*, el rango 2 y 3 clasifican a las regiones con 501 a $1700 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$ de agua renovable y las califica en regiones con *escasez hídrica* y *estrés hídrico* respectivamente. El rango 4 incluye regiones que registran valores mayores a $1700 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$, señalando que la disponibilidad de agua renovable por habitante es alta y no representa ningún problema dentro de la cuenca o país y que por lo tanto *no enfrenta estrés hídrico* (Tabla II.2).

⁵ El Índice fue desarrollado por la sueca experta en agua Malin Falkenmark en 1989, actualmente este es uno de los indicadores más comúnmente usados. Originalmente, el indicador se basó en la estimación que una unidad de flujo de $1,000,000 \text{ m}^3$ de agua puede mantener a 2,000 personas en una sociedad con un alto nivel de desarrollo, usando a Israel como referencia para calcular los recursos per cápita de agua renovable total anual (Water Strategy Man, sf)

Tabla II.2
Categorización del Índice de Falkenmark sobre la escasez de agua

Rangos	Disponibilidad natural media per cápita m ³ /hab/año	Nivel de estrés
4	> 1700	No estrés
3	1001-1700	Estrés hídrico
2	501-1000	Escasez hídrica
1	< 500	Escasez hídrica absoluta

Fuente. (Brown & Matlock, 2011)

En la CVM la DNBM es de 1,922.84 hm³ para el año 2015, y relacionarlo con su población 21.4 millones de habitantes registra un valor del Índice de Falkenmark de 88.83 m³/hab/año, resultado que la clasifica en el rango 1 definida en “**Escasez hídrica absoluta**”. Este valor se explica por la gran cantidad de población que se asienta en una región con una disponibilidad de agua renovable muy reducida. En términos comparativos, a nivel nacional, el IF más alto lo presenta la Región Hidrológico-Administrativa XI, Frontera Sur, con 18,852 m³/hab/año clasificándola como región sin estrés (CONAGUA 2016).

Aun cuando este indicador tiene ciertas limitantes, ya que no refleja factores locales de la región, si es una medida que permite visualizar el grado de afectación del recurso y las consecuentes limitaciones que la población enfrenta y es ampliamente utilizado para estudios comparativos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

2.1.4 Disponibilidad de agua para nuevas concesiones en la CVM

La autoridad responsable de concesionar el uso del agua en el país es CONAGUA, quien determina la potencialidad de extender concesiones a través de un indicador que mide la cantidad de agua que se puede extraer de un cuerpo de agua en determinado momento. El indicador que aplica CONAGUA se denomina **Disponibilidad media anual de agua** (DMA) y mide el agua que puede ser sujeta de concesión bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015. El indicador en esta sección es distinto al visto en la sección previa, y tiene el objetivo específico de justificar el otorgamiento o no de derechos.

La NOM-011-CNA-2015 especifica que para determinar la DMA en cuencas hidrológicas y en unidades hidrogeológicas se deben evaluar cuerpos de agua por separado, la Disponibilidad media anual de agua superficial y la Disponibilidad media anual de agua subterránea. Para determinar ambos indicadores en la CVM se aplicó la norma para sus recursos superficiales (DMAS) y subterráneos (DMAAS):

Los resultados agregados para ambos cuerpos de agua se presentan en el siguiente cuadro, que definen la Disponibilidad media anual de agua en la CVM para el otorgamiento de nuevos derechos de extracción (tabla II.3).

Tabla II.3
Disponibilidad de agua para concesionar en la CVM

Disponibilidad media anual agua CVM	
Disponibilidad media anual de agua	Hm ³ /año
Subterránea (DMAAS)	71.43
Superficial (DMAS)	340.881
CVM	412.311

Fuente: NOM-011-CNA-2015, DOF 2016, CONAGUA (2016 a)

El volumen potencial de agua sujeto a posibles concesiones es de 412.311 Hm³/año, siendo el agua superficial la que ofrece el 82% y el agua subterránea el 18%. Estos resultados son alarmantes en el sentido de que para CONAGUA aún existe un volumen potencial de agua para concesionar, en contraste con el indicador previo que muestra el nivel absoluto de escasez de agua en esta cuenca.

Los volúmenes que según CONAGUA se pueden concesionar son, para el agua subterránea una magnitud de 71.43 hectómetros y los cuerpos de agua superficiales solo 340.88 Hm³/año, que son totalmente insuficientes para las nuevas necesidades de una metrópoli como la ZMVM. La DMA que estima la CONAGUA no tiene como límite la cantidad de agua renovable al año, por lo que no tiene el objetivo de un manejo sustentable del recurso.

En los siguientes dos apartados se detalla el cálculo para los acuíferos y cuencas hidrológicas presentes en la CVM.

2.1.4.1 Agua subterránea: Acuíferos

El agua subterránea es la que se encuentra bajo la superficie terrestre y ocupa los poros y las fisuras de las rocas más sólidas. CONAGUA es la institución responsable de medir la cantidad de agua que existe en el acuífero y quien otorga permisos para su explotación.

La cantidad de agua que define la disponibilidad media anual de agua subterránea (DMAAS) se determina de la siguiente forma siguiendo el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015. Las especificaciones y el método para su cálculo se definen por la siguiente expresión en términos sintéticos:

$$\begin{array}{l} \text{Disponibilidad media anual de} \\ \text{agua subterránea} \\ \text{en una unidad} \\ \text{hidrogeológica} \\ \text{(DMAAs)} \end{array} = \frac{\text{Recarga total}}{\text{media anual}} - \frac{\text{Descarga natural}}{\text{comprometida}} - \frac{\text{Volumen anual de}}{\text{aguas subterráneas}} - \frac{\text{concesionado o inscrito}}{\text{en el REPDA}}$$

- **Recarga total media anual:** corresponde con la suma de todos los volúmenes de agua que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural (por la lluvia del año), más la recarga inducida.
- **Descarga natural comprometida**, fracción de la descarga natural de un acuífero, que está comprometida para diversos usos o que debe conservarse para prevenir un impacto ambiental negativo a los ecosistemas o la migración de agua de mala calidad a un acuífero.
- **Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA:** El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA).

El agua que se encuentra en el subsuelo de la CVM se ubica en 7 acuíferos, que se muestran en la siguiente figura, Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Texcoco, Cuautitlán-Pachuca, Chalco-Amecameca. Apan, Soltepec, Tecocomulco (Figura II.3).

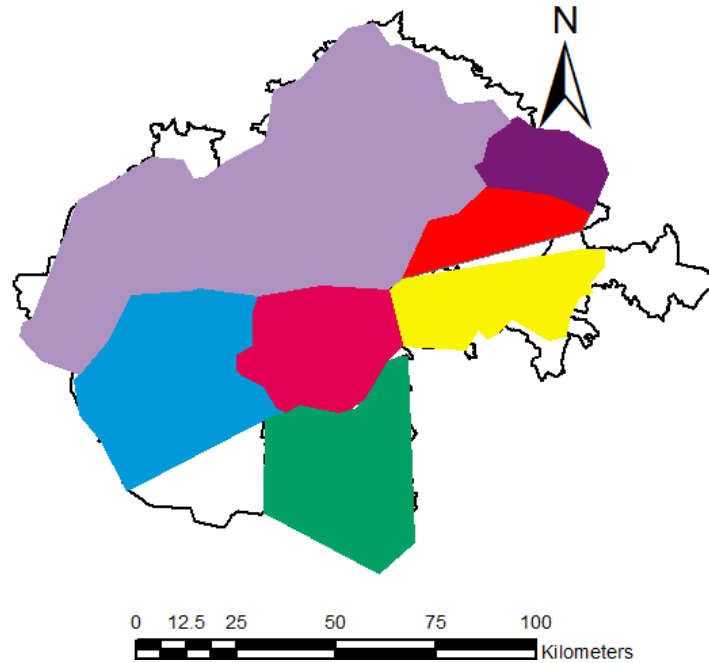









Figura II.3

Acuíferos ubicados en la CVM

Fuente: Imagen: Elaborado a partir de datos Georreferenciados de INEGI 2016,

Tabla II.4

Disponibilidad media anual de agua subterránea en la CVM (2013-2016)

Acuíferos	Disponibilidad media anual agua subterránea (DMAAS) Hm ³ /año
 Zona Metropolitana de la Ciudad de México ^a	0.0
 Texcoco ^b	0.0
 Cuautitlán-Pachuca ^c	0.0
 Chalco-Amecameca ^d	0.0
 Apan ^e	10.93
 Soltepec ^f	34.52
 Tecocomulco ^g	25.98
Disponibilidad media anual del agua subterránea en CVM	71.43

Fuente: Elaboración a partir de DOF 2016, CONAGUA (2015 a), CONAGUA (2015b), CONAGUA (2015c), CONAGUA (2015d), CONAGUA (2015e), CONAGUA (2015f), CONAGUA (2015g).

En la Tabla II.4 se muestra que 4 acuíferos de la CVM registran una disponibilidad de cero, esto quiere decir que no tienen agua disponible para otorgar nuevas concesiones para extracción de agua y que justifica que sean zonas de veda. Además, las actuales concesiones explican un déficit de agua en los mismos y no se justifica en ninguna forma la cuantiosa extracción de agua que se continúa haciendo en los mismos (la extracción rebasa su recarga natural, originando una serie de problemas ambientales). Para determinar la disponibilidad media anual de agua subterránea en la CVM se suman las disponibilidades respectivas de los siete acuíferos y se obtiene una DMAAS de 71.43 hm³ que la explican los tres acuíferos ubicados en la periferia de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Apan, Soltepec y Tecocomulco.

2.1.4.2 Agua superficial

La Cuenca Valle de México se define por siete cuencas superficiales: Xochimilco, Rio La Compañía, Tochac-Tecocomulco, Rio de las Avenidas de Pachuca, Texcoco, Ciudad de México y la cuenca del Rio Cuautitlán.

De acuerdo con la NOM-011-CNA-2015, la disponibilidad de agua superficial se determina en la salida de la cuenca hidrológica mediante la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{Disponibilidad media anual de} &= & \text{Volumen medio anual de} & - & \text{Volumen anual actual} \\ \text{agua superficial en la cuenca} & & \text{escurrimiento de la cuenca} & & \text{comprometido aguas abajo} \\ \text{hidrológica (DMAS)} & & \text{hacia aguas abajo} & & \end{aligned}$$

Para determinar el volumen de escurrimiento se define la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{Volumen medio} &= & \text{volumen medio} & + & \text{volumen} & + & \text{volumen anual} & + & \text{volumen anual de} \\ \text{anual de} & & \text{anual} & & \text{medio} & & \text{de} & & \text{anual de} \\ \text{escurrimiento de la} & & \text{de escurrimiento} & & \text{anual de} & & \text{retornos} & & \text{importaciones} \\ \text{cuenca hacia aguas} & & \text{desde la cuenca} & & \text{escurrimiento} & & & & \\ \text{abajo} & & \text{aguas arriba} & & \text{natural} & & & & \end{aligned}$$

- volumen anual de exportaciones - volumen anual de extracción de agua superficial - volumen medio anual de evaporación en embalses - volumen medio anual de variación de almacenamiento en embalses

Los resultados para de DMAS se muestran en la Tabla II.6. El agua superficial potencialmente disponible en toda la cuenca alcanza un valor de 340.88 Hm³/año (7 cuencas hidrográficas), lo que en principio se podría interpretar como que existe la posibilidad de otorgar derechos de aprovechamiento de agua superficial, no obstante, al analizar por cuenca hidrológica encontramos problemas para el otorgamiento de dichos derechos.

Tabla II.5

Disponibilidad media anual agua superficial para concesiones en la CVM, 2015

Cuenca hidrográfica	Volumen medio anual de escurrimiento natural (VAEN) Hm ³ /año	Volumen anual de extracción de agua superficial mediante títulos inscritos en el REPDA (VAEASp) Hm ³ /año	Disponibilidad media anual agua superficial Hm ³ /año DMAS	Disponibilidad media anual agua superficial (DMAS) Hm ³ /año
Xochimilco	44.121	17.257	26.864	26.864
Río La Compañía	78.111	9.115	68.996	68.996
Tochac-Tecocomulco	76.071	7.918	68.153	68.153
Río de las Avenidas de Pachuca	123.562	16.288	107.274	107.274
Texcoco	83.172	13.578	69.594	69.594
Ciudad de México	190.136	641.559	-451.423	0
Río Cuautitlán	82.864	93.553	-10.689	0
Total	678.037	799.268	-121.231	340.881

Nota: El volumen anual de extracción de agua superficial incluye los títulos inscritos actualmente en el REPDA y a los títulos en proceso de inscripción a la dependencia.

Fuente: Rodríguez L. 2017.

De acuerdo con la Tabla II.5, en las cuencas hidrográficas Ciudad de México y Río Cuautitlán se ha concesionado agua más allá del volumen medio anual de escurrimiento natural, situación que denota sobreexplotación de dichos cuerpos de agua. El Río La

Compañía es uno de los que presenta mayor deterioro de los cuerpos de agua superficiales de la región (CONAGUA 2013a).

En el cuadro destaca que el Volumen medio anual de escurrimiento natural que captan los cuerpos de agua superficial (618 Hm³) es menos de una tercera parte de la recarga del agua subterránea (Tabla II.1), lo que muestra que el agua superficial es la fuente menos significativa para el abastecimiento de agua en esta cuenca. Además, no existen presas importantes que capten el agua superficial, ya sea porque un área significativa de la misma está urbanizada y no hay forma de hacer infraestructura de captación importante del agua de lluvia.

La Disponibilidad media anual de agua para otorgamiento de nuevos derechos de extracción en la CVM siguiendo la norma de CONAGUA es de 412.311 Hm³/año (tabla II.6), que para las necesidades de la cuenca resulta insuficiente y muestra nuevamente la escasez absoluta de agua en la misma.

Tabla II.6
Disponibilidad media anual en la CVM

Disponibilidad media anual agua CVM	
Disponibilidad media anual de agua	Hm ³ /año
Subterránea	71.43
Superficial	340.881
CVM	412.311

Fuente: Elaboración a partir de DOF 2016, CONAGUA (2016 a)

Los acuíferos ofrecen solo una magnitud de 71 hectómetros que son totalmente insuficientes para las nuevas necesidades de una metrópoli como la ZMVM.

La problemática que enfrenta el agua superficial, es la mala Calidad que tienen los ríos, en el Valle de México se registró que el 70% de sus cuerpos de agua se encuentran altamente contaminados.

Un ejemplo de esta problemática son los ríos de la zona de Texcoco, en la CVM, ya que reciben descargas de aguas residuales no tratadas. Hasta antes de este estudio no se tenía un inventario de fuentes de contaminación y se desconocía la cantidad de contaminantes de las descargas.

2.1.5 Índice de Sobreexplotación de acuíferos

Un acuífero (como cualquier cuerpo de agua) se encuentra en sobreexplotación cuando la extracción de agua del mismo presenta un ritmo superior al de la recarga natural. Si la situación de sobreexplotación se mantiene, es posible que los acuíferos terminen incluso agotándose. Esta situación implica el consumo progresivo del agua que se encontraba almacenada en años ancestrales, y acarrea numerosas consecuencias negativas, como, por ejemplo: un gradual encarecimiento de la producción, problemas en los cursos de agua o entre usuarios y, frecuentemente, una degradación de la calidad del agua.

El método del balance hídrico directo es un método empírico que estima el balance de todo un sistema hídrico, utilizando el cálculo de la precipitación mensual y anual para el año hidrológico en análisis, y la estimación de la evapotranspiración potencial mensual y anual (Marini & Piccolo, 2000). Este método fue aplicado para cada acuífero para medir si se registra una sobreexplotación del agua que contiene, y se basa en la medición de las diferentes entradas y salidas de agua del acuífero.

En este apartado interesa conocer el grado de sobreexplotación de los acuíferos de la cuenca, por lo que en la siguiente tabla se describe la diferencia entre la recarga y la extracción en cada uno de ellos (la extracción se mide por todos los derechos de extracción que extiende CONAGUA). A la diferencia entre ambas medidas en el caso de ser negativa se le denomina déficit, ya que indica una extracción más allá de su recarga.

En la Tabla II.7 se observa que cuatro acuíferos presentan déficit, y sólo tres registran un superávit insignificante. Este déficit relacionado con la recarga define lo que se conoce como grado de sobreexplotación, y es claro que todos los acuíferos se califican en sobreexplotación que van de la “Extinción” hasta en “riesgo”. Específicamente, cuatro acuíferos presentan un grado de sobreexplotación grave, el acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México es calificado en “Extinción” ya que se está extrayendo más del doble de lo que se recarga, el acuífero Texcoco está en “Extremo” grado de sobreexplotación y en lo que refiere a los acuíferos Cuautitlán-Pachuca y Chalco-Amecameca se califican con una “Alta” sobreexplotación. Los acuíferos Apan, Soltepec y Tecocomulco registran una sobreexplotación calificada “en riesgo”.

En la siguiente tabla (II.7) se presentan los resultados de evaluar el grado de sobreexplotación de cada uno de los 7 acuíferos pertenecientes a la CVM:

Tabla II.7
Grado de sobreexplotación de los acuíferos de la CVM

Acuífero	Recarga total Hm ³ /año	Extracción (volumen concesionado ante el REPDA) Hm ³ /año	Déficit= Recarga – extracción	Grado de sobreexplotación % (Recarga – extracción)/Recarga	Grado de sobreexplotación %
Zona Metropolitana de la Cd. México ^a	512.80	1,103.98	-591.18	115.2%	Extinción
Texcoco ^b	145.10	246.48	-101.38	69.8%	Extrema
Cuautitlán- Pachuca ^c	356.70	415.07	-58.37	16.3	Alta
Chalco- Amecameca ^d	79.30	97.63	-18.33	23.1	Alta
Apan ^e	30.30	19.37	10.93		en riesgo
Soltepec ^f	92.80	16.28	76.52		en riesgo
Tecomulco ^g	27.80	1.30	26.50		en riesgo

Fuente: Elaboración a partir de CONAGUA (2015 a), CONAGUA (2015b), CONAGUA (2015c), CONAGUA (2015d), CONAGUA (2015e), CONAGUA (2015f), CONAGUA (2015g).

Lo que se puede concluir acerca del estado de los acuíferos (a partir de la tabla previa), es que de los 7 acuíferos de la CVM, 4 se encuentra en un alto grado de sobreexplotación, y los 3 restantes se encuentran en alto riesgo de pasar a ser calificados como sobreexplotados.

La gravedad del estado de los cuerpos de agua subterráneos es lo que explica el interés en investigar las fuerzas que presionan al mismo, y en este trabajo interesa investigar a la industria, y en particular a la industria más intensiva en el uso del agua que es la industria de bebidas no alcohólicas.

2.2 Población e industria maufacturera en la CVM

La CVM tiene gran importancia económica y poblacional en el país. En este trabajo interesa destacar la elevada concentración de la población y la actividad de la industria manufacturera en la CVM. Baste decir que en esta región se encuentra la Zona metropolitana del Valle de México que es la región más poblada del todo el país y explica

el 25% de la producción manufacturera nacional. Ambos aspectos explican la gran presión que registran los recursos hídricos de la misma, lo que indica la importancia de estudiar esta región.

2.2.1 Población

La CVM tiene una población total de 21, 757,027 habitantes (Censo de Población y Vivienda del INEGI, 2010), que significa el 18% de la población total del país (112, 336, 538). Esta área del país incluye a la Ciudad de México (16 delegaciones), 50 municipios del Estado de México, 15 municipios de Hidalgo y 4 municipios de Tlaxcala. Como se puede observar en la siguiente tabla, la Ciudad de México explica el 54.63% de la población de la cuenca ya que toda la Ciudad está dentro de la cuenca y es la ciudad más poblada del país, seguido por los municipios del Estado de México con 40.91%, en tercer lugar están los municipios de Hidalgo con 3.81%, y por ultimo están Tlaxcala, su porcentaje es menor al 1% ya que únicamente están presente en la CVM 4 municipios y su población es pequeña a comparación a los otros estados.

Tabla II.8
Población en la Cuenca del Valle de México

Municipios	Cuenca del Valle de México	Porcentaje
	Habitantes	
Estado de México	11,886,313	54.63%
Ciudad de México	8,900,000	40.91%
Hidalgo	828,996	3.81%
Tlaxcala	141,718	0.65%
CVM	21,757,027	100%

Fuente: Estimación a partir de los Censos de Población y Vivienda 2000, 2010. INEGI

La importancia de analizar la población de la CVM está en el deterioro que se ha presentado en los servicios ecosistémicos de la región, principalmente el recurso hídrico, puesto que el número de habitantes es un factor muy importante en la demanda del recurso hídrico, a mayor población mayor demanda.

La siguiente tabla (tabla II.9) muestra la densidad de la población en la CVM del año 2000 al 2013. La Ciudad de México en un periodo de 13 años aumento, mientras que en los municipios del Estado de México en el 2010 tuvieron un gran aumento y para el 2013 la densidad de población bajo, esto se puede explicar cuando el número de habitantes crece desmedidamente, y ante su gran demanda de servicios y empleos insatisfechos algunos habitantes deciden migrar a otras zonas.

Tabla II.9
Crecimiento poblacional en la CVM

Municipios	Año (Hab/km ²)		
	2000	2010	2013
EDOMEX	1406.91	1942.38	1499.29
CDMX	5786.98	5952.31	6002.82
HIDALGO	180.16	281.88	232.05
TLAXCALA	89.47	89.47	109.99

Fuente: Censos de Población y Vivienda 2000, 2010,2013 INEGI 2016

La densidad poblacional, como se puede ver en la figura II.4, de la CVM ha resultado en el incremento de las demandas de servicios como agua, desagüe, drenaje y desechos. Particularmente el incremento en la demanda de agua potable ha representado sobreexplotación de los acuíferos y deforestación de zonas para la recarga natural, resultando en hundimientos del subsuelo de la ciudad y del Valle de México, que a su vez provoca problemas en el funcionamiento del drenaje. (Gómez 2016).

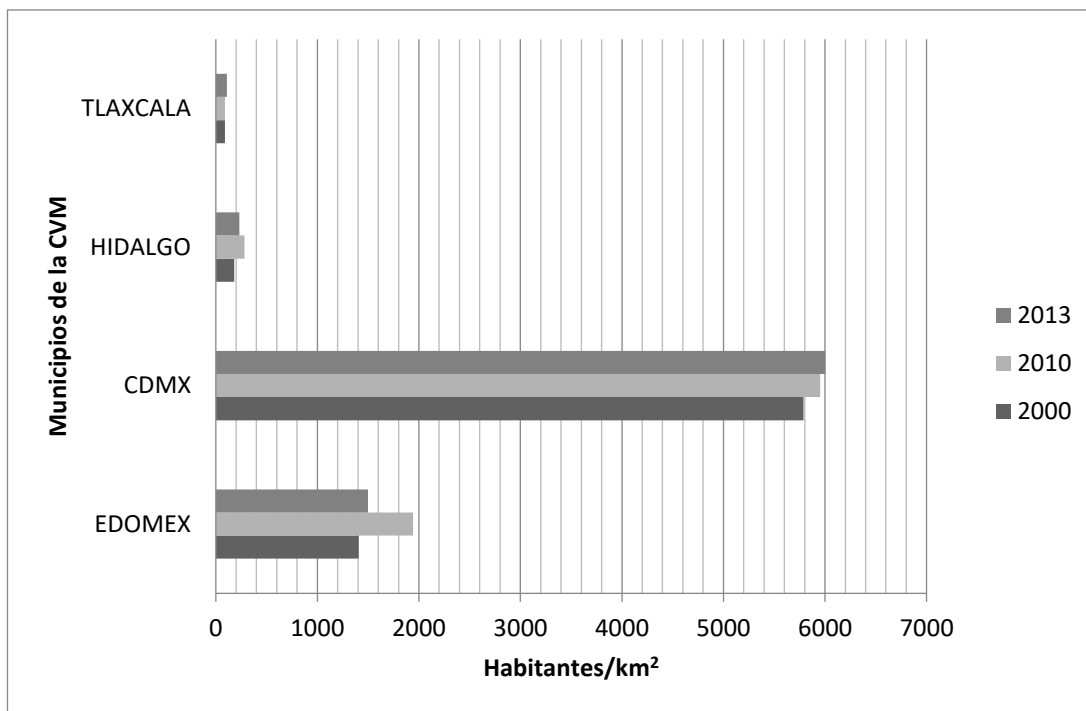


Figura II.4

Evolución de la densidad de población en la Cuenca del Valle de México

Fuente: Censos de Población y Vivienda 2000, 2010, 2013, INEGI 2016

La relevancia de la población en la CVM radica en la sobreexplotación de los acuíferos y la demanda de agua domestica; ya que estudios anteriores del INEGI indica que la Ciudad de México presenta un problema de sobrepoblación.

2.2.2 Economía de la CVM e importancia de la Industria manufacturera

El sistema económico en la CVM se encuentra en un proceso de reestructuración, particularmente en la ZMCM. Las políticas de desconcentración emprendidas en la década pasada afectaron principalmente a las industrias al modificarse el esquema económico que favorecía su presencia en la región, por lo que en las últimas dos décadas ha disminuido la participación de la población económicamente activa en las actividades dentro del sector secundario, básicamente en la industria manufacturera y de la construcción. Sin embargo,

esta disminución provocó un incremento de las actividades comerciales y de servicios correspondientes al sector terciario.

La estructura económica de la CVM se define por el tipo de actividades económicas que se desarrollan en la misma, los servicios y la actividad industrial manufacturera explican el 48.6% y 19.2% del Valor Bruto de la Producción de la misma (figura II.5), mostrando claramente su importancia en la región.

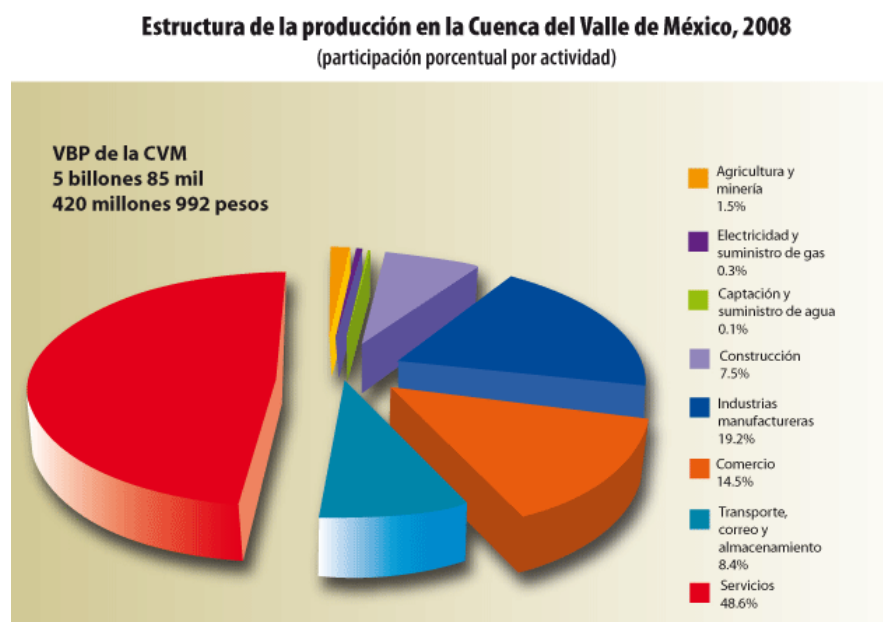


Figura II.5

Estructura de la producción en la Cuenca del Valle de México

Fuente: La matriz insumo producto de la cuenca del valle de México 2008 (Rodríguez y Morales, 2013)

La industria manufacturera es considerada como el principal motor de crecimiento económico y desarrollo industrial de la cuenca y del país, a partir de la década de los años ochenta inició cambios relevantes en su estructura productiva, destacando los que se presentaron a partir de la apertura comercial (TLC), los cuales han implicado cambios sustanciales en la estructura comercial, productiva, de inversión y empleo en el sector. De 1990 a 2000 el PIB industrial creció en promedio anual 4.4%, mientras que el PIB total nacional creció en 3.4%. (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, CEFP 2005)

En particular la industria de bebidas no alcohólicas ha sido muy dinámica, de acuerdo con información publicada por la Asociación Nacional de Productores de Refrescos y Aguas Carbonatadas (ANPRAC), la industria refresquera aporta a la economía el 0.5% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y representa el 2.8% del PIB manufacturero. Para el 2014 el valor de su producción fue de 11,756 millones de dólares, siendo una importante fuente de empleo; que en ese mismo año empleo a 51,504 trabajadores (Secretaría de Economía, 2014).

La industria de bebidas no alcohólicas usa agua en forma intensiva por la naturaleza del producto final elaborado. El interés de analizar a esta industria tan importante económicamente dentro del país, contrasta con los impactos ambientales es hídricos en la CVM.

2.2.2.1 Intensidad en el uso del agua por la industria manufacturera en la CVM

El sector manufacturo en la CVM se explica por 69,984 unidades económicas concentrados en las áreas urbana del Estado de México (34,630), Ciudad de México (31,325), Hidalgo (3538) y Tlaxcala (491) en el 2013 (Censo Económico de la Industria manufacturera (INEGI, 2014). El valor de la producción manufacturera asciende a 762,514 millones de pesos del 2013 y representa el 30% de la producción de toda la cuenca, genera 735,804 empleos que son clave para el bienestar de la población de la misma región.

La importancia económica del sector manufacturero en la CVM sugiere investigar el impacto que su demanda de agua como insumo productivo provoca sobre los cuerpos de agua de dicha región, dada su ubicación en una región caracterizada por escasez absoluta del recurso hídrico como se concluyó en el punto anterior.

En general, la industria manufacturera utiliza agua en sus diversos procesos, en la modalidad de uso consuntivo, que indica que el agua extraída del cuerpo de agua no retorna al mismo. El volumen anual de agua que demanda todo el sector manufacturero es de 125 Hm³ de agua de primer uso (Revollo, Rodríguez, Morales 2017, en proceso), la mayoría extraída de pozos localizados en la misma cuenca y en segundo lugar del suministro público urbano.

En el siguiente cuadro se describe para cada una de las 20 industrias presentes en la cuenca, su respectiva participación en el agua utilizada por el sector industrial, así como su participación dentro del valor de la producción manufacturera, información que muestra la presión de cada industria en los recursos hídricos y su importancia en la actividad económica de la región estudiada. En la última columna se estima para cada industria los litros de agua usados para producir un peso del valor de su producción, e indica su intensidad en el uso del agua, que es un indicador de la tecnología que caracteriza a cada industria en la incorporación de agua directamente en su proceso (Rodríguez y Morales, 2013).

Tabla II.10
Presión de la Industria manufacturera en los recursos hídricos de CVM 2013

Presión de la industria manufacturera en los recursos hídricos de la CVM 2013				
Clasificación de la industria SCIAN		Participación en el uso del agua	Participación en el valor de la producción	Intensidad en el uso del agua
Subsector	Industria	%	%	litros/\$ VBP
311	Alimentaria	18.88	23.0	0.135
312	Bebidas y tabaco	20.88	8.1	0.424
325	Química	17.12	20.7	0.136
322	Papel	5.85	4.9	0.196
326	Plástico y hule	9.36	6.6	0.232
336	Equipo de transporte	2.99	8.0	0.061
	Alta presión	75.07	71.2	0.173
313	Insumos textiles	2.56	1.5	0.285
314	Productos textiles	0.20	0.444	0.076
Clasificación de la industria SCIAN		Participación en el uso del agua	Participación en el valor de la producción	Intensidad en el uso del agua
Subsector	Industria	%	%	litros/\$ VBP
315	Prendas de vestir	1.30	4.441	0.048
316	Cuero y piel	0.14	0.3	0.090
321	Madera	0.15	0.2	0.108
323	Impresión e industrias conexas	2.34	3.0	0.126
327	Minerales no metálicos	2.38	2.6	0.150
331	Metálicas básicas	3.63	2.7	0.217
332	Productos metálicos	3.98	4.6	0.142
333	Maquinaria y equipo	0.50	1.8	0.045
334	Equipo de computación	1.90	0.2	1.489

335	Aparatos eléctricos y equipo	2.85	2.6	0.181
337	Muebles, colchones y persianas	1.51	1.9	0.132
339	Otras industrias	2.99	2.5	0.099
	Sector	100	100.0	0.164

Fuente: Rodríguez y Morales, 2013

Se observa en la columna denominada “participación en el uso del agua” que las industrias que ejercen una mayor presión sobre los recursos hídricos en la CVM son, alimentos; bebidas y tabaco; industria química; plástico y del hule y equipo de transporte. Estas industrias en conjunto explican tres cuartas partes de toda el agua requerida anualmente por el sector manufacturero y tres cuartas partes del valor de la producción del sector manufacturero de la cuenca. La información anterior muestra que dichas industrias son las más intensivas en el uso del agua, lo que se observa también con el indicador de la columna “Intensidad en el uso del agua”, es que indica la cantidad de litros requeridos por \$ peso de su respectivo VBP. La intensidad promedio en el uso del agua de dichas industrias es de 173 mililitros para producir un peso de valor de su producto, requerimiento superior al promedio de toda la industria manufacturera (164 mililitros), mostrando claramente un perfil intensivo en el uso del agua. En este grupo de industrias destaca la industria que produce bebidas y tabaco por ser la más intensiva en el uso del agua, requiere 424 mililitros de agua fresca por peso de valor de producción. Al constatar que la industria de bebidas y tabaco es la más intensiva en el uso del agua en la CVM, surge el interés por investigar la presión que la industria de bebidas no alcohólicas tiene sobre los recursos hídricos de la CVM. Esta investigación se presenta en el siguiente capítulo.

2.3 Sinopsis del capítulo

En este capítulo se busca conocer “la cantidad de agua que hay en la CVM”; dejando bien en claro que la Cuenca es una cuenca endorreica (capta el agua en forma natural por su formación geológica y por lo mismo no tiene salida fluvial), su fuente de abastecimiento la proporciona el Ciclo Hidrológico; es decir el agua captada de la lluvia año con año.

Para conocer la “cantidad de agua existente” denominada Disponibilidad Natural Base Media (DNBM), que es calculada mediante el balance hídrico de la CVM, obteniendo como

resultado un volumen de 1922.84 Hm³/año en el 2015. Esta cifra denota la oferta de agua que hay en la CVM para realizar las diferentes actividades que se llevan a cabo en la Cuenca. En comparación con la DNBM del país, el agua disponible en la Cuenca representa únicamente un 0.43%, lo que indica una mínima importancia en la riqueza hídrica del país. Pero para decir que un cuerpo de agua sufre de escasez es necesario el cálculo de indicadores, tal es el caso del Índice de Falkenmark que relaciona la DNBM y su respectiva población; que como se comentó en este capítulo la gran problemática de la CVM es el gran número de habitantes que residen en la Cuenca (21.4 millones de habitantes). El resultado fue de 88.83 m³/hab/año, que dentro de la clasificación para este índice se ubica como “Escasez hídrica absoluta. Lo que se entiende con este resultado, es que dada el gran número de habitantes el agua renovable que oferta la CVM no es suficiente para cubrir a toda la población.

Para validar el problema de escasez hídrica en la CVM, se realizó el cálculo del indicador de Grado de Estrés Hídrico o Grado de Presión Hídrico (GPRH); el cual se llevó a cabo el cálculo para los recursos hídricos subterráneos de la Cuenca (por la naturaleza del índice; ya que en este se relaciona el volumen concesionado y la recarga anual del mismo). Aplicado en los acuíferos los resultados fueron: para el acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México 215%, calificándolo como “Muy alto grado de estrés hídrico”, Texcoco 169% se califica como “Muy alto grado de estrés hídrico”, Cuautitlán-Pachuca presenta un 116% “Muy alto” y el Chalco-Amecameca 123% “Muy alto”, en cuanto a los acuíferos Apan, Soltepec y Tecocomulco no presentan un grado de estrés significativo. Estos porcentajes significan que el agua que se está extrayendo de los acuíferos es mayor que el agua que ofrece el mismo.

La CVM presenta una escasez hídrica absoluta y 4 de los acuíferos de la Cuenca presentan un “Muy alto GPRH”, que como se comentó son índices utilizados internacionalmente, pero es importante conocer las medidas o índices que utiliza la autoridad hídrica del País (CONAGUA) para determinar el agua disponible. CONAGUA utiliza un indicador denominado Disponibilidad media anual de agua (DMA), su estimación basada en la NOM-011-CNA-2015. La importancia de este indicador es que se realiza para cuerpos de agua superficiales y subterráneos, y el resultado es el volumen que puede estar sujeto a nuevas

concesiones; es decir, se mide que tanta agua hay para nuevas concesiones. En conjunto la sumatoria de la disponibilidad de agua subterránea y superficial que considera es sujeto de posibles concesiones es de 412.311 Hm³/año. Lo cual resulta contradictorio con los otros indicadores, pues ante CONAGUA aún existe agua para nuevas concesiones. Al desglosar el resultado se encontró que el agua superficial se deriva de cada una de sus siete cuencas hidrográficas explican un volumen de 340.88 Hm³/año sujeto a nuevas concesiones. Y en cuanto a agua superficial está dada por siete acuíferos que en total se tiene un volumen de 71.43 Hm³ para nuevas concesiones. Las cifras indican que hay más disponibilidad de agua por cuerpos superficiales; representa 7.9 veces que el volumen disponible de agua subterránea, sin embargo, el 70% de los ríos (agua superficial) está contaminada y no potabilizada para su uso, por lo cual el agua subterránea (7 acuíferos) queda como principal fuente de abastecimiento de agua de la CVM.

Como la fuente de abastecimiento de la CVM es el agua extraída de los acuíferos, y 4 de ellos presentan un muy alto grado de estrés hídrico, con esta problemática se centró la investigación en la extracción de agua de los acuíferos. Como primer diagnóstico se midió su grado de sobreexplotación encontrando que; cuatro de los acuíferos de la CVM están sobreexplotados, sobre todo el acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México que se califica en “Extinción”; ya que se está extrayendo más del doble de agua de lo que se recarga, le sigue el acuífero de Texcoco que califica en “Extremo” grado de sobreexplotación que se extrae 1.7 veces la recarga y, los acuíferos Cuautitlán-Pachuca y Chalco-Amecameca se califican con una “Alta” sobreexplotación al extraer 1.16 y 1.23 veces respectivamente.

Se eligió la industria de bebidas no alcohólicas con la premisa que son industrias que por su naturaleza; el agua de primer uso es su principal insumo y por su proceso productivo, es una industria que utiliza grandes volúmenes de agua, para sustentar esta idea se presentan datos de una investigación por Universidad Autónoma Metropolitana 2016, donde se estima la demanda anual de agua de todo el sector manufacturero (125 Hm³), exponiendo a aquellos sectores industriales que son intensivos en el uso del agua, y quien sale a relucir es la industria de bebidas y tabaco estima una demanda anual de agua de todo el sector manufacturero de 125 Hm³.

Capítulo 3

Impacto de la industria de bebidas no alcohólicas en acuíferos de la CVM

A nivel mundial, México tiene uno de los niveles más elevados de consumo per cápita en bebidas carbonatadas. La Coca-Cola es uno de los productos más populares, particularmente entre los trabajadores de bajos ingresos que toman Coca-Cola con galletas o tortillas como almuerzo o comida principal. (Arteaga J.,2013).

Las industria de las bebidas no alcohólicas representan el 12.25% de la producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco; y 2.39% de la producción de la industria manufacturera en el país. Esta industria produce una serie de bienes entre los que destacan los siguientes: refrescos, agua embotellada purificada y mineral, concentrados en polvo y bebidas energéticas. Sin embargo, como se puede intuir que el consumo en los hogares de bajos recursos, son principalmente los refrescos, el agua (natural y mineral) y los jugos que concentran casi toda la producción y ventas del mercado nacional. Chapa, Flores y Zúñiga (2015)

3.1 La Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM

3.1.1 Unidades económicas que forman la Industria de bebidas no alcohólicas

A partir de la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Canadá y USA en 1994, México adoptó el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) que define los criterios para ubicar a las empresas dentro de una industria determinada. Todas las empresas se clasifican dentro de una industria (de acuerdo al SCIAN), lo que permite que se obtengan estadísticas comparables en el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica en el país, Estados Unidos y Canadá.

El SCIAN organiza a las empresas de la industria manufacturera en cinco niveles de agregación, -que de mayor a menor agregación son-, sector, subsector, rama, sub-rama y clase de actividad económica. En la siguiente tabla siguiendo la clasificación SCIAN, se ubica la posición de la **industria de bebidas no alcohólicas**, destacando que esta industria se clasifica como **subrama**, identificada con el código de cinco dígitos 31211.

Tabla III.1

Niveles de agregación de la Industria de bebidas no alcohólicas

Clasificación de la industria según el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)		
Nivel	Código (dígitos)	Categoría
Sector	31	Industria manufacturera
Subsector	312	Industria de las bebidas y del tabaco
Rama	3121	Industria de las bebidas
Subrama	31211	Industria de bebidas no alcohólicas: Elaboración de refrescos, purificación y embotellado de agua, elaboración de hielo
Clase de actividad	312111	Elaboración de refrescos y otras bebidas no alcohólicas
Clase de actividad	312112	Purificación y embotellado de agua
Clase de actividad	312113	Elaboración de hielo

Fuente: SCIAN 2016

De acuerdo al SCIAN, las unidades económicas (empresas o establecimientos en adelante) que producen refrescos, agua embotellada purificada y mineral, hielo, concentrados en polvo y bebidas energéticas integran la **industria de bebidas no alcohólicas**. En una clasificación de mayor detalle al interior de este grupo que se define como subrama, dichas empresas forman tres conjuntos excluyentes llamados clases de actividad, que se definen de la siguiente forma (Tabla III.1):

312111 Elaboración de refrescos y otras bebidas no alcohólicas: Unidades económicas dedicadas principalmente a la elaboración de refrescos, aguas mineralizadas, bebidas hidratantes, energizantes, bebidas con sabor a frutas y otras bebidas no alcohólicas. Excluye la elaboración de jugos, néctares y concentrados de frutas y verduras. Para efectos de simplificación en lo que sigue en este documento esta clase se denotara como **Elaboración de refrescos**.

312112 Purificación y embotellado de agua: Unidades económicas dedicadas principalmente a la purificación y embotellado de agua natural y con sabor (por filtración, pasteurización, ósmosis inversa). Incluye también a la purificación de agua en donde se

llena directamente el garrafón de los clientes. Para efectos de simplificación en lo que sigue en este documento esta clase se denotara como industria **Embotelladora de agua**.

312113 Elaboración de hielo: Unidades económicas dedicadas principalmente a la elaboración de hielo. Excluye a la fabricación de hielo seco (Fabricación de gases industriales). Los tres grupos de empresa arriba definidos son mutuamente excluyentes, es decir, los establecimientos solo pueden pertenecer a un único grupo sin traslapes ni duplicaciones.

En lo que sigue del capítulo para facilitar la exposición para hacer referencia a la subrama industrial investigada como Industria **de Bebidas no Alcohólicas**, la cual se compone de tres industrias, **Elaboración de refrescos, Embotellado de agua y Elaboración de hielo**.

3.1.2 Dimensión de la Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM

En este capítulo interesa conocer el número de unidades económicas que forman la industria de bebidas no alcohólicas en la CVM. En el capítulo anterior se describió que la CVM comprende 85 municipios completos de tres entidades federativas, Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala, incluyendo los 16 municipios de la Ciudad de México, y abarca una superficie total de más 9 600 km².

La identificación del número de unidades económicas de dicha industria se realizó con el siguiente procedimiento. Mediante el sistema Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), que permite consultar datos de identificación, ubicación, actividad económica y tamaño de cerca de 5 millones de establecimientos a nivel nacional, por entidad federativa y municipio, la información proviene de las bases de datos del INEGI 2016. La versión con la cual se lleva a cabo esta investigación se actualizó con base en los resultados definitivos de los Censos Económicos 2014 y del operativo de verificación de unidades económicas nuevas realizado por el INEGI en el segundo semestre del 2015.

Con esta herramienta o catálogo se inició entonces en primera instancia la búsqueda del número de establecimientos y domicilió, que permitió hacer una búsqueda más concreta por las clases de actividad industrial: Elaboración de refrescos, Purificación y embotellado

de agua, Elaboración de hielo. Señalando que los datos fueron seleccionados a nivel cuenca; es decir la búsqueda se realizó por los 85 municipios pertenecientes a la cuenca.

Los resultados de la investigación indican que la industria de bebidas no alcohólicas en la CVM registra 5677 establecimientos para el 2015, mostrando su gran importancia en esta región. En la siguiente imagen se ubican dichos establecimientos y se observa la elevada densidad que registra la presencia de establecimientos productores de bebidas no alcohólicas en la cuenca, destacando su presencia en municipios urbanos específicos (Figura III.1).

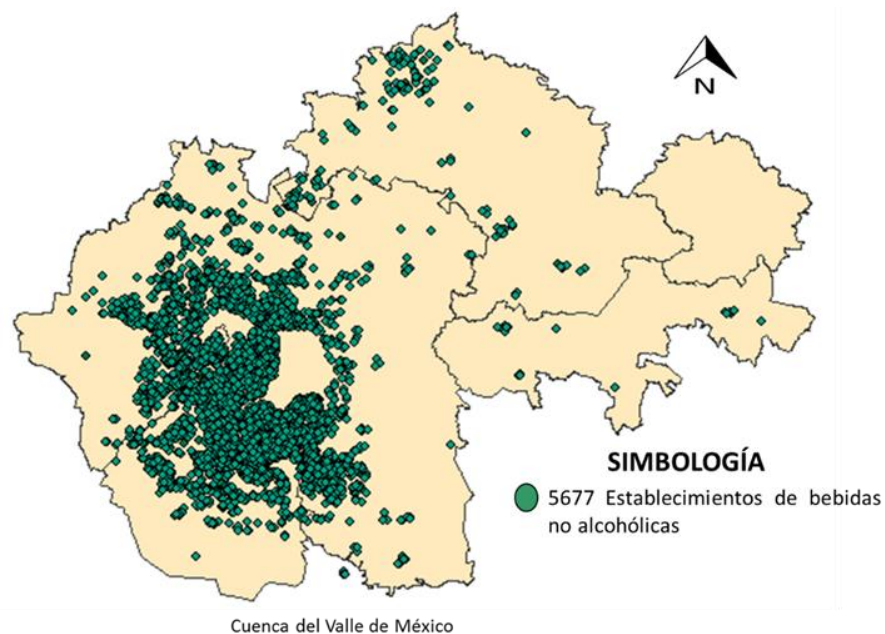


Figura III.1. Ubicación de la Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM

Fuente: Fuente: elaborado en Arcgis a partir de datos de INEGI 2016, DENU 2016, DOF 2016

En la figura resalta el que los establecimientos productores de bebidas no alcohólicas se encuentran dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México, es decir, principalmente en la CDMX y el Estado de México.

En la Tabla III.2 se muestra la ubicación geográfica de los 5677 establecimientos que integran la industria de bebidas no alcohólicas en los respectivos municipios de cada Estado

que integra la CVM. Es claro que la industria se concentra en el Estado de México con un total de 3313 establecimientos, seguido por la Ciudad de México con 2185 establecimientos, y es marginal su presencia en Hidalgo y Tlaxcala con solo 159 y 20 establecimientos respectivamente.

Tabla III.2

Concentración de la industria de bebidas no alcohólicas en los municipios de la CVM

Cd. México		Edo. México		Hidalgo		Tlaxcala		Total
No. establecimientos	(%)	No. establecimientos	(%)	No. establecimientos	(%)	No. establecimientos	(%)	
2185	38.4 %	3313	58.4%	159	2.8%	20	0.4%	5677

Fuente: Elaborado con datos tomados de DENUE 2016

Para entender el comportamiento de la industria de bebidas no alcohólicas, se prosiguió a clasificar los establecimientos que se dedican a la elaboración de refrescos, embotellado de agua o elaboración de hielo. En la Tabla III.3 se muestra que casi el total de los establecimientos (98%) pertenecen a la industria embotelladora de agua al registrar 5590 establecimientos, las otras dos industrias explican el restante 2%. La industria de hielo se integra con 48 establecimientos (1%) y la industria que elabora refrescos únicamente se ubica 39 (1%).

Tabla III.3

Ubicación de los establecimientos de la industria de bebidas no alcohólicas en los municipios de la CVM

Establecimientos productores:	No. de establecimientos	%	Ubicación			
			Cd. México	Edo. México	Hidalgo	Tlaxcala
Elaboración de refrescos	39	1%	20	14	5	0
Embotellado de agua	5590	98%	2140	3280	150	20
Elaboración de hielo	48	1%	25	19	4	0
TOTAL	5677	100%	2185	3313	159	20

Fuente: Elaborado con datos tomados de DENUE 2016

Los 5590 establecimientos de embotellado de agua se ubican básicamente en el Estado de México (3280 establecimientos) y en la CDMX (2140), su presencia es marginal en Hidalgo (150) y por último Tlaxcala (20). En el caso de la industria que elabora refrescos, los 39 establecimientos que la integran se ubican principalmente en la CDMX donde se concentran (20 establecimientos), seguido del Estado de México (14) y por último en Hidalgo (5), sin tener presencia en los municipios de Tlaxcala. La industria de elaboración de hielo que en su totalidad son 48 establecimientos en la CVM, 25 se encuentran en la Ciudad de México, 19 en el Estado de México, y por último solamente 4 en Hidalgo, sin tener presencia en Tlaxcala. En la tabla III.3 se presenta como indicadores el número de establecimientos dentro de la CVM.

Desde el punto de vista del número de unidades económicas, la industria que produce agua embotellada es la más importante en la CVM, localizada principalmente en los municipios del Estado de México, en forma marginal existen las industrias de hielo y la industria de elaboración de refrescos que tienen dominio sobre la ciudad de México.

3.1.3 Estructura mercado de la industria de bebidas no alcohólicas.

Una manera tradicional para estratificar los establecimientos por tamaño es a partir de su número de trabajadores como criterio, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en la publicación de Censos económicos presenta la estratificación de los establecimientos: Micro, Pequeña, Mediana y Gran Empresa. En este trabajo seguimos la Clasificación del tamaño de las unidades económicas de los Censos Económicos INEGI 2009, que define el tamaño de acuerdo al número de trabajadores que reporten: gran empresa de 251 o más, medianas empresas 51 a 250, pequeñas empresas 11 a 50 y micro empresas de 0 a 10 trabajadores.

Tabla III.4**Clasificación de establecimientos por tamaño de empresa**

Tamaño de establecimiento *	Elaboración de refrescos		Embotellado de agua		Elaboración de hielo		Total de establecimientos por tamaño de empresa	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Gran empresa	10	26%	7	0.1%	0	0%	17	0.3%
Mediana empresa	11	28%	10	0.2%	2	4%	23	0.4%
Pequeñas empresas	5	13%	27	0.5%	11	23%	43	0.8%
Micro empresa	13	33%	5546	99.2%	35	73%	5594	98.5%
Total	39	100%	5590	100%	48	100%	5677	100%

* Clasificación de estratificación de los establecimientos Censos Económicos INEGI 2009 de acuerdo al número de trabajadores, gran empresa de 251 o más, medianas empresas 51 a 250, pequeñas empresas 11 a 50 y micro empresas de 0 a 10 trabajadores.

Fuente: Elaborado con datos obtenidos de DENUE 2016

Estructura de mercado

Para abordar el tema de la estructura del mercado de la industria de bebidas no alcohólicas se requiere definir conceptos; comenzando por definir que es un mercado. Un mercado lo forma el conjunto de compradores y vendedores, que por medio de sus interacciones reales o potenciales determinan el precio de un producto o de un conjunto de productos. Para estructurar un mercado lo definen el número de compradores (demanda) y vendedores (oferta) que participen en él.

Demanda

En la CVM las empresas que producen bebidas no alcohólicas se ubican cerca de su mercado, por lo que se concentran en la Zona Metropolitana del Valle de México y municipios más importantes en la CVM que explican una población cercana a los 20 millones (figura III.2). Esta población significa una apetitosa demanda para la industria productora de bebidas no alcohólicas y sugiere la insistencia en ubicarse en esta región.

Oferta

Los resultados muestran que la industria de bebidas no alcohólicas se explica por 5677 unidades económicas que producen diversas bebidas no alcohólicas, las que básicamente son micro empresas ya que este tamaño representa el 98.5% del total, y solo el restante 1.5% se explica por empresas de mayor tamaño. El 0.8% son pequeñas empresas, 0.4% medianas, 0.3% gran empresa (última columna, Tabla III.4). Esta estructura de la industria sugiere una oferta muy competitiva al registrar predominancia las microempresas, sin embargo, un análisis a nivel de cada una de las tres industrias especializada en productos diferentes, muestra una realidad distinta.

La concentración de esta industria en la Zona Metropolitana del Valle de México se debió a una centralización de las industrias manufactureras años atrás, provocando que actualmente se presente problemas demográficos, sociales y ambientales.

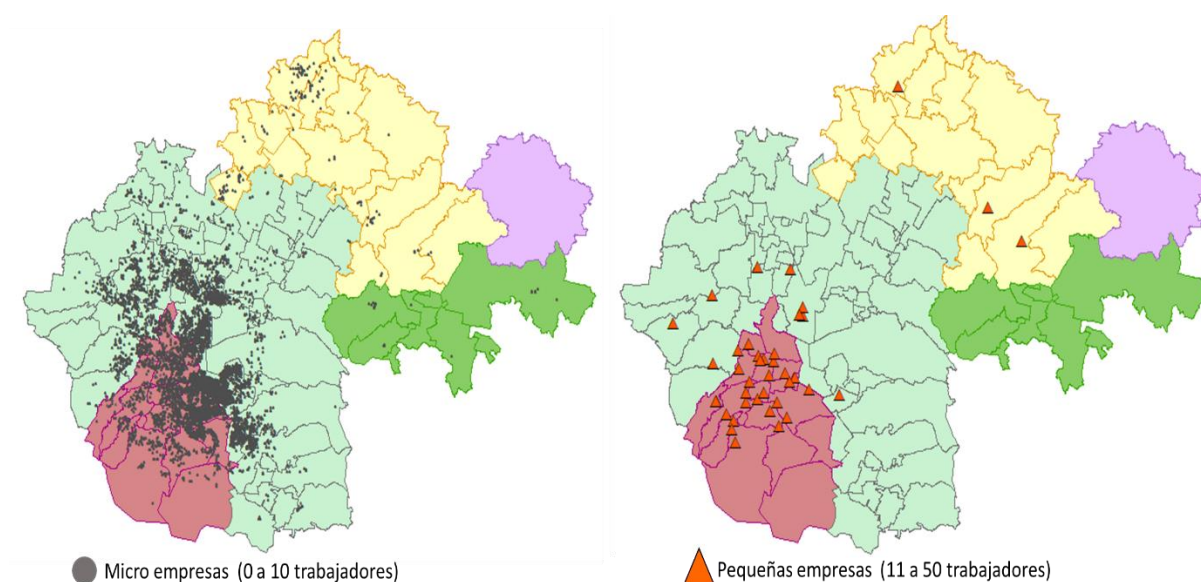


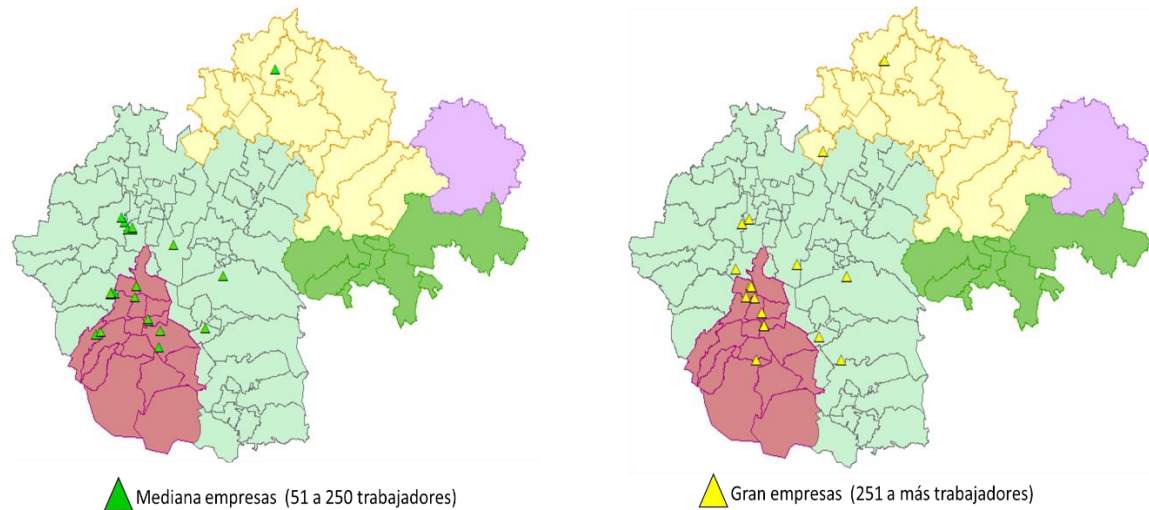
Figura III.2

Ubicación de Empresas en la Cuenca por tamaño de establecimiento

Fuente: Elaborado a partir de datos georreferenciados de INEGI 2016 y DENUE 2016

Figura III.2

Ubicación de Empresas en la Cuenca por tamaño de establecimiento



Fuente: Elaborado a partir de datos georreferenciados de INEGI 2016 y DENUE 2016

Estructura de Mercado por tipo de industria.

La clasificación de estructura de mercado que ofrece la teoría económica se sintetiza en la siguiente forma (Mochón, 2006 p.73).

- 1) Competencia perfecta: es un mercado que se caracteriza por tener gran cantidad de pequeñas empresas que venden productos idénticos y son demasiado pequeñas en el conjunto de la industria, para influir en el precio del mercado, el número de compradores es elevado. Las empresas de competencia perfecta son tomadoras de precios.
- 2) Competencia monopolística: Un mercado en el que un número grande de empresas compiten haciendo productos similares, pero ligeramente diferentes. Se caracterizan por competir con un gran número de empresas, tienen una pequeña participación en el mercado e ignora a otras empresas. Presenta la imposibilidad de colusión (es el convenio o trato entre varias empresas, con la intención de perjudicar empresas competidoras, cada empresa produce un producto ligeramente diferente al de las empresas competidoras).

- 3) Monopolio: Un monopolio es una industria que produce un bien o servicio para el cual no existe sustituto y en el que un proveedor que está protegido de la competencia por barreras que evitan la entrada de nuevas empresas a la industria.
- 4) Oligopolio: Mercado que se caracteriza por tener pocos agentes económicos controlan la producción y por ende, la oferta de mercado de un determinado bien o servicio.

Aplicando dichos modelos al caso de las tres industrias productoras de bebidas no alcohólicas y considerando la estructura del tamaño de empresas que la conforman (Tabla III.4) se tiene lo siguiente:

Mercado oligopólico en la industria de elaboración de refrescos. La industria refresquera en la CVM se integra con 39 establecimientos, el 26 % son grandes empresas que controlan el mercado, 28% son medianas y el 48% son pequeñas y microempresas. Esta estructura muestra un mercado oligopólico que abastece un gran mercado y obtiene ganancias extraordinarias de su venta de refrescos, al controlar los precios del mercado.

Mercado oligopólico en la industria embotelladora de agua. La industria embotelladora de agua explica casi el total de establecimientos de toda la industria al estar formada por 5590 establecimientos, de los cuales el 99.2% son micro empresas, el restante 0.8% por 7 grandes empresas, 10 medianas empresas y 27 pequeñas. Las pequeñas empresas se concentran principalmente en la industria de agua embotellada. No obstante, dicha composición, solo 7 grandes empresas controlan los precios y la mayoría del mercado de agua embotellada en la CVM.

En la última imagen se observa que las 17 grandes empresas se ubican en la CDMX y en el Estado de México, justo en donde se registra gran concentración urbana que explica se registre una gran demanda de refrescos y agua embotellada. Su ubicación responde a los lugares en donde consiguen permisos de extracción de agua subterránea, además de favorecer la cercanía de su mercado. Estas grandes empresas dominan el mercado de la industria refresquera y la de agua embotellada.

Mercado de competencia perfecta en la industria que produce hielo. La industria que produce hielo se integra por 48 establecimientos de tamaño medio a micro empresas,

dominado por la presencia de establecimientos de menor tamaño. El precio se determina en el mercado.

La composición arriba definida es la base para evaluar las ganancias monetarias que se generan en cada una de las industrias estudiadas.

3.2 Requerimientos de agua en la producción de bebidas no alcohólicas

En la industria el agua es uno de los recursos más utilizados en los procesos de la producción, tales como calefacción, enfriamiento, elaboración de productos, limpieza y aclarado; y en algunos casos formando parte del mismo producto. Dichos usos en la industria entran dentro de lo que se conoce como uso consuntivo. El uso consuntivo es aquel en el que por características del proceso existen pérdidas volumétricas de agua, misma que se determina por la diferencia del volumen de una cantidad determinada que se extrae menos una que se descarga.

La industria que produce bebidas no alcohólicas es la industria más intensiva en el uso del agua debido a que es su principal materia prima. Además de su uso como materia prima, el agua es utilizada en diversos procesos como elemento de limpieza y de enfriamiento. Según el uso final la calidad o nivel de tratamiento de agua varía. Normalmente se utilizan cuatro tipos o calidades de agua: Cruda, clorada, blanda y tratada.

La distribución porcentual del uso del agua, por centro de consumo en un proceso de bebidas no alcohólicas o embotelladoras, está en función de muchas variables; entre ellas se puede mencionar:

- La eficiencia del uso de agua en las operaciones
- La frecuencia en las operaciones de lavado
- Limpieza y sanitizado que se desarrollan
- Los métodos de lavado, sanitizado y limpieza
- Los tipos de envases que se utilizan (retornables o desechables)
- Los tipos de operaciones que se realizan.

El uso consuntivo del agua explica que la industria de bebidas no alcohólicas requiera de extracción continua de agua de primer uso de las fuentes que la proveen. El agua va incorporada en el producto por lo cual como ya se ha mencionado, el uso de agua de excelente calidad cuando se trata de agua como materia prima, es extraída de acuíferos; ya que se requiere en determinados volúmenes y de cierta calidad para el cumplimiento de las normas sanitarias. Cuando se utiliza para otros procesos se requiere de agua de menor calidad para los procesos de producción. Es importante mencionar que la mayoría de las refresqueras cuentan con sus plantas de tratamiento de aguas residuales, ya que por los altos contenidos de materia orgánica la autoridad no permite que se descargue agua con altos índice de materia orgánica como los azúcares.

El uso intensivo del agua en esta industria requiere analizar sus fuentes de suministro, en tanto que su operación depende de la garantía de existencia del recurso. La ubicación de esta industria en la Cuenca, el número de establecimientos que la integran y el tamaño de las mismas permite dar un panorama de los requerimientos de agua en la CVM y dimensionar la presión de la industria de bebidas no alcohólicas sobre los recursos hídricos de la CVM.

Fuentes de abastecimiento.

La industria de bebidas no alcohólicas obtiene agua de dos fuentes de abastecimiento, agua que se toma del suministro público (mezcla de agua superficial y subterránea) y el agua que se extrae de acuíferos (agua subterránea). En la tabla III.5 se muestra los volúmenes de agua utilizada por la industria de bebidas no alcohólicas en el año 2013.

Tabla III.5

Extracción de agua por la Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM en el 2013

Fuente de abastecimiento	Agua utilizada por la industria de bebidas no alcohólicas	%
Agua Subterránea (acuíferos) *	7.901 Hm ³ /año	70%
Agua del suministro público urbano **	3.332 Hm ³ /año	30%
TOTAL	11.233 Hm³/año	100%

Fuente: * Estimaciones propias a partir del REPDA 2016, **Censos Económicos INEGI 2014

-Agua del suministro público urbano

El agua que se toma del suministro público; se denomina así al agua que es apta para ser distribuidas a una población por medio de organismos operadores. Para obtener esta información se recurrió a los datos publicados en los Censos Económicos de INEGI 2014, logrando obtener el pago de agua facturado. Con el manejo de datos anteriormente obtenido (DENUE), se obtuvo finalmente el volumen de agua utilizado por la industria de bebidas no alcohólicas, que es de 3.332 hectómetros cúbicos al año.

Es importante mencionar que el suministro público urbano también se abastece con agua de pozos, es decir por medio de extracción de acuíferos. El 73% del agua que consumimos actualmente en la Ciudad de México, es extraído de agua infiltrada en los acuíferos principales de la cuenca. El 2%, se toma del escurrimiento superficial de los ríos. (Revista Mega polis, marzo 2017)

-Agua subterránea

El volumen de agua subterránea que utiliza la industria de bebidas no alcohólicas es de 7.9 Hm³/año. Al hablar de agua subterránea para efecto de este trabajo se refiere al agua extraída de los acuíferos ubicados dentro de la CVM. En el caso del agua subterránea la búsqueda fue más exhaustiva; el primer paso consto en ubicar a aquellas empresas que cuentan con un derecho o concesión de extracción de agua (los derechos se pueden consultar en el sistema de REPDA). Las concesiones para uso y/o explotación de los recursos hídricos (otorgadas por CONAGUA) especifican el nombre o razón social, dirección, características del aprovechamiento de aguas subterráneas (volumen de extracción o volumen de descarga según sea el caso), el tipo de uso (industrial, pecuario, público urbano, etc.), la duración de otorgamiento que va desde 5 hasta 30 años (para el caso de la industria de bebidas no alcohólicas se habla de derechos de 30 años), y se debe ubicar mediante un croquis de localización el cuerpo de agua donde se otorga el derecho, se solicita también una serie de documentos estipulado por CONAGUA (2017), en el tramite CNA-01-004 Concesión de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas. La aprobación es dada por la “Autoridad del

agua” según el artículo 22 de la Ley Nacional del Agua 2016, y la recaudación tanto del pago por la concesión y por el volumen de aprovechamiento es mediante Hacienda.

Lo que se hizo fue buscar en la base de datos de REPDA los derechos con los nombres o razón social de las empresas y se obtuvo el volumen de agua subterránea que utiliza la industria de bebidas no alcohólicas dando un total de 7.9 hm³/año.

Se puede ver claramente que la industria de bebidas no alcohólicas tiene un uso intensivo en agua subterránea ya que del total utilizado por esta industria el 70% es tomado de agua subterránea, mientras que las que se abastecen del suministro público toman solamente el 30%.

Con estos resultados, el trabajo presente se concentra en la investigación del impacto que tiene la industria de bebidas no alcohólicas en los recursos hídricos subterráneos de la CVM.

3.3 Extracción de agua subterránea por la industria de bebidas no alcohólicas

En este apartado se investiga la demanda de agua subterránea de la industria de bebidas no alcohólicas.

3.3.1 Establecimientos de la industria de bebidas no alcohólicas que usan agua subterránea

Uno de los aspectos más desafiantes de la investigación, fue identificar a las empresas que cuentan con derechos de extracción de agua subterránea. Esto es muy complicado ya que por la Ley Federal de protección de datos personales en posesión de los particulares de Información, no se pública información que permita identificar a nivel de empresa por lo que se tuvo que realizar un trabajo de investigación para identificarlas. Esto se realizó contrarrestando la información de los datos tomados de DENUÉ y el sistema de Registro público de Derechos de Agua (REPDA).

3.3.1.1 Extracción de agua por establecimiento

La extracción de agua subterránea se basa en posesión de derechos o concesiones, como se explicó anteriormente, el trámite para obtener estos derechos de extracción requiere de la

autorización de CONAGUA, de manera que el trámite de la concesión tiene un costo y se estipula el volumen que se va a extraer anualmente.

Una vez identificados los establecimientos con su nombre o razón social, resulta importante conocer de donde están extrayendo el agua estos establecimientos, la información fue encontrada en REPDA la cual otorga valiosa información acerca de las concesiones otorgadas; como nombre de la empresa, volumen concesionado y los cuerpos de agua de donde se toma el aprovechamiento. Estas concesiones son reguladas por La Ley de Aguas Nacionales (la cual tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable). La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" o por medio de los Organismos de Cuenca. Y que son publicados en el sistema de CONAGUA, REPDA para la consulta pública.

Con los nombres de las industrias obtenidas de DENUÉ se hizo una exhaustiva investigación para poder encontrar la empresa con el nombre común; ya que como se mencionó; esta información está, con la información de Censos Económicos de INEGI y la información de DENUÉ; se cotejó en REPDA, para ubicar aquellas que contaban con un derecho de extracción; se hizo la búsqueda de las 5677 establecimientos.

La búsqueda localizó 18 empresas que cuentan con un derecho de extracción, en la siguiente Tabla III.6 se resume toda la información encontrada, tanto el nombre comercial de estas empresas como su número de derecho de extracción el acuífero del cual tienen su concesión y el volumen concesionado. Y estos 18 establecimientos en su conjunto extraen 7.9 hectómetros cúbicos al año, que determina el agua subterránea que utiliza la industria de bebidas no alcohólicas en la CVM.

Esta información se detalla en la siguiente Tabla III.6, separando los establecimientos por el giro industrial que les corresponde.

La industria que elabora refrescos registra seis derechos que el pertenecen a grandes empresas, son empresas multinacionales tales como Coca-Cola, 2 establecimientos son

parte del corporativo, también esta Pepsi cual 3 establecimientos pertenecen a este, y por ultimo tenemos a Boing con un establecimiento.

Para la industria de Purificación y embotellado de agua se encontraron siete derechos de extracción, E pura tiene una exorbitante presencia con 6 establecimientos que le pertenecen, y únicamente un solo establecimiento para Bonafont.

En cuanto a la industria que produce hielo, se registran cinco derechos de extracción que, al ser medianas y pequeñas empresas, no son empresas multinacionales ni conocidas, o con algún nombre que se pueda ubicar como en los casos anteriores.

Tabla III.6

Derechos y volúmenes de extracción de agua de los establecimientos de bebidas no alcohólicas en la CVM.

Industria	Ubicación	Clave Derecho de extracción	Acuífero que ampara el derecho	Volumen de extracción (m ³ /año)
Elaboración de refrescos				
Propimex (COCA-COLA) Cuautitlán Izcalli	EDOMEX, Cuautitlán Izcalli	<u>13MEX100161/26FMDA11</u>	Cuautitlán-Pachuca	1,596,880
Pascual (BOING)	Hidalgo, Tizayuca	<u>13HGO106109/26FMDA08</u>	Cuautitlán-Pachuca	420,000
Embotelladora metropolitana (PEPSI)	EDOMEX, Cuautitlán Izcalli	<u>13MEX100811/26FMGR06</u>	Cuautitlán-Pachuca	800,000
Gatorade (PEPSICO)	EDOMEX, Cuautitlán Izcalli	<u>13MEX100564/26FMDA08</u>	Cuautitlán-Pachuca	1,020,000
Embotelladora Metropolitana, S. DE R.L DE C.V. (PEPSI)	CDMX, Iztacalco	<u>13DFE100692/26FMDA11</u> <u>13DFE101058/26FMDA11</u> <u>13DFE101059/26FMDA08</u>	Zona Metropolitana de la CDMX	716,759
Propimex, S.A DE C.V (COCA-COLA) (La Paz)	EDOMEX, la paz	13MEX100594/26FMGR05	Zona Metropolitana de la CDMX	549,745
Purificación y embotellado de agua				
Electropura, S. DE R. L. DE C. V. (E pura)	EDOMEX, Ecatepec de Morelos	<u>13MEX100107/26FMGR05</u>	Cuautitlán-Pachuca	410,000
Electropura, S. DE R. L. DE C.V. (EPURA)	CDMX, Azcapotzalco	<u>13DFE100541/26FMOC07</u>	Zona Metropolitana de la CDMX	293,694
Electropura, S. DE R. L. DE C.V. (EPURA)	CDMX, Azcapotzalco (Vallejo)	<u>13DFE100703/26FMGR97</u>	Zona Metropolitana de la CDMX	216,415

Electopura, S. DE R. L. DE C.V. (EPURA Ecatepec)	EDOMEX, Ecatepec de Morelos	<u>13MEX100107/26FMGR05</u>	Zona Metropolitana de la CDMX	410,000
Electopura, S. DE R. L. DE C.V. (EPURA)	EDOMEX, Tlalnepantla	<u>5MEX100146/26FMGR94</u>	Zona Metropolitana de la CDMX	471,360
Electopura Planta Los Reyes (EPURA)	EDOMEX, La paz	<u>13MEX101572/26FMDA12</u>	Zona Metropolitana de la CDMX	361,600
Fuente: Envasadoras de Aguas en México, S. de R. L. de C. V. (Bonafont)	EDOMEX. Ixtapaluca	<u>13MEX101099/26FMDA09</u>	Chalco-Amecameca	246,000
Industria	Ubicación	Clave Derecho de extracción	Acuífero que ampara el derecho	Volumen de extracción (m³/año)
Elaboración de hielo				
Hielo Ideal SA	CDMX, Iztacalco	<u>13DFE100138/26FMGR06</u>	Zona Metropolitana de la CDMX	130,000
Hielo de Ecatepec	EDOMEX, Ecatepec	<u>13MEX106142/26FMGR01</u>	Zona Metropolitana de la CDMX	72,751
Hielo Ideal S.A.	CDMX, Coyoacán	<u>13DFE100139/26FMGR05</u>	Zona Metropolitana de la CDMX	106,063
Fábrica de hielo La Unión	EDOMEX, La paz	<u>13MEX101572/26FMDA12</u>	Zona Metropolitana de la CDMX	20,000
Fábrica de hielo La Siberia	CDMX, Gustavo madero	<u>13DFE100936/26FMGR07</u>	Zona Metropolitana de la CDMX	60,000
Total				7,901,267

Fuente: Elaborado con datos tomados de REPDA 2016, DENUE 2016

En la Tabla se precisa la ubicación de los derechos de extracción, lo que resulta ser de suma importancia, para formularla se requirió de gran esfuerzo, investigación y sobre todo mucha precisión en los datos. En la Tabla se muestra que la empresa refresquera Coca-Cola en el municipio de Cuautitlán Izcalli (EDOMEX) es la que extrae la mayor cantidad de agua de los 18 establecimientos, extrae más de un millón y medio de metros cúbicos al año y según el derecho es del acuífero Cuautitlán-Pachuca de donde se extrae el agua, seguido de Productos Pepsi (Gatorade) con más de un millón de metros cúbicos al año y esta justamente ubicado en el mismo municipio que Coca-Cola y extrae también del mismo acuífero.

Analizando a las embotelladoras de agua, quien tiene la concesión con mayor volumen de extracción es E pura ubicada en Tlalnepantla Estado de México, con 471,360 metros cúbicos al año del acuífero Zona Metropolitana de la ciudad de México, lo que se puede observar en los establecimientos; es que los volúmenes que se tienen concesionados residen

entre los veinte mil y cuatrocientos mil metros cúbicos al año, y en su mayoría extraen el agua del acuífero Zona Metropolitana de la ciudad de México.

En la siguiente Figura III.3 se muestran los 18 establecimientos de la industria de bebidas no alcohólicas que cuentan con derechos de extracción de agua subterránea en la CVM. Se identifican los municipios en los que se ubica cada establecimiento dentro de la CVM.

De las 18 empresas arriba identificadas, 11 establecimientos se encuentran ubicados en el Estado de México (61%) principalmente en los municipios de Cuautitlán Izcalli y Ecatepec de Morelos, 6 establecimientos se localizan en la Ciudad de México (33%), destacando los municipios de Azcapotzalco e Ixtapaluca y por último con un 6% (equivalente a un establecimiento) se encuentra en Hidalgo en el municipio de Tizayuca. La ubicación de estos establecimientos radica en zonas industriales, lo que parece lógico, pero son industrias de gran tamaño y considerando la sobrepoblación que se presenta en dichas zonas, más el añadirle problemas por la falta de agua hacen reconsiderar la ubicación de estas industrias en zonas problemáticas tanto hídricas como sociales.

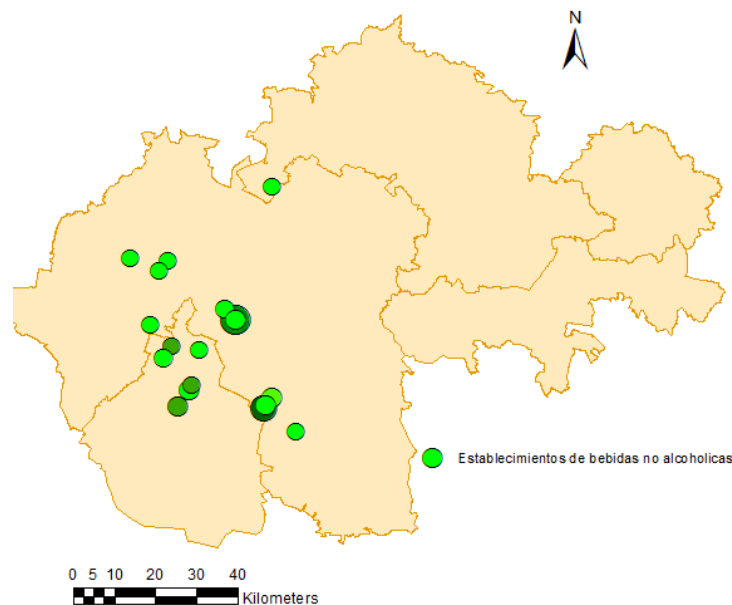


Figura III.3

Ubicación de los establecimientos que extraen agua de los acuíferos de la CVM.

Fuente: elaborado en Arcgis a partir de datos de INEGI 2016, DENUE 2016, DOF 2016

3.3.2 Acuíferos presionados por la industria de bebidas no alcohólicas

La Tabla III.7 muestra a las 18 empresas de la industria de bebidas no alcohólicas clasificadas de acuerdo a los acuíferos de los cuales extraen agua para su producción y por su giro industrial.

Tabla III.7

Acuíferos afectados por la extracción de la industria de bebidas no alcohólicas

Acuífero	Establecimientos que extraen agua del acuífero			Total
	Elaboración de refrescos	Purificación y embotellado de agua	Elaboración de hielo	
Cuautitlán-Pachuca	4	1	0	5
Zona Metropolitana de la CDMX	2	5	5	12
Chalco-Amecameca	0	1	0	1
Total	6	7	5	18

Fuente: Elaboración a partir de datos de tomados de DENUE 2016, REPGA 2016

Los 18 establecimientos productores de bebidas no alcohólicas que cuentan con derechos de extracción explotan tres acuíferos: Cuautitlán-Pachuca, Zona metropolitana de la Ciudad de México y Chalco-Amecameca. En la Figura III.4 y en la tabla III.6 se observa que 12 establecimientos extraen agua del acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México, del acuífero Cuautitlán-Pachuca son 5 establecimientos los que realizan la misma actividad. En estos dos acuíferos se concentran 17 establecimientos de la industria de bebidas no alcohólicas, entendiendo entonces que la actividad de esta industria de toda la CVM está tomando agua de estos dos acuíferos, ya que del acuífero Chalco-Amecameca únicamente se ubicó un establecimiento.

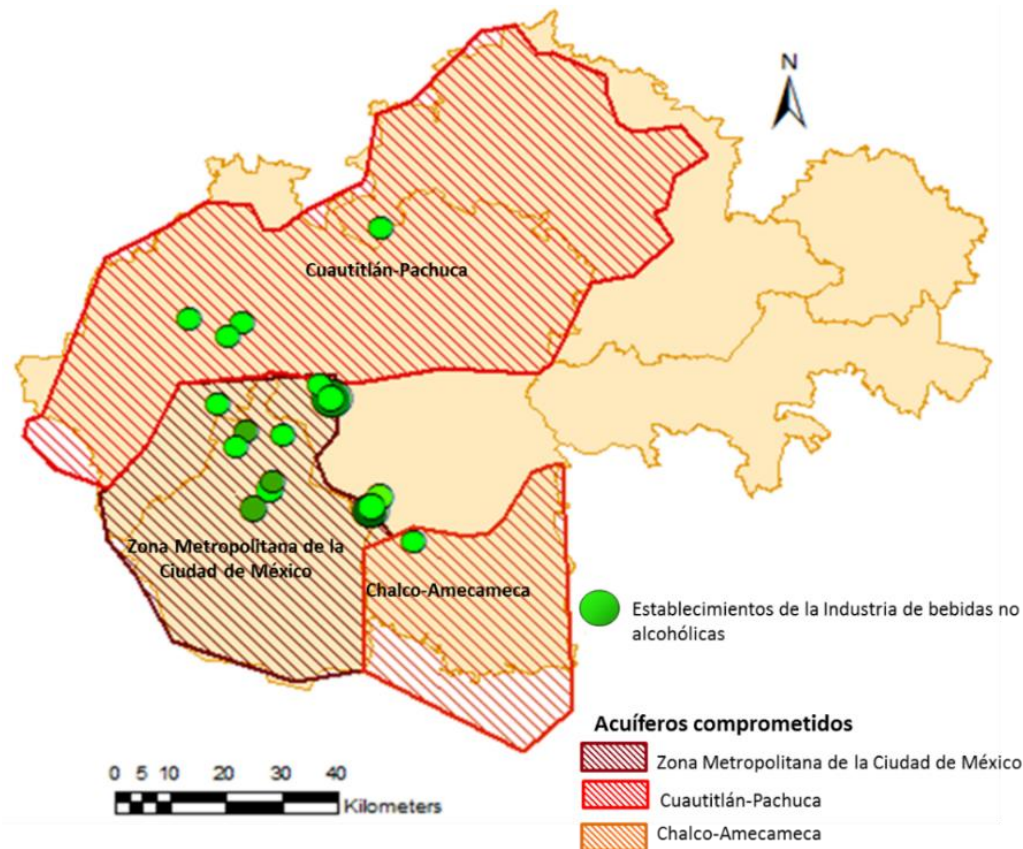


Figura III.4

Ubicación de acuíferos sobreexplotados de los que extraen agua establecimientos de bebidas no alcohólicas.

Fuente: elaborado en Arcgis a partir de datos de INEGI 2016, DENUE 2016, DOF 2016

En la Tabla III.6 se registra que de los 18 establecimientos que cuentan con derechos de extracción de agua subterránea, 6 corresponden a elaboración de refrescos, 7 a purificación y embotellado de agua, y por último 5 establecimientos dedicados al giro de elaboración de hielo. Los 13 establecimientos que producen refrescos y embotellan agua son grandes empresas, propietarias de derechos de extracción de importantes volúmenes. Las 5 empresas que producen hielo son microempresas, y su extracción no es tan grande como la de las industrias mencionadas arriba, razón por la que centramos entonces nuestra atención en los establecimientos de elaboración de refrescos y las embotelladoras y purificadoras de agua.

3.3.2.2 Extracción de agua por la industria de bebidas no alcohólicas por acuífero

Analizando la situación y la problemática de la escasez hídrica que presentan los tres acuíferos arriba mencionados, se plantea la interrogativa que es el núcleo fundamental de esta investigación, ¿Cuánta agua extrae la industria de bebidas no alcohólicas en cada acuífero?

En la Tabla III.8 se responde a dicha pregunta en donde se anotan los volúmenes de agua que las industrias de bebidas no alcohólicas extraen en los tres acuíferos que explotan de acuerdo a sus derechos. El acuífero Cuautitlán-Pachuca es el más explotado por esta industria, en éste se extraen más de cuatro millones de metros cúbicos al año (4, 246,880 m³/año) que equivale al 54% del volumen total extraído por toda la industria de bebidas no alcohólicas. Con una extracción de más de tres millones de metros cúbicos (3,408,387 m³/año) del acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México que representa el 43% del volumen total extraído por toda la industria de bebidas no alcohólicas, se ubica este acuífero como el segundo más explotado por esta industria. Los dos acuíferos mencionados son las principales fuentes de abastecimiento para la industria de bebidas no alcohólicas al explicar el 97%, del acuífero Chalco-Amecameca únicamente se extrae el 3% (246,000 m³/año) lo cual en comparación con la explotación que se tiene de los otros dos acuíferos resulta menos significativo en la industria.

Tabla III.8

Volúmenes de extracción en los acuíferos de la CVM.

Acuífero	Volumen de extracción (m³/año)	%
Cuautitlán-Pachuca	4,246,880	54%
Zona Metropolitana de la CDMX	3,408,387	43%
Chalco-Amecameca	246,000	3%
Total	7,901,267	100%

Fuente: elaboración a partir de datos tomados de REPDA 2016

El acuífero Cuautitlán-Pachuca resulta ser el más explotado por la industria de bebidas no alcohólicas al cubrir más de la mitad de sus requerimientos (54%), lo cual es alarmante puesto que este acuífero ya tiene como antecedentes la excesiva demanda de agua, siendo motivo de preocupación. Ramírez (2013) hizo una investigación para evaluar este acuífero mediante un modelo, determinando los balances de aguas subterráneas del Acuífero Cuautitlán-Pachuca, que le permitió obtener valores reales de extracción y recarga actuales, calificando al acuífero en un estado crítico debido a la incesante demanda de agua de los diferentes sectores. Lo cual indica que los problemas por la sobreexplotación en este acuífero son bastantes significativos y el que las industrias estén tomando tan elevados volúmenes de agua es injustificable.

El acuífero Zona metropolitana de la Ciudad de México (es importante remarcar que este acuífero es el de mayor sobreexplotación de la CVM) es el segundo más afectado por la industria de bebidas no alcohólicas.

3.3.2.3 Extracción de agua por giro industrial

La industria que elabora refrescos es la que más extrae agua subterránea como se muestra en la Figura III.5, explica el 64% de toda la industria de bebidas no alcohólicas, seguida de la industria que produce agua embotellada con un 30%, y el restante 6% lo explica la industria que produce hielo. Los volúmenes se registran para las tres distintas industrias de bebidas no alcohólicas.

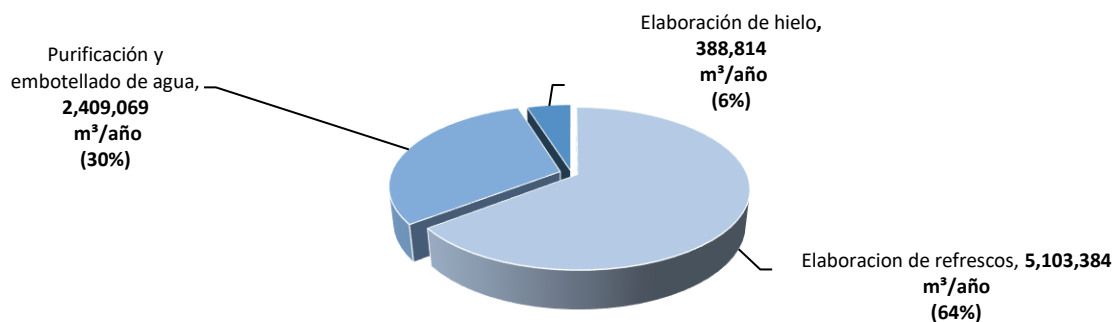


Figura III. 5

Extracción de agua subterránea por giro industrial en la industria de bebidas no alcohólicas.

Fuente: elaboración a datos de REPDA 2016, DENUE 2016

La extracción de agua subterránea es realizada por grandes empresas poseedoras de derechos de explotación. Destaca el caso de la industria que elabora refrescos ya que solo 6 establecimientos explican el 64% del total extraído, en la industria de embotellado de agua 7 establecimientos de explican el 30%, y 5 en la industria de elaboración de hielo que explican el restante 6%.

La información encontrada ofrece un claro panorama de como la industria de bebidas no alcohólicas participa en la problemática de extracción de exorbitantes volúmenes de agua de acuíferos sobreexplotados. Es necesario reflexionar sobre este hecho, ¿por qué la industria de bebidas no alcohólicas está extrayendo casi 8 hectómetros cúbicos al año de acuíferos sobreexplotados?

Los resultados muestran que la industria con menos establecimientos que es la de elaboración de refrescos; son 6 establecimientos usuarios de agua subterránea; detonado que es la más intensiva en el uso de agua con más de 5 hectómetros cúbicos al año, mientras que la industria de agua embotellada con 7 establecimientos extraen menos agua con un total de 2.4 hectómetros cúbicos al año, el caso de los establecimientos productores de hielo que al ser en su mayoría micro empresas, no tiene tanta concurrencia en comparación con las refresqueras.

3.4 Participación de la industria de bebidas no alcohólicas en el grado de presión de los acuíferos

Abordar el tema de cómo están presionando la industria de bebidas no alcohólicas implica dar una evaluación de estado actual del tema en cuestión, para ello se utilizan “indicadores ambientales” los cuales tienen como función el dar a conocer o evaluar un recurso ambiental. Son datos de tipo estadísticos que podrían ayudar a medir la sustentabilidad de los recursos naturales y las acciones antropogénicas.

3.4.1 Grado de presión hídrica de la industria de bebidas no alcohólicas por acuífero

En el capítulo 2 se concluyó que los recursos hídricos en la CVM enfrentan un elevado nivel de presión, particularmente grave para el agua subterránea, ya que de 7 acuíferos que existen en la cuenca, 4 se encuentran en alarmante situación de sobreexplotación. Y la investigación ha llevado a identificar que precisamente los tres acuíferos calificados en la peor en situación de estrés hídrico son explotados intensivamente por la industria de bebidas no alcohólicas. Lo que lleva a investigar la medida en que esta industria presiona a cada uno de los acuíferos en cuestión, para identificar la posibilidad de alguna política pública que minimice o resuelva esta grave situación.

La metodología utilizada para este apartado consiste en realizar un diagnóstico a la situación hídrica de los tres acuíferos que explota la industria de bebidas no alcohólicas.

A partir de la información hidrológica de cada acuífero se estiman indicadores para realizar un diagnóstico de su situación hídrica. Se estiman: a. Déficit hídrico y b. Índice de presión hídrico. La metodología se apoyó de las publicaciones de CONAGUA (Estadísticas del Agua en México, edición 2016), las publicaciones del Diario oficial de la Federación “Actualización de la disponibilidad media anual”.

a. Déficit hídrico por acuífero

Déficit hídrico se obtiene de descontar el volumen de extracción de agua al volumen de agua que recarga el acuífero en el periodo de un año:

$$\text{Déficit hídrico} = \text{Recarga total} - \text{Volumen de extracción (Concesiones de REFDA)}$$

Esta relación permite entender la cantidad de agua que se está extrayendo en exceso de los acuíferos; al momento de que el valor de la extracción sea mayor que la recarga nos está indicando que se está tomando más agua de la que en el ciclo de agua se renueva.

b. Grado de presión hídrico por acuífero

Una medida internacionalmente aceptada para calificar el estado de los acuíferos es el índice denominado grado de presión hídrico (GPRH), se estima relacionando el volumen de extracción concesionado y la recarga media anual del mismo multiplicado por cien. La clasificación para calificar el Grado de presión hídrico muestra que un valor igual a 100% indica que toda el agua que se extrae equivale a llevarse toda la recarga anual (ver tabla II.9). La clasificación de los valores del GPRH definidos por la Comisión para el Desarrollo Sustentable (CDS) de la ONU presenta cuatro categorías que representan diversos grados de presión sobre los recursos hídricos (Tabla III.9), que van desde muy alto (la extracción supera el 100% de la disponibilidad natural) hasta escasa presión (el agua extraída no rebasa el 10% del líquido disponible). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (PNUMA, 2002).

Tabla III.9

Clasificación para calificar el estrés hídrico

Muy alto	> 100%
Alto	40% - 100%
Medio	20% - 40%
Bajo	10% - 20%
Escasa presión	< 10%

Fuente. Comisión Nacional del Agua, 2015

En esta investigación se hizo el cálculo del déficit y del grado de presión de cada uno de los acuíferos afectados por la industria de bebidas no alcohólicas (Cuautitlán-Pachuca, Zona Metropolitana de la Ciudad de México y Chalco Amecameca).

Los resultados indican que los tres acuíferos se ubican en un Muy Alto grado de presión, la demanda de agua está siendo mucho mayor que la oferta teniendo como resultado un déficit del recurso, esta situación de los acuíferos ha ocasionado problemas de escasez de agua principalmente en zonas marginadas, por lo que se consideró importante encontrar un indicador para dimensionar la presión de la industria de la industria de bebidas no alcohólicas.

3.4.1.1 Acuífero Cuautitlán-Pachuca

Balance hídrico

El balance hídrico por acuífero tiene por objeto cuantificar los recursos y volúmenes de agua del ciclo hidrológico, los datos que se toman para los cálculos son la recarga natural total y la extracción total. La recarga total natural del acuífero corresponde básicamente a los volúmenes infiltrados por agua de lluvia y recarga horizontal proveniente de las zonas de recarga (Tabla III.10).

Tabla III.10

Balance hídrico del acuífero Cuautitlán-Pachuca

Recarga total	
Recarga natural por lluvia	285.8 Hm ³ /año
Entradas naturales	70.9 Hm ³ /año
Total de recarga natural	356.7 Hm³/año
Descarga total	
Salidas horizontales	0
Evotranspiración	0
Manantiales comprometidos	0
Extracción total	415.07 Hm ³ /año

Fuente: Elaborado a partir de datos de CONAGUA (2015 c), DOF 2016

Déficit Hídrico

A partir de información de su balance hídrico se estima su déficit:

$$Déficit\ Hídrico = 356.7\ Hm^3/año - 415.07\ Hm^3/año = -58.37\ Hm^3/año$$

Este resultado indica que se está extrayendo 58.37 hectómetros cúbicos de agua al año que el acuífero no está recargando, como se observa en la ecuación, el volumen de recarga del acuífero por medio de la lluvia es menor que el volumen que se está extrayendo, lo que quiere decir que se está tomando agua ancestral de un nivel freático más profundo.

Grado de presión hídrico

En la tabla III.11 se muestra la estimación del agrado de presión del acuífero en función de la recarga y el volumen concesionado:

Tabla III.11

Grado de presión en el acuífero Cuautitlán-Pachuca

Recarga media anual Hm ³	Volumen de REPDA concesionado Hm ³	Grado de presión hídrico	Estrés hídrico
356.70	415.07	116%	Muy alto

Fuente: Elaborado a partir de datos de CONAGUA (2015 c), DOF 2016

El grado de presión del acuífero de 116% muestra un estrés hídrico muy alto sobre este acuífero, ya que está por encima de los valores para clasificar, es decir; excepcionalmente se presentan casos con valores mayores a 100%, e indica que se está tomando agua ancestral (agua fósil), causando daños irreversibles al sistema hídrico que se explota.

3.4.1.2 Acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Balance hídrico

En este acuífero, debido a que los niveles dentro del acuífero encuentran a 20 metros de profundidad, así como la existencia de pavimentación en una gran área del acuífero, no se considera que existan salidas por evapotranspiración para el acuífero. (Tabla III.12)

Tabla III.12

Balance hídrico del acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Recarga total	
Recarga natural por lluvia	14 Hm ³ /año
Recarga incidental	361.8 Hm ³ /año
Flujo subterráneo	137 Hm ³ /año
Total de recarga natural	512.8 Hm³/año
Descarga total	
Salidas horizontales	0
Caudal base	0
Evotranspiración	0
Manantiales comprometidos	0
Extracción total	1,103.98 Hm ³ /año

Fuente: Elaborado a partir de datos de CONAGUA (2015 a), DOF 2016

Déficit Hídrico

Se toma la información del balance para estimar:

$$Déficit Hídrico = 512.8 \text{ Hm}^3/\text{año} - 1,103.98 \text{ Hm}^3/\text{año} = -591.18 \text{ Hm}^3/\text{año}$$

El déficit hídrico estimado es excesivamente grande, se está hablando de casi seiscientos hectómetros cúbicos que están extrayendo de más del acuífero, la demanda de agua está muy por encima de lo que está ofreciendo el acuífero.

Grado de presión hídrico

El cálculo de este índice para el acuífero Zona metropolitana de la Ciudad de México nos da resultados alarmantes, pues con solo observar los datos que nos proporciona el balance hídrico se sabe que el resultado será que está en un Grado de presión muy alto, como se refleja en la tabla III.13:

Tabla III.13

Grado de presión hídrico del acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Recarga media anual Hm ³	Volumen de REPDA concesionado Hm ³	Grado de presión hídrico	Estrés hídrico
512.80	1,103.98	215%	Muy alto

Fuente: Elaborado a partir de datos de CONAGUA (2015 a), DOF 2016

Para este acuífero el grado de presión hídrico es de 215%, (ver tabla III. 13), este valor es el doble y un poco más de lo que se clasifica como “Alto” (100%), este valor esta fuera de los rangos de la clasificación, lo que indica es que la extracción es el doble de lo que se está recargando, se lleva toda el agua de lluvia con la que se está recargando y extrayendo agua ancestral agotando el acuífero. Es alarmante la situación de este acuífero y más que 12 empresas extraigan agua en descomunales volúmenes.

3.4.1.3 Acuífero Chalco-Amecameca

Al estudiar estos tres acuíferos y la ver la intervención que tiene la industria de bebidas no alcohólicas sobre ellos, se encontró que este acuífero es el menos afecto, puesto que solamente un establecimiento es el que hace uso de su agua, pero al ser uno de los acuíferos con problemas hídricos de la CVM se decidió al igual que los otros dos acuíferos, estudiar la situación y llevar a cabo los cálculos.

Balance Hídrico

Este acuífero tiene la particularidad de contar con un gran espesor de arcilla, lo que impide su recarga natural de agua debido a la impermeabilidad de dicho material que no permite la infiltración del agua hacia el acuífero. Siendo el flujo subterráneo la única forma de recarga de agua. A continuación, se muestran los datos del balance hídrico en la tabla:

Tabla III.14.
Balance Hídrico del acuífero Chalco-Amecameca

Recarga total	
Recarga natural por lluvia	0Hm ³ /año
Recarga incidental	0 Hm ³ /año
Flujo subterráneo	79.3 Hm ³ /año
Total de recarga natural	79.3 Hm³/año
Descarga total	
Salidas horizontales	0
Caudal base	0
Evotranspiración	0
Manantiales comprometidos	3.30 Hm ³ /año
Extracción total	97. 63 Hm ³ /año

Fuente: Elaborado a partir de datos de CONAGUA (2015 d), DOF 2016

Déficit Hídrico

$$Déficit Hídrico = 79.3 Hm^3/año - 97.63Hm^3/año = - 18.33 Hm^3/año$$

Grado de presión hídrico

Para el acuífero Chalco-Amecameca al relacionar el volumen de extracción con la recarga del acuífero da como resultado que su GPRH es de 123%, es decir se extrae toda el agua que se recarga por lluvia y adicional a eso se extrae un 23% más del acuífero, como se muestra a continuación en la tabla III.15

Tabla III.15
Grado de presión en el acuífero Chalco-Amecameca

Recarga media anual Hm ³	Volumen de REPDA concesionado Hm ³	Grado de presión hídrico	Estrés hídrico
79.30	97.63	123 %	Muy alto

Fuente: Elaborado a partir de datos de CONAGUA (2015 d), DOF 2016

Para este acuífero el grado de presión hídrico es de 123%, (ver tabla III. 15), este valor indica un Alto grado de estrés hídrico, señalando que se extrae más del agua que se está recargando, extrayendo agua ancestral agotando el acuífero.

3.4.2 Incidencia de la industria de bebidas no alcohólicas en la sobreexplotación de los acuíferos

En la siguiente Tabla III.16 se anota el volumen de agua extraída a costa de la sobreexplotación (déficit hídrico anual) en cada uno de los tres acuíferos en los que se ubica la industria de bebidas no alcohólicas en la CVM. El nivel de sobreexplotación de los tres acuíferos juntos explica 671.18 hectómetros anuales. En la última columna se relaciona el volumen de agua que extrae anualmente la industria de bebidas no alcohólicas en cada uno de los acuíferos respecto al déficit del acuífero correspondiente, resultado que muestra la participación de la industria en el déficit de cada uno de los acuíferos afectados. En el acuífero Cuautitlán-Pachuca la industria de bebidas no alcohólicas explica un 7.3% de su déficit, en el acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México un 0.60% (este valor tan pequeño que se presenta se explica por el alto valor del déficit del acuífero, al relacionarlo con el volumen de extracción queda un valor muy pequeño menor al 1%), en el caso del Chalco-Amecameca un 1.13%. Los tres acuíferos juntos explican el 1.16% del déficit hídrico conjunto.

Tabla III.16

Impacto de la Industria de bebidas no alcohólicas en los acuíferos en la CVM

Acuífero	Déficit anual Hm ³ /año.	Volumen de Extracción Industria de Bebidas no alcohólicas Hm ³ /año.	Extracción Industria de Bebidas no alcohólicas/ Déficit
Cuautitlán-Pachuca ^c	58.37	4.247	7.3%
Zona Metropolitana de la CDMX ^a	591.18	3.408	0.60%
Chalco-Amecameca ^d	21.63	0.246	1.13%
Total	671.18	7.901	1.16%

Fuente: Fuente: Elaboración a partir de datos (CONAGUA (a) 2015), (CONAGUA (c) 2015), (CONAGUA (d) 2015).

El porcentaje de 1.16% se interpreta como la cuota de la industria de bebidas no alcohólicas en el daño que en conjunto provocan todos los usos del agua en los tres acuíferos, mostrando su participación en una situación de daño a los recursos hídricos. Lo anterior es más grave cuando se precisa que solamente son 18 grandes empresas las que están causando dicho daño.

La presión que tiene la industria de bebidas no alcohólicas en los acuíferos sobreexplotados se puede dimensionar de una manera ilustrativa, se investigó el volumen total extraído por todo el sector industrial de cada acuífero (REPDA 2017), y se tomó el volumen que extrae la industria de bebidas no alcohólicas de cada acuífero, para así calcular en porcentaje el volumen con el que afecta a estos acuíferos. Como se puede observar en la siguiente tabla (Tabla 17.) en el acuífero Cuautitlán-Pachuca el sector industrial extrae más de diecinueve hectómetros cúbicos al año y por su parte únicamente la industria de bebidas no alcohólicas extrae más de 4 hectómetros cúbicos al año, lo cual nos dice que el volumen que extrae la industria de bebidas equivale al 22% del total extraído por todos los sectores industriales en el acuífero, cabe mencionar que de este acuífero son únicamente 5 empresas las que extraen este volumen, y se encontró que el total de concesiones de uso industrial para el acuífero Cuautitlán-Pachuca es de 103.

Para el caso del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México el porcentaje es mejor (4%), esto se debe a la sobreexplotación que está sufriendo el acuífero, pues de este el sector industria extrae en total más de 83 hectómetros cúbicos al año, con un total de 419 concesiones de uso industrial.

Por último el acuífero Chalco-Amecameca el cual la extracción de la industria de bebidas representa el 12% con respecto al volumen total extraído por todo el sector industria en el acuífero (2.077 hectómetros cúbicos al año), en este acuífero se encontró que hay 19 concesiones para uso industrial en todo el acuífero.

Tabla III.17 Relación de la extracción de las industrias de bebidas no alcohólicas con la extracción por todo el sector industrial en los 3 acuíferos

Acuífero	Volumen extraído por Todo el Sector Industrial m ³ /año	Volumen extraído por la Industria de bebidas no alcohólicas m ³ /año	% de la extracción de bebidas no alcohólicas en relación al volumen total extraído en cada acuífero
Cuautitlán-Pachuca	19,336,680	4,246,880	22%
Zona Metropolitana de la CDMX	83,152,369	3,408,387	4%
Chalco-Amecameca	2,077,681	246,000	12%
TOTAL	104,566,730	7,901,267	38%

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de REPDA, <http://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx>

Nota: es importante comentar que los volúmenes expuestos que extrae el sector industrial corresponden a cada acuífero, y en la Cuenca en estudio no abarca en su totalidad a los Acuíferos Cuautitlán-Pachuca ni Chalco Amecameca, por lo cual la presencia de la industria de bebidas no alcohólicas es aún más imponente.

Otra forma de dimensionar el impacto que tiene esta industria en la problemática ambiental de la sobreexplotación de los recursos hídricos es considerando que la participación que alcanza toda la industria manufacturera en el déficit de agua subterránea es de 18%, y que solo la industria de bebidas no alcohólicas explica más de un punto porcentual del mismo. En otros términos, el volumen de agua subterránea extraída por la industria de bebidas no alcohólicas, respecto al uso de agua subterránea por toda la industria manufacturera en la CV (Tabla III.18) explica un 6.5%, lo que muestra el peso que tiene ésta industria en el déficit generado por el sector manufacturero en la CVM, lo que se debe a la acción de solo 18 empresas.

Tabla III.18

Extracción de agua subterránea por la industria manufacturera en la CVM.

Agua Subterránea (acuíferos) utilizada por Industria manufacturera en CVM	%	Agua Subterránea (acuíferos) utilizada por la industria de bebidas no alcohólicas	%
121.006 Hm ³ /año	100%	7.901 Hm ³ /año	6.5%

Fuente: *REPDA 2017, **CONAGUA 2014

El resultado interesante del capítulo es que sustenta la observación del sentido común, en el sentido de que las empresas refresqueras y embotelladoras de agua sobreexplotan los acuíferos, lo que resulta muy preocupante es el estado de estrés hídrico en el que están los acuíferos y que esta situación va directo a la extinción de dichos cuerpos de agua.

Reflexión

Una forma de dimensionar o de ejemplificar el volumen que extrae la industria de bebidas no alcohólicas (7.901 Hm³/año) es hacer una equivalencia de cuantos hogares se pueden dotar con el volumen de agua que utiliza esta industria. Según datos obtenidos de la publicación del “Día Mundial del Agua 2015” (CONAGUA 2015) una persona en promedio utiliza 356 litros al día, y datos de Encuesta Nacional de los hogares 2015

(INEGI 2015) revelo que nivel nacional cada hogar se constituye en promedio por 3.8 integrantes con esta información se hizo la siguiente tabla:

Tabla III.19

Comparación del volumen de agua extraído por las industrias de bebidas no alcohólicas y cuantos hogares de México se podría abastecer en un año.

*Volumen total utilizado por la industria de Bebidas no alcohólicas (litro/año)	7,901,000,000
**Volumen promedio utilizado por persona (litros/año)	1,33,225
***Volumen promedio utilizado por 1 hogar (litros/año)	506,255
Número de personas abastecidas con el volumen extraído por la industria de bebidas no alcohólicas.	59,305.68
Número de hogares abastecidos con el volumen extraído por la industria de bebidas no alcohólicas.	15,606.76

Fuente: elaboración propia a partir de datos de *DENUE 2016, REPDA 2016 <http://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx>

***"Día Mundial del Agua 2015" (CONAGUA 2015), **Encuesta Nacional de los Hogares (ENH) 2015 INEGI.

Con el volumen que extrae la industria de bebidas no alcohólicas (siete mil novecientos un millón de litros al año) se puede dotar de agua a 59, 305 personas al año y esto sería equivalente a abastecer a 15, 606 hogares al año. Por ejemplo Iztapalapa que es una de las zonas más afectadas por la falta del recurso hídrico y la mala calidad, que según la BBC en el 2016 menciona que en ocasiones pasan varias semanas sin recibir una gota en las redes de abastecimiento. Este indicador ayuda a comprender la enorme cantidad de agua que extrae la industria de bebidas no alcohólicas, y a la vez visualiza como esta industria es parte de una problemática del recurso hídrico, ya a pesar de que el servicio doméstico tiene prioridad de abastecimiento hay zonas donde este servicio es escaso; como se justifica entonces que industrias de gran índole tengan acceso a grandes volúmenes a costa de la escasez del recurso en los hogares.

3.5 Sinopsis del capítulo

La Importancia de este capítulo es definir y cuantificar el tamaño de la industria de bebidas alcohólicas; para definir la industria de bebidas no alcohólicas se recurrió a la clasificación del SCIAN; 31211 "Elaboración de refrescos, hielo y otras bebidas no alcohólicas, y

purificación y embotellado de agua” (Para funciones prácticas de este trabajo se le denominó como Industria de bebidas no alcohólicas), que a su vez está dividida por las tres clases de actividad industrial: 312111 Elaboración de refrescos y otras bebidas no alcohólicas, 312112 Purificación y embotellado de agua, 312113 Elaboración de hielo.

Definida la industria, se utilizó la herramienta de DENUÉ para la ubicación de los establecimientos pertenecientes a esta industria, se encontraron 5677 ubicados en la CVM, la mayoría de sus establecimientos están ubicados en el Estado de México con 3313 establecimientos y en la Ciudad de México con 2185, mientras que Hidalgo y Tlaxcala no hay tanta presencia con 159 y 20 establecimientos respectivamente.

Se analizaron los datos por clase de actividad para resumir que 5590 pertenecen a Purificación y embotellado de agua (98%), la industria de elaboración de hielo cuenta con 48 establecimientos (1%), ya que la industria que elabora refrescos únicamente se ubican 39 establecimientos (1%) que explican el porcentaje restante.

Para estructurar el tipo de mercado al que pertenece la industria de bebidas no alcohólicas se clasificaron por tamaño de empresa, el resumen se encontró que el 98% corresponde a microempresas y un 2% por pequeñas a grandes empresas. Sin embargo analizada por tipo de industria se encontró que la industria de purificación y embotellado de agua tiene una estructura de mercado oligopólico al estar dominado por 7 grandes empresas aunque incluya un mayor número de establecimientos, pero estos pertenecen a micro empresas (0 a 10 empleados). La estructura de mercado de la industria de elaboración de refrescos es claramente monopólica ya que tiene el menor número de establecimientos que son grandes empresas (más de 250 empleados). La industria que produce hielo es la que registra una estructura de mercado de competencia perfecta no obstante incluya pocos establecimientos. Este análisis por giro industrial permite concluir que la industria de bebidas no alcohólicas está dominada por empresas refresqueras y embotelladoras multinacionales como lo es Coca-Cola y Pepsi, Bonafont. Esto explica los grandes volúmenes de agua subterránea utilizados por esta industria, ya que el principal insumo para su producción es el agua.

El segundo objetivo de este capítulo es conocer el volumen de agua utilizado por esta industria La investigación estima que la industria de bebidas no alcohólicas utiliza 11.233 Hm³ al año. Las fuentes de abastecimiento de la misma son el suministro público (30%) y

el agua subterránea que se obtiene de la extracción de acuíferos (70%). La estimación del agua superficial se realizó a partir de información de datos publicados en los Censos Económicos de INEGI 2014 teniendo que el volumen de agua utilizado por la industria de bebidas no alcohólicas es de 3.332 hectómetros cúbicos al año.

El volumen de agua subterránea que utiliza la industria de bebidas no alcohólicas es de 7.9 Hm³/año, extraída exclusivamente de tres acuíferos ubicados en la CVM, que son: Cuautitlán-Pachuca, Zona Metropolitana de la Ciudad de México y Chalco-Amecameca. Al delimitar la fuente de abastecimiento para la industria estudiada, permitió la obtención de importantes datos: se identificaron 18 establecimientos de la industria de bebidas no alcohólicas con derechos de extracción de agua, se cuantificó por acuífero el volumen de agua extraído, en el acuífero Cuautitlán-Pachuca 4, 246,880 m³/año, el acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México 3, 408,387 m³/año. Del acuífero Chalco-Amecameca únicamente se extrae 246,000 m³/año. Analizado por clase de actividad se observa que el 64% del agua subterránea lo extrae la industria de elaboración de refrescos, seguida de la industria que produce agua embotellada con un 30%, y el restante 6% lo explica la industria que produce hielo.

Los resultados muestran que la industria de refrescos es la que extrae más agua subterránea y lo realizan solo 5 establecimientos gigantescos, que muestra a plenitud su estructura de mercado oligopólico. Las industrias de agua embotellada son 7 establecimientos grandes, mostrando que siguen el patrón de estructura de mercado oligopólico. La industria productora de hielo extrae poca agua e incluye establecimientos que en su mayoría micro empresas, registrando una estructura de mercado tipo competencia perfecta.

Medir la incidencia que tiene la industria de bebidas alcohólicas se basó en conocer el déficit de los acuíferos afectados y sobre este dato relacionarlo con el volumen que se extrae de cada acuífero con lo que se logró determinar en qué porcentaje está afectando la industria al “agua que falta o que no hay “en los acuíferos. Los resultados fueron: En el acuífero Cuautitlán-Pachuca la industria de bebidas no alcohólicas explica un 7.3% de su déficit, en el acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México un 0.60% (este valor tan pequeño que se presenta se explica por el alto valor del déficit del acuífero, al relacionarlo con el volumen de extracción queda un valor muy pequeño menor al 1%), en el caso del Chalco-

Amecameca un 1.13%. Considerando el déficit agregado de los 3 acuíferos (671.18 hectómetros anuales), se estima que las industrias de bebidas no alcohólicas tienen una participación de 1.16% sobre dicho déficit hídrico. Es importante remarcar que este porcentaje está dado únicamente por 18 establecimientos.

Otra forma de dimensionar el impacto que tiene esta industria en la problemática ambiental de la sobreexplotación de los recursos hídricos es considerando que la participación que alcanza toda la industria manufacturera en el déficit de agua subterránea de toda la CVM es de 18% y que solo la industria de bebidas no alcohólicas explica más de un punto porcentual del mismo. En otros términos, el volumen de agua subterránea extraída por la industria de bebidas no alcohólicas, respecto al uso de agua subterránea por toda la industria manufacturera en la CV explica un 6.5%, lo que muestra el peso que tiene esta industria en el déficit generado por el sector manufacturero en la CVM, lo que se debe a la acción de solo 18 empresas.

Capítulo 4

Beneficios de la industria de refrescos y agua embotellada y uso de agua subterránea en la CVM

4.1 Costo del agua subterránea

En el capítulo anterior se mostró la importante presión que tiene la industria de bebidas no alcohólicas en los recursos hídricos de la CVM, se identificó que dicha industria concentra su extracción de agua subterránea de tres acuíferos, los que se caracterizan por una grave sobreexplotación y una disponibilidad nula de agua subterránea para nuevas concesiones. Ante tal escenario resulta importante explicar la presencia de una industria intensiva en el consumo de agua, en una región de extrema escasez, para lo que es necesario hacer un análisis económico de la misma. Por lo que en este apartado primero se investigó cuánto es lo que está pagando la industria por el agua que está extrayendo, y en segundo lugar se investigó cuánto vale dicha agua en el mercado, lo que permite estimar las ganancias de esta industria.

La población de 20 millones en la CVM demanda los productos que la industria de bebidas no alcohólicas le ofrece en el mercado, y la población compra los productos sin tener en cuenta la fuente de donde proviene el agua que contienen.

4.1.1 Tarifa que paga la industria de bebidas no alcohólicas por el agua subterránea

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) en el artículo 18 señala que las aguas del subsuelo pertenecientes a la nación (artículo 3 de esta misma ley se definen los cuerpos de agua que pertenecen a las “aguas nacionales”) pueden ser explotadas mediante *concesiones*. Una concesión es un permiso que otorga el presidente de la Republica a través de la Comisión Nacional del Agua o del organismo de cuenca del Agua, para

hacer uso y un aprovechamiento adecuado de este recurso, conociendo las condiciones del cuerpo de agua, su demanda, disponibilidad y cantidad existente.

El procedimiento de obtención de una concesión para explotación de agua subterránea comienza desde la solicitud, el trámite es nombrado: "Formato CNA-01-004 Concesión de aprovechamiento de aguas subterráneas". El solicitante deberá al menos presentar la siguiente documentación (artículo 21 BIS de la LAN):

1. Identificación de persona física o moral
2. Documento que acredite la constitución de las servidumbres que se requiera.
3. Manifestación de Impacto Ambiental cuando se requiera conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
4. El proyecto de las obras a realizar o características de las obras existentes para la extracción o aprovechamiento de las aguas.
5. Memoria técnica con los planos correspondientes que contengan la descripción y características de las obras a realizar.
6. La documentación técnica que soporte la solicitud en términos de volumen de consumo requerido, el uso que se le dará al agua y las condiciones de cantidad y calidad de la descarga de aguas residuales respectivas.
7. Croquis que indique la ubicación del predio, los puntos de extracción, así como los puntos donde se efectuara la descarga.

La concesión es aprobada por la presidente de la Republica mediante la cámara de diputados y se otorga para periodos no menores a 5 años ni mayor a 30 años.

El acreedor de una concesión debe cumplir con ciertas obligaciones mencionados en la LAN (artículo 29), debe realizar el pago por derecho (aquí denominado tarifa en forma indistinta) que se realiza en función del volumen que se inscribió en la concesión, el derecho por m³ de agua extraída varía dependiendo de la localización del cuerpo de agua sujeto de explotación.

La Ley Federal de Derechos (LFD) en las disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2016, en su Artículo 223 menciona: por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales a que se refiere este capítulo, se pagará el derecho sobre agua, de

conformidad con la zona de disponibilidad de agua y la cuenca o acuífero en que se efectúe su extracción de acuerdo con las siguientes cuotas. El derecho (o tarifa) aplicado a los cuerpos de agua extraída se determina a partir de la zona de disponibilidad que corresponda. Para el agua extraída del subsuelo se aplica la siguiente estructura de tarifa.

Tabla IV.1

Tarifas por m³ de agua extraída del subsuelo según Zonas de disponibilidad

Zona de disponibilidad	Agua Subterráneas
	Tarifas de m³
1	\$19.8199
2	\$7.6719
3	\$2.6713
4	\$1.9418

Fuente: CONAGUA, Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2016

En la Tabla IV.1 se establece una tarifa para cada una de las 4 zonas de disponibilidad del recurso hídrico definidas para todo el país, lo que determina el monto del derecho por el uso, explotación o aprovechamiento de aguas nacionales es el criterio de que a menor disponibilidad mayor tarifa.

La determinación de la zona de disponibilidad se estima aplicando el índice de disponibilidad de agua (Idas) del cuerpo o región considerada, y el valor que registre el Idas se ubica en el rango definido para cada zona de disponibilidad. Las zonas de disponibilidad se definen de acuerdo con los rangos de Idas señalados en la Tabla IV.2.

Tabla IV.2

Clasificación de las Zonas de disponibilidad

Zona	Idas
Zona de disponibilidad 1	Menor o igual a -0.1
Zona de disponibilidad 2	Mayor a -0.1 y menor o igual 0.1
Zona de disponibilidad 3	Mayor a 0.1 y menor o igual a 0.8
Zona de disponibilidad 4	Mayor a 0.8

Fuente: elaborado con datos del Diario Oficial de la Federación, diciembre 2016.

La fórmula para estimar el I_{das} está señalada en el artículo 231 fracción II de la LFD en materia de agua, resumida en la siguiente ecuación:

$$I_{das} = D_{ma} / (R - D_{nc})^6$$

Dónde:

I_{das} = Índice de disponibilidad.

D_{ma} = Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica.

R = Recarga total media anual.

D_{nc} = Descarga natural comprometida

El índice de disponibilidad (I_{das}) se calcula relacionando la disponibilidad media anual de un cuerpo de agua entre la recarga menos la descarga comprometida. El valor del índice indica la disponibilidad de agua en las áreas o zonas en la que pertenece el cuerpo de agua, valores mayores del I_{das} indican mayor disponibilidad del recurso.

La Comisión Nacional de Agua en el Diario Oficial de la Federación publica su Clasificación de las Zonas de disponibilidad (resultado obtenido de la fórmula prevista) de acuerdo a los rangos especificados en la Tabla IV.2 que definen la zona de disponibilidad que le corresponda al acuífero o región considerada. De acuerdo con dicha tabla, la zona 1 registra la menor disponibilidad hídrica y la zona 4 la mayor. Este criterio explica que la tarifa más alta la registre la zona 1 de mayor escasez y la más baja la zona 4 (Tabla IV.2). Vale aclarar que la concesión define que el m^3 de agua se cobra a un costo fijo independiente del volumen de extracción.

Determinado el I_{das} , se ubica la zona de disponibilidad a que pertenece y se calcula el monto por metro cubico a pagar por la concesión. La concesión define que el m^3 de agua se cobra a un costo fijo independiente del volumen de extracción.

⁶ Las variables que integran la fórmula prevista en esta fracción se determinarán en términos del método obligatorio previsto en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

4.1.1.1 Tarifa aplicada a la industria de bebidas no alcohólicas en la CVM por extracción de agua por acuífero.

Para identificar la tarifa que se aplica a las 18 empresas de la industria de bebidas no alcohólicas que extraen de agua subterránea en la CVM, se estima el I_{das} (índice de disponibilidad de agua) de los tres acuíferos de los que se abastecen dichas empresas, aplicando la fórmula arriba explicada.

El I_{das} para cada uno de los tres acuíferos se calcula a continuación:

Acuífero Cuautitlán-Pachuca

Dma:	-58.3 Hm ³ /año
R:	356.7Hm ³ /año
Dnc:	0

$$I_{das} = -58.3 \text{ Hm}^3/\text{año} / (356.7\text{Hm}^3/\text{año} - 0) = \underline{\underline{-0.163}}$$

“Zona de Disponibilidad 1”

Acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Dma:	-591.18 Hm ³ /año
R:	512.8 Hm ³ /año
Dnc:	0

$$I_{das} = -591.18 \text{ Hm}^3/\text{año} / (512.8 \text{ Hm}^3/\text{año} - 0) = \underline{\underline{-1.153}}$$

“Zona de Disponibilidad 1”

Acuífero Chalco Amecameca

Dma:	-21.63 Hm ³ /año
R:	79.3 Hm ³ /año
Dnc:	3.3 Hm ³ /año

$$I_{das} = -21.63 \text{ Hm}^3/\text{año} / (79.3 \text{ Hm}^3/\text{año} - 3.3 \text{ Hm}^3/\text{año}) = \underline{\underline{-0.285}}$$

“Zona de Disponibilidad 1”

Los tres acuíferos tienen un Idas menor a -0.1, lo cual los clasifica en la zona de disponibilidad 1 que es la que registra mayor escasez del recurso hídrico y que le corresponde aplicar una tarifa de **19.8199** pesos por metro cubico extraído, que es el valor del agua más alto que impone la LFD. Es muy importante aclarar en este apartado que el costo por m³ de agua se mantiene independientemente del volumen de agua extraído.

4.1.1.2 Gasto en agua subterránea por la industria de bebidas no alcohólicas

Una vez determinada la tarifa de 19.8199 pesos por metro cubico de agua extraída en los acuíferos pertenecientes a la CVM, y dado que la tarifa no varía del volumen extraído, se estima el gasto monetario anual que realizan los 18 establecimientos que extraen agua subterránea en la industria de bebidas no alcohólicas (Tabla IV.3).

Tabla IV. 3

Pago de derechos de extracción del agua por establecimiento de la Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM 2015.

Establecimiento	Acuífero que ampara el derecho	Volumen de extracción (m³/año)	Pago por derechos de extracción (\$/año)
Elaboración de refrescos			
Propimex (COCA-COLA) Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán-Pachuca	1,596,880	\$ 31,650,001.91
Pascual (BOING)	Cuautitlán-Pachuca	420,000	\$ 8,324,358.00
Embotelladora metropolitana (PEPSI)	Cuautitlán-Pachuca	800,000	\$ 15,855,920.00
Gatorade (PEPSICO)	Cuautitlán-Pachuca	1,020,000	\$ 20,216,298.00
Embotelladora Metropolitana, S. DE R.L DE C.V. (PEPSI)	Zona Metropolitana de la CDMX	716,759	\$ 14,206,091.70
Propimex, S.A DE C.V (COCA-COLA) (La Paz)	Zona Metropolitana de la CDMX	549,745	\$ 10,895,890.93
Purificación y embotellado de agua			
Electropura, S. DE R. L. DE C. V. (E pura)	Cuautitlán-Pachuca	410,000	\$ 8,126,159.00
Electropura, S. DE R. L. DE C.V. (EPURA)	Zona Metropolitana de la CDMX	293,694	\$ 5,820,985.71
Electropura, S. DE R. L. DE C.V. (EPURA)	Zona Metropolitana de la CDMX	216,415	\$ 4,289,323.66
Electropura, S. DE R. L. DE C.V. (EPURA Ecatepec)	Zona Metropolitana de la CDMX	410,000	\$ 8,126,159.00
Electropura, S. DE R. L. DE C.V. (EPURA)	Zona Metropolitana de la CDMX	471,360	\$ 9,342,308.06
Electropura Planta Los Reyes (EPURA)	Zona Metropolitana de la CDMX	361,600	\$ 7,166,875.84
Envasadoras de Aguas en México, S. de R. L. de C. V. (Bonafont)	Chalco-Amecameca	246,000	\$ 4,875,695.40

Establecimiento	Acuífero que ampara el derecho	Volumen de extracción (m³/año)	Pago por derechos de extracción (\$/año)
Elaboración de hielo			
Hielo Ideal SA	Zona Metropolitana de la CDMX	130,000	\$ 2,576,587.00
Hielo Ideal S.A.	Zona Metropolitana de la CDMX	106,063	\$ 2,102,158.05
Fábrica de hielo La Unión	Zona Metropolitana de la CDMX	20,000	\$ 396,398.00
Fábrica de hielo La Siberia	Zona Metropolitana de la CDMX	60,000	\$ 1,189,194.00
Total			\$ 156,602,321.81

Fuente: Elaboración a partir de datos de Censos económicos INEGI 2014, DENUE 2016

Las empresas de la industria de bebidas no alcohólicas pagan en conjunto al año 156,602,321.81 pesos por la extracción de 7.91 hectómetros cúbicos anuales de agua de los tres acuíferos que explotan en la CVM. Las grandes empresas refresqueras como Coca-Cola y Pepsi pagan más que todas las demás juntas por sus mayores volúmenes de extracción. Las empresas grandes y medianas de la industria purificación y embotellado de agua, como es E pura y Bonafont quedan en segundo lugar y por último, las empresas que elaboran hielo que son pequeñas y micro empresas pagan comparativamente menos. (Ver tabla IV.3)

El pago de las empresas se incrementa en forma lineal respecto al volumen de agua extraído (por un costo marginal constante), por ejemplo, el caso de Coca-Cola (Acuífero Cuautitlán-Pachuca) que es quien tiene el mayor volumen de extracción con más de un millón y medio de metros cúbicos anuales, multiplicándolo por la tarifa de “Zona de disponibilidad 1” de \$19.8199 pesos; resulta un pago de \$31,650,001.091 pesos anuales, en segundo lugar se encuentra Gatorade (productos PepsiCo) también en el acuífero Cuautitlán-Pachuca, con un volumen de un millón veinte mil metros cúbicos tiene un pago de \$20,216,298.00 de pesos anuales, y en contraste a estos establecimientos que extraen gigantescas cantidades de agua, los establecimientos de elaboración de hielo son los que extraen cantidades mínimas (en comparación con las refresqueras), la empresa Fábrica de hielo La Unión extrae veinte mil metros cúbicos y paga \$396,398.00 pesos anuales.

El procedimiento de pago del agua extraída es el siguiente: se debe registrar ante Declar@gua es el sistema de declaraciones y pago electrónico implementado por CONAGUA, que mediante el uso de tecnologías de la información, es necesario registrar tus datos en el Padrón Único de Usuarios y Contribuyentes (PUUC) del sistema

Declar@gua, en el cual es necesario identificarse como persona física o moral, ya que depende de esto y del uso, el monto de pago por otorgamiento derecho, este será recaudado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

4.2 Valor en el mercado del agua vendida por la industria de refrescos y agua embotellada

4.2.1 Valor de la Producción de la industria de refrescos y agua embotellada a partir de agua subterránea

La estructura de mercado oligopólico de la industria de refrescos y agua embotellada indica que las grandes empresas que participan en el mercado son las que definen el valor de venta de los bienes producidos dada su posición dominante en este mercado. Las demás empresas que participan en el mercado son seguidoras del precio definido por las empresas dominantes.

Por la razón previa es que para estimar el valor que adquiere el agua incorporada en los productos de la industria, se hizo una selección de datos de la industria de bebidas no alcohólicas, reduciendo las empresas en estudio a únicamente a las que elaboran refrescos y purificación de agua con un total de 13 establecimientos (es decir que los establecimientos de elaboración de hielo quedan fuera).

Las grandes empresas que elaboran refrescos y embotellan el agua registran una escala de producción grande, y teniendo al agua como su principal insumo requieren elevados volúmenes de agua como se registra en el cuadro de gastos en agua (Tabla IV.3). El agua se incorpora en los refrescos y en las botellas de agua, insumo que como se describió en el capítulo 3 es agua de primer uso extraído de tres acuíferos de la CVM. Las trece grandes empresas presentes en las dos industrias en la CVM realizan un consumo productivo de 7 millones, 512 mil, metros cúbicos de agua al año.

En la tabla IV.4 se presentan los montos del valor de la producción bruta de los 13 establecimientos de las industrias que elaboran refrescos y agua embotellada. Los datos expuestos en la siguiente tabla son el resultado de una exhaustiva búsqueda; filtración de datos, y una validación. Para ello se inició con la búsqueda de los nombre y las direcciones

de los establecimientos de bebidas no alcohólicas (ver capítulo 3- 3.1.2) para obtener los datos económicos de las industrias se recurrió a los Censos Económicos (INEGI 2014), en el cual se pueden consultar las variables económicas de los establecimientos. El mayor reto que se encontró fue que por la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de Particulares (LFPDPPP) la cual no permite que se expongan datos económicos de las empresas (es decir poner el nombre de la empresa con el monto de producción, en los Censos Económicos únicamente aparece con el número de clasificación del SCIAN), por este motivo se utilizó la información obtenida del DENUE y mediante las características de las empresas se empato la información con la de los Censos Económicos, pudiendo obtener los valores de producción así como las variables económicas de las empresas mostradas en el siguiente apartado.

Tabla IV.4

Producción bruta de las industrias que elaboran refrescos y agua embotellada en la CVM 2013.

Establecimiento	Producción bruta total
Elaboración de refrescos	
Coca-Cola (Cuautitlán Izcalli, Edomex)	\$ 5,814,800,000.00
Boing	\$ 1,877,969,000.00
Gatorade	\$ 5,814,800,000.00
Pepsi (Iztacalco, Edomex)	\$ 1,285,261,666.67
Pepsi (Cuautitlán Izcalli, Edomex)	\$ 5,814,800,000.00
COCA-COLA (La Paz, Edomex)	\$ 3,391,685,666.67
Purificación y embotellado de agua	
E pura (Ecatepec ,Edomex)	\$ 283,033,319.93
EPURA (Azcapotzalco, Cdmx)	\$ 276,150,500.00
EPURA (Azcapotzalco, Cdmx)	\$ 276,150,500.00
Bonafont	\$ 31,199,000.00
Epura Los Reyes (La Paz, Edomex)	\$ 3,391,685,666.67
Epura (La Paz, Edomex)	\$ 3,391,685,666.67
Epura (Tlalnepantla ,Edomex))	\$ 600,204,000.00
Total=	\$ 32,249,424,986.60

Fuente: Elaborado a partir de Censos Económicos 2014, <http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic/default.aspx>

Es interesante observar que en el 2013 solo 13 grandes empresas registran un valor de su producción bruta de 32 mil 249 millones de pesos, que es de una magnitud muy importante. El Valor Bruto de Producción (VBP) de la industria de bebidas no alcohólicas representa un 4.2% porcentaje del correspondiente a toda la industria manufacturera (762 mil,514 millones de pesos en el 2013). Lo que significa que prácticamente 13 empresas representan 4.3% de la producción bruta de la industria manufacturera en toda la CVM.

4.2.2 Tecnología de la Industria de refrescos y agua embotellada

La producción de la industria que elabora refrescos y embotella agua se basa en la tecnología que combina insumos en una forma determinada para elaborar dichos productos.

La relación que existe entre los insumos y la producción obtenida en la Industria de bebidas no alcohólicas muestra la tecnología que adopta la industria de refrescos y agua embotellada. Esta relación es técnica como su nombre lo indica, y relaciona cantidades físicas de producto contra cantidades físicas de los insumos.

En la producción de refrescos y agua embotellada participan dentro del proceso de producción varios insumos además del agua, con una importancia diferenciada. Para el análisis del proceso de producción de la industria, agrupamos todos los insumos utilizados en dicho proceso en cuatro categorías denominadas factores de la producción: capital, trabajo, agua y otros insumos. Estos grupos son excluyentes, en el sentido de que no se pueden repetir en ningún grupo.

Capital = se refiere al valor actualizado de todos aquellos bienes propiedad de la unidad económica, cuya vida útil es superior a un año, y que tienen la capacidad de producir o proporcionar las condiciones necesarias para la generación de bienes y servicios. *Activos fijos,*

Trabajo= *Personal ocupado*, comprende tanto al personal contratado directamente por la razón social, como al personal ajeno suministrado por otra razón social, que trabajó para la unidad económica, sujeto a su dirección y control, y cubrió como mínimo una tercera parte de la jornada laboral.

Agua = Volumen de agua subterránea.

Otros Insumos = *Bienes y servicio*, es el valor de todos los bienes y servicios que consumió la unidad económica para la realización de sus operaciones.

Los factores de la producción arriba definidos se denotan de la siguiente forma y se define la unidad en la que se cuantifican. Además se denota la forma en que se refiere la producción de las empresas.

Y= producción (pesos)

K= capital (pesos)

L= trabajo (número de trabajadores)

W= agua subterránea utilizada por cada empresa (m³)

M= Otros insumos (pesos)

A partir de las variables anteriores se especifica la función de producción de la industria de la siguiente forma.

$$\textit{Produccion} = f(\textit{capital}, \textit{trabajo}, \textit{agua}, \textit{otros insumos})$$

$$Y = f(K, L, W, M)$$

En esta investigación consideramos que la relación técnica que existe entre los insumos y la producción asume una relación no lineal, que se especifica de la siguiente forma:

$$Y = A W^{\alpha_1} K^{\alpha_2} M^{\alpha_3} L^{\alpha_4}$$

El valor de la constante A define la escala de la producción de la industria.

Los coeficientes α 's de los factores de la producción cuando registran valores diferentes a uno indican una relación no lineal entre éstos y la producción. Por ejemplo, α_1 que es el coeficiente de la variable W expresa la sensibilidad de la producción de la industria respecto a cambios en la cantidad de agua utilizada en el proceso de producción. En esta industria se espera que α_1 registre valores menores a la unidad indicando el cambio porcentual en la

producción ante cambios porcentuales en el uso del agua. En términos de la ecuación esto se expresa de la siguiente forma:

$$\alpha^1 = \frac{Y}{dy} / \frac{W}{dw}$$

En la función de producción de la industria de elaboración de refrescos y embotellado de agua, los valores de α menores a 1 indican una escala de producción decreciente. Valores de α mayores a 1 indican una escala de producción creciente.

Estimación de la función de producción de la industria de refrescos y agua embotellada en la CVM.

La investigación reporta que la industria de refrescos y agua embotellada en la CVM se explica por 13 grandes establecimientos que definen estructuras de mercado oligopólicas, capaces de imponer los precios de sus productos finales en el mercado, las que se abastece de agua subterránea. Los datos para estimar la función de producción de esta industria, se registran en la Tabla IV.5. Estos datos se obtuvieron como se comentó al inicio de este apartado, las variables en la tabla IV.5 son el resultado de una selección de datos; la primera parte fue encontrar los establecimientos de la industria de bebidas no alcohólicas, nombre o razón social dirección y tamaño de empresa mediante el DENU. Con los nombres de las empresas en el sistema REPDA se encontraron aquellas empresas que cuentan con una concesión de extracción de agua así como los volúmenes que extrae cada empresa expuesta en la tabla (variable W en la tabla IV.5). Posterior a ello, se seleccionaron únicamente las grandes empresas que cuentan con concesiones de extracción de agua, y mediante los Censos Económicos de INEGI 2014 se obtuvieron las variables económicas de las empresas (L, Y, M, K de la tabla IV.5); esto se logró cotejar la información de DENU y los Censos Económicos, el dato clave para obtener la precisión de estos datos fue empear la información con el tamaño de la empresa (número de trabajadores) y la ubicación de las empresas.

Tabla IV.5.

Producción y factores de los establecimientos de industria de refrescos y agua embotellada en la CVM

Establecimiento	volumen de agua subterránea (m³)*	Personal ocupado total**	Valor de productos elaborados (pesos)**	Total de gastos por consumo de bienes y servicios (pesos)**	Activos fijos (pesos)**
	W	L	Y	M	K
(COCA-COLA) Cuautitlán Izcalli	1596880	319	\$ 5,813,791,000.00	\$ 4,187,564,000.00	\$ 421,673,000.00
(BOING)	420000	207	\$ 1,877,210,000.00	\$ 1,497,107,000.00	\$ 63,057,200.00
Gatorade (PEPSICO)	1020000	319	\$ 5,813,791,000.00	\$ 4,187,564,000.00	\$ 421,673,000.00
PEPSI (IZTACALCO)	800000	372	\$ 128,334,333.33	\$ 963,689,333.33	\$ 236,231,333.33
PEPSI CUAUTITLAN	716759	319	\$ 5,813,791,000.00	\$ 4,187,564,000.00	\$ 421,673,000.00
COCA-COLA (La Paz)	549745	429	\$ 3,228,218,000.00	\$ 1,789,710,000.00	\$ 660,390,333.33
E pura (ECATEPEC)	410000	118	\$ 246,889,618.88	\$ 128,324,263.99	\$ 407,682,020.98
EPURA (AZCAPOTZALCO)	293694	363	\$ 265,820,250.00	\$ 215,886,000.00	\$ 86,060,000.00
EPURA (AZCAPOTZALCO, VALLEJO)	216415	363	\$ 265,820,250.00	\$ 215,886,000.00	\$ 86,060,000.00
Bonafont	246000	129	\$ 262,846,000.00	\$ 262,978,000.00	\$ 179,937,000.00
Electropura Planta Los Reyes (EPURA, LA PAZ)	361600	429	\$ 3,228,218,000.00	\$ 1,789,710,000.00	\$ 660,390,333.33
EPURA (LA PAZ)	410000	429	\$ 3,228,218,000.00	\$ 1,789,710,000.00	\$ 660,390,333.33
EPURA (TLANEPANTLA)	471360	230	\$ 597,456,000.00	\$ 506,702,000.00	\$ 46,097,000.00

Fuente: Elaborado a partir de datos tomados de Censos Económicos 2014, INEGI, DENU E 20, * Tabla III.6, columna 5. **Censos Económicos 2014 INEGI <http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic/default.aspx>, DENU E 2016; <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denu e3d/default.asp>

La construcción de este cuadro requirió de un largo proceso de investigación, dado que no existe información disponible al detalle requerido.

Como se mencionó los datos se obtuvieron de los Censos económicos 2014, en donde se asume lo siguiente: Capital se adopta como la variable Activos fijos, Otros insumos como la variable pago de bienes y servicios, trabajo como el número de trabajadores, la producción como el valor de los productos elaborados. Agua, se refiere al agua subterránea y se estima en la sección previa.

Estimación de la función de producción.

La función que modela la función de producción es la siguiente:

$$Y = A W^{\alpha_1} K^{\alpha_2} M^{\alpha_3} L^{\alpha_4}$$

Para efectos de su estimación, la ecuación se linealiza aplicando logaritmos, quedando la ecuación de la siguiente forma:

$$\text{Log } Y = \text{log } A + \alpha_1 \text{ log } W + \alpha_3 \text{ log } M + \alpha_4 \text{ log } L + \alpha_2 \text{ log } K$$

A partir de la anterior ecuación se estiman los parámetros $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ y $\text{log } A$.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Producción = Y	
	<i>Coefficientes (α_s)</i>
Log A	0.00005
α_1 ,	0.564826091
α_3	0.75146709
α_4	0.97519499
α_2	0.11867979

Los parámetros previos permiten especificar la función de producción no lineal de la siguiente forma:

$$Y = 5 \times 10^{-5} W^{0.56} K^{0.12} M^{0.75} L^{0.97}$$

Interpretación de la función técnica de producción de la industria de refrescos y agua embotellada

La función técnica de producción estimada describe la tecnología que utiliza la industria en estudio. La función muestra la relación que existe entre los diversos factores de la producción y el producto generado. En particular interesa destacar la relación que existe entre el nivel de la producción y el uso de insumo agua.

En esta investigación interesa mostrar la relación que existe entre el agua utilizada (m³) y la producción (en valor monetario).

En la Figura IV.1 se muestra una clara relación directa entre ambas variables como se observa en la siguiente gráfica.

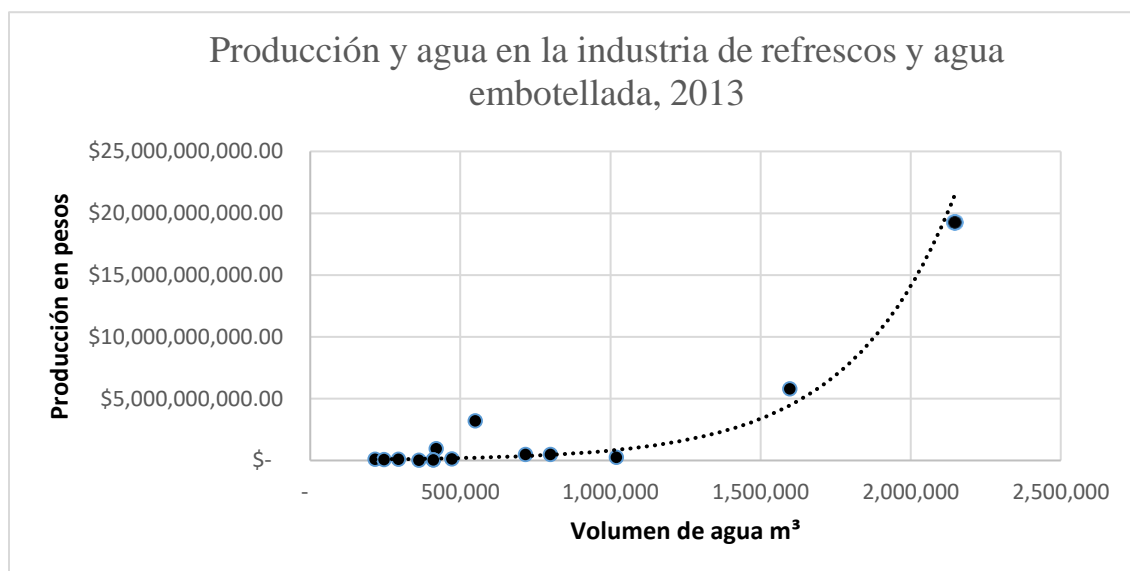


Figura IV.1

Producción y uso del agua por la industria de refrescos y agua embotellada

Fuente: Elaborado a partir de datos tomados de Censos Económicos 2014, INEGI, DENUE 2016, REPDA 2016

Esta misma relación, se expresa dentro de la función de producción, en un contexto en el que participan en forma simultánea los demás factores de la producción. En particular esta relación la expresa el parámetro $\alpha_1=0.56$. El valor positivo y menor a uno del parámetro α_1 (0.56) describe que si se produce un incremento porcentual en el uso del agua de 10% se produce un incremento en la producción de refrescos y agua embotellada de 5.6%, lo que muestra la elevada sensibilidad de la producción ante cambios en la cantidad de agua utilizada, que de hecho es la industria más intensiva en el uso del agua en la CVM.

$$\alpha_1 \frac{dY}{QY} / \frac{dW}{W} = 0.56$$

El valor de parámetro $\alpha_1=0.56$ muestra la elevada dependencia de la producción del agua subterránea incorporada en el proceso, lo cual es de esperar por el giro industrial que se estudia. Resulta interesante destacar que el valor de α_1 es mayor a α_2 (0.11), lo que indica que el agua impacta más que el capital en los niveles de producción.

4.2.1.1 Valor del agua en la industria

Otro concepto que interesa conocer de la industria de refrescos y agua embotellada es el valor al que se vende el agua en el mercado en forma de los bienes finales que adquieren los consumidores finales. Es decir, determinar cuánto cuesta un litro de agua en el mercado cuando se encuentra incorporada en los productos que vende la industria, es decir en los refrescos y en las botellas que adquirimos.

Para determinar el valor del agua en el mercado recurrimos al concepto de valor marginal del agua, ya que este último concepto capta dicho valor por lo que en adelante nos referimos en forma indistinta a ambos conceptos.

La metodología seguida para estimar dicho valor parte de la función de producción estimada.

$$Y = 5 \times 10^{-5} W^{0.56} K^{0.12} M^{0.75} L^{0.97}$$

A la función de producción Y la derivamos respecto a W ($\frac{dY}{dW}$), y dado que la producción Y está expresada en unidades monetarias lo que resulta de dicha derivación es la ecuación del valor marginal de la producción ante cambios en el uso del factor agua (valores adicionales del producto medido en pesos a medida que adicionamos más del recurso agua en el proceso de producción). El cambio de valor adicional de la producción ante aumentos en el uso del agua se conoce como **valor marginal del agua**, que se refiere a los incrementos adicionales en el valor monetario de la producción por los aumentos en el uso del agua en m^3 .

La derivada de la función de producción $\frac{dY}{dW}$ resulta en la siguiente ecuación que se le conoce como Valor marginal del agua (VMg_w).

$$VMg_w = 2.8 \times 10^{-5} W^{0.44} K^{0.12} M^{0.75} L^{0.97}$$

El comportamiento de la ecuación del valor marginal del agua de la industria de refrescos y agua embotellada se muestra en la siguiente gráfica.

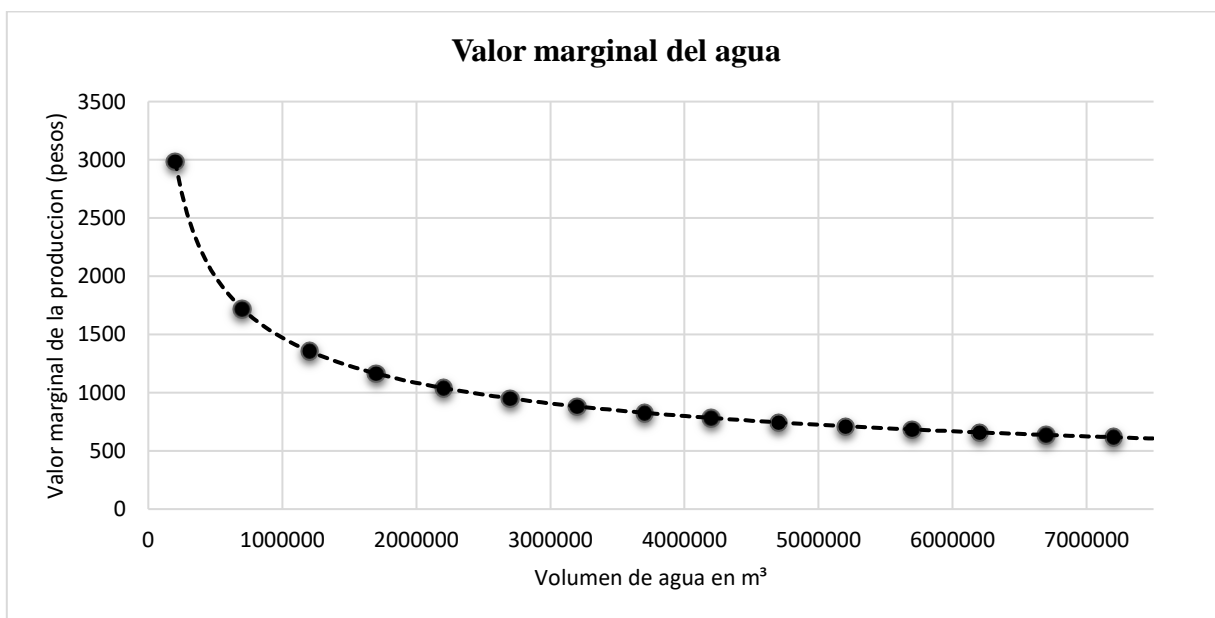


Figura IV.2

Valor marginal del agua de la Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM.

Fuente: Elaborado a partir de datos tomados de Censos Económicos 2014, INEGI, DENUE 2016, REPDA 2016

En la gráfica se observa que existe un comportamiento decreciente del Valor Marginal del agua a medida que aumenta la cantidad de agua utilizada en la industria. Lo importante a considerar es que el nivel del uso del agua determina valores marginales diferentes.

La función del valor marginal del agua permite estimar el Valor marginal promedio del agua en la industria, resultado que se interpreta como el valor que adquiere el agua en el mercado. De esta forma se determina que la industria refresquera y de agua embotellada ubicada en la CVM vende a los consumidores en promedio el m³ de agua en \$2,313.48 pesos (equivalente a \$2.3 pesos el litro).

La estimación del valor marginal medio del agua para la industria se refleja en la gráfica anterior y se observa que el valor marginal del agua va de desde \$90.60 hasta \$4,581.50 pesos el m³ de agua, según el volumen de agua utilizado en la industria.

4.2.1.2 Beneficios de la industria de refrescos y agua embotellada por el uso de agua subterránea

Metodología para estimación de beneficios.

La industria en su operación tiene como restricción la tecnología adoptada (especificada en la función de producción estimada). Considerando que las empresas (con una estructura de mercado competitiva en la industria) asumen como datos los precios de los insumos y de los bienes finales producidos, bajo este contexto la industria (las empresas) busca maximizar sus beneficios.

Lo anterior se especifica de la siguiente manera: para maximizar los beneficios de la industria se busca maximizar la diferencia entre sus ingresos y costos, lo que se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Maximizar Beneficios} = \text{ingresos totales} - \text{costos totales}$$

Los ingresos que obtiene la industria se calculan multiplicando la cantidad vendida de bienes por su respectivo precio, que de acuerdo a los datos que reportan son iguales al valor de la producción total de la industria.

$$\text{Ingresos totales (\$)} = \text{Valor producción total} = Y$$

Los costos totales de la industria son iguales a todos los gastos realizados para la producción, información que se encuentra la tabla IV.5 por lo que conocemos el dato de los costos totales.

En el modelo de maximización de los beneficios se demuestra que la diferencia entre ingresos y costos es lo máximo posible, lo cual se cumple cuando los valores marginales de los factores de la producción son iguales a su precio (costo del insumo). Esta condición es requerida para cada factor de producción (Varian 1998).

$$\text{Beneficios} = 5 \times 10^{-5} W^{0.56} K^{0.12} M^{0.75} L^{0.97}$$

Maximización del beneficio que se obtiene de la utilización de agua.

En la investigación interesa conocer los beneficios que la industria obtiene por el uso de agua subterránea incorporada en la producción de refrescos y embotellado de agua, lo que de acuerdo a la sección previa se logra cuando se cumple la siguiente condición: el valor marginal de un m³ agua (VMg_w) es igual al precio al que las empresas adquieren un m³ del agua (p_w). Esto último se entiende como el costo del agua como insumo de la industria.

$$VMg_w = p_w$$

En el nivel de utilización de agua en el que se cumple dicha condición se maximizan los beneficios de la industria. Esa condición se expresa de la siguiente forma:

$$\frac{dY}{dW} = 2.8 \times 10^{-5} W^{-0.44} K^{0.12} M^{0.75} L^{0.97} = p_w$$

En la ecuación lo que corresponde determinar es la cantidad de agua incorporada en la producción de la industria (W) que le permite maximizar sus beneficios por la utilización del recurso.

Estimación de los Beneficios de la industria.

$$\text{Beneficios} = \text{ingresos brutos totales} - \text{costos totales}$$

Ingresos brutos totales.

El área bajo la curva del valor marginal del agua (VMgw, Figura IV.3) en el rango que va de cero hasta el volumen total de agua utilizada por el conjunto de las 13 industrias, determina los ingresos brutos totales que obtienen las empresas de la industria de refrescos y purificación de agua.

Costos totales.

En la Figura IV.3 se señala la línea horizontal naranja que representa el costo marginal constante CMgw al que compran las empresas el agua subterránea (\$19.82 pesos por m³), valor que no se modifica en el rango de cero hasta el volumen total de agua utilizada por el conjunto de las 13 industrias (7,512,453 m³). Los costos totales son iguales al rectángulo definido por el CMgw y la cantidad de agua requerida por toda la industria.

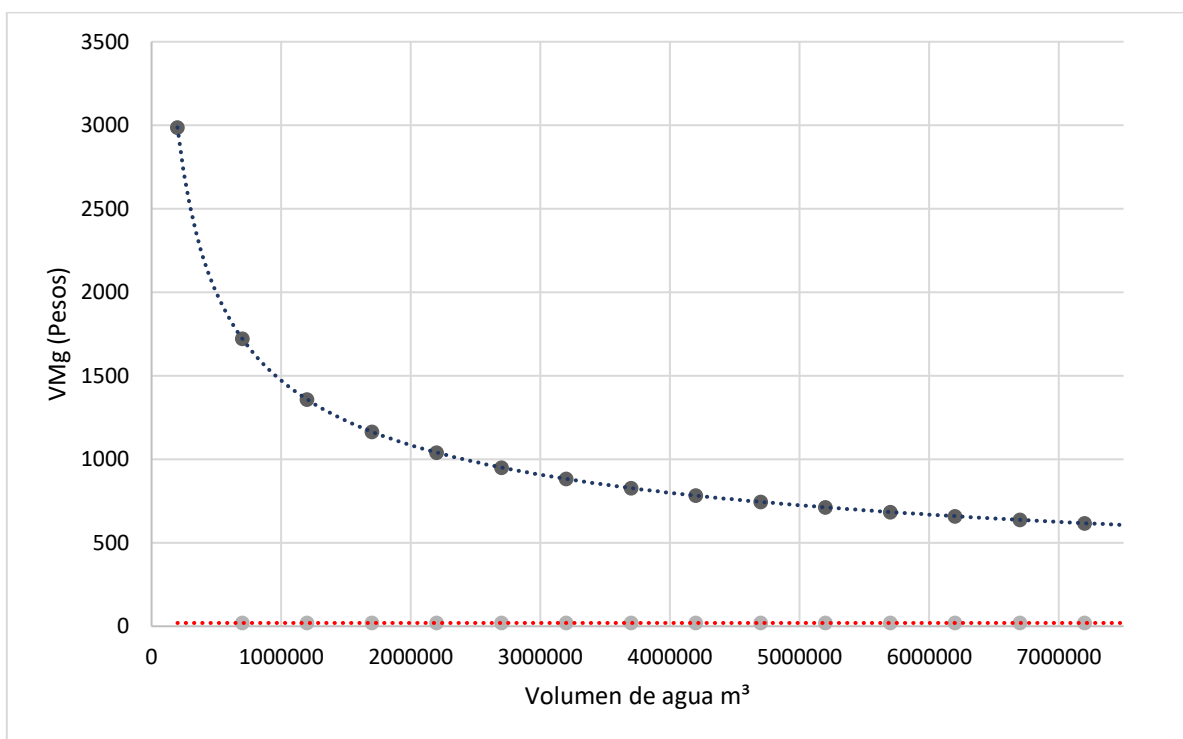


Figura IV.3

Valor marginal del agua de la Industria de bebidas no alcohólicas en la CVM.

Fuente: Elaborado a partir de datos tomados de Censos Económicos 2014, INEGI, DENUE 2016, REPDA 2016

En términos geométricos, la estimación de los beneficios es igual a la diferencia entre el área de ingresos brutos totales menos el costo total.

Otra forma de estimar los beneficios totales obtenidos por el uso del agua es a partir de la ecuación del valor marginal, se estima la integral definida de la ecuación en el rango que va de cero hasta el máximo volumen de agua utilizado por la industria, y se le resta los costos totales de compra de agua.

Se estiman las integrales a partir de la ecuación (W)

$$VMgw = W^{-0.44} K^{0.12} M^{0.75} L^{0.97}$$

Y se estima en el rango arriba señalado:

$$\int_0^{7,512,453} 2.8 \times 10^{-5} W^{-0.44} K^{0.12} M^{0.75} L^{0.97} dw - \int_0^{7,512,453} 19.82 dw$$

Como la integración es con respecto a W (agua) las variables K, M y L son constantes por lo que salen de la integral:

$$K^{0.12} M^{0.75} L^{0.97} \int_0^{7,512,453} 2.8 \times 10^{-5} W^{-0.44} dw - 19.82 \int_0^{7,512,453} dw$$

Integrando:

$$K^{0.12} M^{0.75} L^{0.97} \int_0^{7,512,453} \frac{2.8 \times 10^{-5}}{1 + (-0.44)} W^{-0.44+1} dw - 19.82 \int_0^{7,512,453} dw$$

$$(K^{0.12} M^{0.75} L^{0.97}) * 5 \times 10^{-5} w^{0.56} \Big|_0^{7,512,453} - 19.82w \Big|_0^{7,512,453}$$

Los factores K, M y L se valoran adoptando su respectivo valor promedio en la industria, cuyos valores obtenidos se listan a continuación.

Factor de producción	Valor promedio	Elevado al exponente:
K	334,716,504	$K^{0.12} = 10.54$
M	1,670,953,431	$M^{0.75} = 8,264,627.04$
L	310	$L^{0.97} = 260.98$

El valor total de esta parte de la ecuación ($K^{0.12} M^{0.75} L^{0.97}$) da por resultado 22, 740, 780,065.

Finalmente, el valor estimado de la ecuación queda:

$$(22,740,780,065) * 5 \times 10^{-5} (7,512,453 - 0)^{0.56} - 19.82(7,512,453 - 0)$$

$$\mathbf{\$8,057,738,191 - \$148,896,181 = \$7,908,841,372}$$

Ingresos brutos totales – Costos totales por agua = Beneficios Brutos

El resultado muestra que los beneficios brutos anuales que genera la industria de refrescos y agua embotellada a partir de la extracción de agua subterránea es de \$7, 908, 841,372 (incluyen la depreciación del capital) en el 2013. Los beneficios netos se obtienen al sustraer a dicho valor la depreciación del capital (K), con lo que se obtiene \$7, 574, 124,868. Esta magnitud muestra la extraordinaria ganancia que obtienen las empresas en esta industria.

Para dimensionar lo redituable que resulta el negocio de extracción de agua, se dividieron las ganancias netas entre el volumen de agua explotada (7, 512,453 m³), lo que da por resultado un beneficio neto de \$1008.21 pesos por m³de agua utilizada, (o una ganancia de 1 peso por litro).

Otra forma de dimensionar los beneficios es comparando el desembolso de \$19.82 pesos por m³, lo que les permite obtener una ganancia neta de \$1008.21 pesos, lo cual muestra la ganancia de 50 pesos por cada peso invertido en la compra de agua, la elevada tasa de ganancia de la industria explica su gran interés en permanecer en esta cuenca.

Los elevados beneficios que genera el uso del agua en esta industria explican el interés de las grandes empresas refresqueras y embotelladoras tienen por continuar extrayendo agua en la CVM, no obstante, la escasez absoluta que registran los tres acuíferos que explotan.

4.3 Regulación laxa para frenar la sobreexplotación de los acuíferos

4.3.1 Regulación directa: Ordenamientos Jurídicos para proteger los acuíferos

Las acciones que ha tomado el Gobierno Mexicano mediante el organismo regulador en materia de Agua CONAGUA, para proteger a los acuíferos de la situación de estrés hídrico que están sufriendo, es mediante el decreto de zonas de veda.

4.3.1.1 Zonas de Veda

Una zona de veda de acuerdo a la LAN son aquellas áreas específicas de las regiones hidrológicas, cuencas hidrológicas o acuíferos, en las cuales no se autorizan aprovechamientos de agua adicionales a los establecidos legalmente y éstos se controlan mediante reglamentos específicos, en virtud del deterioro del agua en cantidad o calidad, por la afectación a la sustentabilidad hidrológica, o por el daño a cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

El Ejecutivo Federal - artículo 38 de la LAN- es el único poder que puede decretar, reglamentar la extracción y utilización de aguas nacionales, establecer zonas de veda o declarar la reserva de aguas en los siguientes casos de interés público:

- I.- Para prevenir o remediar la sobreexplotación de los acuíferos;
- II.- Para proteger o restaurar un ecosistema;
- III.- Para preservar fuentes de agua potable o protegerlas contra la contaminación;
- IV.- Para preservar y controlar la calidad del agua; o
- V.- Por escasez o sequía extraordinarias.

Los reglamentos, decretos y sus modificaciones se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

Considerando lo anterior, se investigó en el Diario Oficial de la Federación la situación actual de los tres acuíferos afectados y se encontró que un área importante de cada uno se encuentra en veda parcial. Un acuífero se puede declarar en veda en parcial, lo que permite seguir explotando el recurso de donde no se declare en veda, lo que definitivamente está permitiendo aumentar la sobreexplotación del acuífero que está conectado con el agua profunda del mismo y muestra que la autoridad no tiene interés en su protección. Lo es desconcertante es el hecho de que las zonas de veda comenzaron a declararse desde 1949, como lo es en el caso del acuífero Cuautitlán-Pachuca, y para 1954 se declara veda indefinida; el estado actual del acuífero es que está en veda casi la totalidad del acuífero, y las zonas no vedadas están en suspensión del libre alumbramiento (las suspensión de libre alumbramiento se refiere a la suspensión de cualquier infraestructura para el aprovechamiento del recurso).

El acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México que tiene el mayor grado de sobreexplotación y el Chalco-Amecameca se encuentran en situaciones similares; están vedados casi en su totalidad. La siguiente tabla muestra a manera de resumen en el siguiente cuadro:

Tabla IV.6

Decretos de Veda en los acuíferos presionados por la Industria de bebidas no alcohólicas.

Acuífero	Situación	Decreto
1508 Cuautitlán-Pachuca ^a	Veda en casi la totalidad del acuífero, la porción no vedada se encuentra en suspensión de libre alumbramiento.	DOF 14 de septiembre 2016, 22 de diciembre de 1949 DECRETO se declaró en veda el acuífero Cuautitlán-Pachuca, clave 1508, en el Estado de México. 19 de agosto de 1954 DECRETO Veda indefinida. 23 de septiembre de 1965 DECRETO veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Tulancingo, en el Estado de Hidalgo. 5 de abril de 2013 ACUERDO, la porción no vedada del acuífero Cuautitlán-Pachuca, en el Estado de México se suspende el libre alumbramiento.
0901 Zona Metropolitana de la CDMX. ^b	Zonas Parcialmente en veda Zonas no vedadas se encuentran en suspensión de libre alumbramiento.	DOF 26 de septiembre 2016, 23 de septiembre de 1965 DECRETO se establece veda para el Valle de Toluca, del Estado de México. (Mínima porción del acuífero). 5 de abril de 2013 ACUERDO, se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, del

		acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, en la Ciudad de México, que en el mismo se indica, que corresponde al 5.3 por ciento de la extensión del acuífero.
1506 Chalco-Amecameca ^c	Zonas Parcialmente en veda Zonas no vedadas se encuentran en suspensión de libre alumbramiento.	DOF 26 de septiembre 2016, Las delegaciones de Milpa Alta y Tláhuac se encuentran vedadas de manera total desde 1954.

Fuente: (Diario Oficial de la Federación (a) ,2016), (Diario Oficial de la Federación (b) ,2016), (Diario Oficial de la Federación (c) ,2016)

La información anterior muestra como la autoridad está al tanto de la gravedad del estado de los tres acuíferos aquí estudiados, se conoce su extremo nivel de sobreexplotación y están en veda casi en su totalidad. Sin embargo, resulta inexplicable la falta de respuesta de la autoridad hídrica para regular los derechos de extracción de las grandes industrias de bebidas no alcohólicas ante el daño que producen en los recursos hídricos y la sustentabilidad hídrica de la CVM.

Esta investigación logra dar a conocer que son 18 empresas que están haciendo uso inmoderado del recurso hídrico, que son casi 8 hectómetros cúbicos anuales lo que extrae, este volumen corresponde a un 6.5% de toda el agua que se extrae por toda la industria manufacturera en la CVM, agregando que son zonas de veda, donde la autoridad ha declarado como carentes de calidad y cantidad de agua.

4.4 Sinopsis del capítulo

Para este capítulo como lo emociona el tema “Beneficio extraordinarios en la industria de bebidas no alcohólicas”, para llegar a la estimación de este dato primero fue necesario conocer el procedimiento y las regulaciones que se tiene para extraer agua de los acuíferos estudiados; así como el pago que hacen estas empresas por el agua subterránea. La explotación del agua que realizan se basa en la posesión de concesiones (otorgadas, compradas, transferidas) que pueden durar hasta por 30 años. Las trece grandes empresas juntas extraen 7 millones, 512 mil, metros cúbicos de agua al año. La tarifa (o derecho) es de 19.8199 pesos por metro cubico extraído, que es la más elevada posible de las opciones que tiene la Ley Federal de Derechos (LFD) por registrar una muy baja disponibilidad del recurso.

Además, dicha tarifa se mantiene constante independientemente del volumen de agua extraído. Las 13 grandes empresas pagan en conjunto al año \$148, 896,181 pesos por la extracción de más de siete millones de metros cúbicos anuales de agua de los tres acuíferos que explotan en la CVM.

Posterior a ello se recabo información de importantes fuentes como lo son los Censos Económicos, INEGI 2014, resumiendo que en conjunto las 13 grandes empresas en el año 2013 es de 32 mil 249 millones de pesos (dato derivado de la compatibilidad de diversas fuentes), que da cuenta de su elevado poder económico. Esto se muestra al considerar que dicho monto representa el 4.2 % del valor de la producción de toda la industria manufacturera de la CVM (762,514 millones de pesos en el 2013).

Como parte de la metodología para conocer los beneficios fue la construcción y estimación de la función de producción, para simplificar el análisis del proceso de producción de la industria, agrupamos todos los insumos utilizados en dicho proceso en cuatro categorías denominados factores de la producción: capital (K), trabajo (L), agua (W) y otros insumos (M). Con ello se obtuvo que la relación que existe entre el nivel de la producción y el uso de insumo agua (W) se expresa en el parámetro $\alpha_1 = 0.56$. El valor positivo y menor a uno del parámetro α_1 (0.56) describe que, si se produce un incremento porcentual de 10% en el agua, la producción de refrescos y agua embotellada se incrementa en 5.6%, valor del parámetro que muestra la elevada sensibilidad de la producción ante cambios en la cantidad de agua utilizada y que califica a ésta industria de manufacturas como la más intensiva en el uso del agua en la CVM.

La metodología seguida consiste en derivar la función de producción respecto al volumen de agua utilizado (W) y dado que la producción (Y) está expresada en unidades monetarias lo que resulta de dicha derivación es la ecuación del valor marginal de la producción ante cambios en el uso del factor agua, El comportamiento de la gráfica del valor marginal y la cantidad de agua muestra que medida que aumenta la cantidad de agua utilizada en la industria es decreciente. Lo importante a considerar es que el nivel del uso del agua determina valores marginales diferentes.

Con la estimación de la ecuación del área bajo la curva (integración) se lograron obtener los beneficios de la industria, teniendo como resultado que los beneficios brutos anuales que

obtiene la industria de refrescos y agua embotellada a partir de la extracción de agua subterránea son de \$7, 908, 841,372 pesos (incluyen la depreciación del capital) en el 2013. Los beneficios descontando la depreciación del capital (K) son de \$7, 574, 124,868 pesos, denominado beneficio neto. Esta magnitud muestra la extraordinaria ganancia que obtienen las grandes empresas en esta industria.

En términos de costo beneficio, en promedio un desembolso de \$19.82 pesos que cuesta la compra de un m³ de agua del subsuelo, genera una ganancia neta de \$1008.21 pesos, esto es, un peso invertido en agua reditúa una ganancia de 50 pesos, lo que equivale a una tasa de ganancia de 5000% y explica el gran interés de las empresas oligopólicas en continuar extrayendo agua en esta cuenca.

Ante la situación de grandes beneficios a coste de sobreexplotación de acuíferos las medidas regulatorias por CONAGUA para remediar la situación, han resultado laxas, pues de acuerdo con De acuerdo con información del Diario Oficial de la Federación, la situación actual de los tres acuíferos explotados por la industria es que una importante área de cada uno se encuentra en veda parcial. Un acuífero en veda parcial permite seguir explotando el recurso en su superficie no regulada, lo que definitivamente está permitiendo aumentar la sobreexplotación del acuífero que está conectado con el agua profunda del mismo y muestra el mínimo interés de la autoridad en su protección. Lo es desconcertante, es el hecho de que las zonas de veda comenzaron a declararse desde 1949, el caso del acuífero Cuautitlán-Pachuca para este año se declara veda indefinida; el estado actual del acuífero es que está en veda casi la totalidad del acuífero, y las zonas no vedadas están en suspensión del libre alumbramiento (la suspensión de libre alumbramiento se refiere a la suspensión de cualquier infraestructura para el aprovechamiento del recurso).

Conclusiones generales

La investigación realizada ha comprobado que la industria de bebidas no alcohólicas tiene un importante impacto negativo sobre los recursos hídricos subterráneos de la CVM, al mismo tiempo que obtiene ganancias extraordinarias en función del agua extraída a base de sobreexplotación.

En este apartado final, se expone en forma puntual los 19 principales hallazgos y reflexiones derivadas de la investigación:

1. Características de la CVM

La Cuenca del Valle de México es una cuenca endorreica, ya que el agua captada en forma natural en la misma no tiene salida fluvial hacia el océano. Conformada por la Ciudad de México (16 delegaciones equivalentes a municipios), por 50 municipios del Estado de México, 15 municipios en Hidalgo y solamente 4 municipios en Tlaxcala. La principal fuente de agua en la Cuenca son sus siete acuíferos: Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Texcoco, Cuautitlán-Pachuca, Chalco-Amecameca. Apan, Soltepec, Tecocomulco los cuales se definen como acuíferos confinados que para su explotación se debe extraer del subsuelo con métodos como lo es la perforación de pozos. En forma secundaria se cuenta con agua superficial definida por siete cuencas superficiales: Xochimilco, Rio La Compañía, Tochac-Tecocomulco, Rio de las Avenidas de Pachuca, Texcoco, Ciudad de México y la cuenca del Rio Cuautitlán.

2. Escasez absoluta de agua en la cuenca.

La fuente de agua en la CVM es la que proporciona el Ciclo Hidrológico; es decir, el agua que la naturaleza abastece por medio de la lluvia año con año, su acumulación del agua que se infiltra y el agua que se escurre se definen como disponibilidad natural base media de agua (DNBM). El volumen de agua de la DNBM para la CVM para el 2015 esta magnitud alcanzó el valor de 1922.84 Hm³/año.

La capacidad de la cuenca de generar agua renovable se evalúa con del Índice de Falkenmark, este relaciona la DNBM de agua considerada entre su población, que para la CVM registra un valor de 88.83 m³/hab/año, resultado que clasifica a la cuenca en “Escasez hídrica absoluta”.

3. La escasez absoluta impide el otorgamiento de nuevas concesiones

CONAGUA para otorgar nuevas concesiones de agua en el país aplica la medida denominada Disponibilidad media anual de agua (DMA), para decidir la aprobación de nuevas concesiones en cuerpos de agua específicos, sean superficiales o subterráneos (NOM-011-CONAGUA-2015). En la CVM, evaluando en forma conjunta la DMA de agua subterránea y superficial sujeto a posibles concesiones, reporta que existen 412.311 Hm³/año, el 82% se explica por agua superficial y solo 18% por agua subterránea. El resultado que reporta el índice DMA resulta alarmante en el sentido de que, no obstante otros indicadores reportan escasez absoluta, para CONAGUA aún existe agua para concesionar.

De acuerdo a los índices DMA por acuífero, 4 acuíferos registran una disponibilidad de cero (con el status declarado en veda), en los tres acuíferos ubicados en la periferia de la CVM se reporta el total de la DMA sujeta a potencial concesión con un volumen de 71.43 Hm³, y son los acuíferos de Apan, Soltepec y Tecocomulco.

En cuanto a la disponibilidad de agua superficial sujeta a nuevas concesiones en la CVM, se encontró que el agua superficial es la fuente menos significativa en esta cuenca, debido a que sus escurrimientos son bajos y a que no existen presas importantes que capturen el agua, y a que un área significativa de la misma está urbanizada y no hay forma de hacer infraestructura de captación importante del agua de lluvia. Ésta agua tiene su origen en 7 cuencas hidrográficas, las cuales en su conjunto tienen un volumen de agua potencialmente disponible en toda la cuenca de 340.88 Hm³/año. Este volumen es mayor en 7.8 veces al que del agua subterránea, sin embargo la problemática que enfrenta el agua superficial en la CVM, es que el 70% de sus cuerpos de agua están contaminados, lo cual reduce el volumen de agua potable para los usos que se le da al agua.

4. Sobreexplotación de los acuíferos

La principal fuente de suministro de agua en la CVM es el agua de los acuíferos ya que proporcionan en 75% del total extraído. Esta fuente provee más allá agua que la significa su recarga, extrayendo agua fósil que implica su sobreexplotación. En la investigación se encontró que cuatro de los siete acuíferos de la CVM están sobreexplotados, sobre todo el acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México que se califica en “Extinción” ya que se está extrayendo más del doble de lo que se recarga, el acuífero de Texcoco está en “Extremo grado de sobreexplotación” y los acuíferos Cuautitlán-Pachuca y Chalco-Amecameca se califican con una “Alta sobreexplotación”. De los 7 acuíferos de la CVM, 4 se encuentra en un alto grado de sobreexplotación y extinción, y los 3 restantes se encuentran en elevado riesgo de pasar a ser sobreexplotados.

5. Alto consumo de agua por la población y la industria.

En contraste con la escasez absoluta de agua en la Cuenca del Valle de México, esta región cuenta con una población de 21,757,027 habitantes que explica una demanda de agua doméstica muy grande que presiona a la sobreexplotación de los acuíferos. Los municipios del Estado de México tiene mayor población con un 54.63% y seguido por la Ciudad de México con 40.91%, en tercer lugar, están los municipios de Hidalgo con 3.81%, y por último están Tlaxcala, su porcentaje es menor al 1%.

Adicional al gran número de habitantes de la CVM, ésta región explica una importante actividad de la industria manufacturera; representando aproximadamente el 30% del Producto Interno Bruto de la cuenca, y 19.2% del Valor Bruto de la Producción de la misma. Alcanzar dicho volumen de producción demanda grandes cantidades de agua como insumo productivo. En una investigación realizada se estimó una demanda anual de agua de todo el sector manufacturero de 125 Hm³ (agua de primer uso), y reporta que la industria más intensiva en el uso de agua es la industria que produce bebidas y tabaco, requiere 424 mililitros de agua fresca por peso de valor de producción (UAM 2016, en proceso de publicación).

6. Estructura de mercado de la Industria de Bebidas no alcohólicas

De acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), la Industria de bebidas no alcohólicas (31211) se conforma por tres industrias clasificadas como clases de actividad: Elaboración de refrescos y otras bebidas no alcohólicas (312111), Purificación y embotellado de agua (312112), Elaboración de hielo (312113).

En la CVM la industria de bebidas no alcohólicas se encuentra integrada por 5677 establecimientos económicos, 3313 establecimientos están ubicados en el Estado de México, 2185 en la Ciudad de México, mientras que Hidalgo y Tlaxcala no hay tanta presencia con 159 y 20 establecimientos respectivamente.

La conformación de la industria de bebidas no alcohólicas de acuerdo a la distribución de los establecimientos identifica que la industria Purificación y embotellado de agua explica el 98% de los mismos, la industria de elaboración de hielo y la industria que elabora refrescos participan con el 1% respectivamente.

La estructura del mercado de la industria de bebidas no alcohólicas considerando el tamaño de los establecimientos que la conforman, muestra una estructura de mercado competitiva al explicarse en un 98% por micro empresas y un 2% por pequeñas a grandes empresas. Sin embargo, esta visión cambia al analizarla por giro de industria, ya que se encontró que la industria de purificación y embotellado de agua tiene una estructura de mercado oligopólico al estar dominado por 7 grandes empresas, no obstante incluya 5546 micro empresas (0 a 10 empleados). La estructura de mercado de la industria de elaboración de refrescos es claramente oligopólica ya que la conforman 10 grandes empresas (más de 250 empleados). La industria que produce hielo es la que registra una estructura de mercado de competencia perfecta no obstante incluya pocos establecimientos, ya que no se encontraron grandes empresas y cuenta con 35 micro empresas que definen casi en su totalidad a la industria del hielo.

7. La Industria de bebidas no alcohólicas es intensiva en el uso de agua subterránea.

De acuerdo a nuestra estimación, el volumen anual de agua utilizado por la industria de bebidas no alcohólicas en la CVM es de 11.233 Hm³/año. Sus fuentes de abastecimiento son

principalmente los acuíferos, y en forma secundaria el suministro público, esto es, utiliza 70% de agua subterránea y 30% de agua superficial. El agua que se toma del suministro público; se denomina así al agua que es apta para ser distribuida a una población por medio de organismos operadores. El volumen de agua utilizado del suministro público es de 3.332 Hm³/año (Censos Económicos de INEGI 2014).

El volumen de agua subterránea que extrae la industria de bebidas no alcohólicas de acuíferos registra un volumen de 7.9 Hm³/año y se realiza exclusivamente por solo 18 establecimientos. Dicha extracción contrasta con el agua extraída del suministro público, al que recurren 5659 establecimientos (un volumen de 3.332 Hm³/año) de los tres giros presentes en esta gran industria.

8. Acuíferos que abastecen a la Industria de bebidas no alcohólicas.

El volumen de agua subterránea que extrae la industria de bebidas no alcohólicas (7.9 Hm³/año) se concentra en tres acuíferos ubicados en la CVM, que son: Cuautitlán-Pachuca, Zona Metropolitana de la Ciudad de México y Chalco-Amecameca. Este volumen representa un 6.5% respecto al uso de agua subterránea por toda la industria manufacturera en la CV. Estos son los más sobreexplotados de la CVM la Zona Metropolitana de la Ciudad de México es calificado en “Extinción” con un grado de sobreexplotación de 115%, mientras que el Cuautitlán-Pachuca y Chalco-Amecameca se califican con una “Alta” sobreexplotación con porcentajes 16.3% y 23% respectivamente .

9. La industria de bebidas no alcohólicas extrae agua de Acuíferos sobreexplotados.

La investigación permitió diagnosticar que el estado actual que enfrentan los acuíferos explotados por la industria de bebidas no alcohólicas es sobreexplotación y un Muy Alto grado de presión hídrica. Un primer indicador calculado es el déficit hídrico de cada acuífero, definido como la extracción anual de agua más allá de su recarga. Para el acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México el resultado es alarmante pues presenta un déficit de 591.18 Hm³/año, teniendo en cuenta que la recarga del acuífero es de 512.8 Hm³/año, esto quiere decir que se está extrayendo más de una vez de lo que lo que ofrece el acuífero en

forma sustentable. El acuífero Cuautitlán-Pachuca presento un déficit de 58.37 Hm³/año, y por último el acuífero Chalco-Amecameca con un déficit de 18.33 Hm³/año. Este primer indicador nos da como conclusión el nivel de sobreexplotación en los tres acuíferos mencionados.

Otro indicador aplicado es el grado de presión hídrico (GPRH) que relaciona la extracción total de agua entre la recarga de cada acuífero. Los resultados reafirman lo dicho anteriormente: el acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México con un GPRH de 215% es calificándolo con un “Muy alto grado de estrés hídrico”, Cuautitlán-Pachuca presenta un GPRH de 116% y evaluado en “Muy alto de estrés hídrico” y el Chalco-Amecameca con GPRH 123% “Muy alto de estrés hídrico”. Los resultados muestran que la extracción de agua en industria de bebidas no alcohólicas es parte de la problemática de sobreexplotación de los acuíferos.

Los tres acuíferos de los que extrae agua la industria de bebidas no alcohólicas registran sobreexplotación y un Muy Alto grado de presión, por lo que resulta importante identificar la participación de esta industria en la condición de los mismos.

10. La extracción de acuíferos sobreexplotados en la Industria de bebidas no alcohólicas se concentra en 18 establecimientos.

La investigación encontró que la industria de bebidas no alcohólicas extraen agua de acuíferos basados en la posesión de concesiones otorgadas por la CONAGUA a 18 establecimientos.

De los 7.9 Hm³/año que extrae todo el conjunto de empresas de la industria de bebidas no alcohólicas, se determinó que el acuífero Cuautitlán-Pachuca es el más explotado por esta industria, de él se extraen más de cuatro millones de metros cúbicos al año (4, 246,880 m³/año), en segundo lugar el acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México con una extracción de más de tres millones de metros cúbicos (3, 408,387 m³/año). Del acuífero Chalco-Amecameca únicamente se extrae 246,000 m³/año lo cual en comparación con la explotación que se tiene de los otros dos acuíferos es casi intrascendente.

11. La industria de refrescos y la industria embotelladora de agua son las más intensivas en el uso de agua subterránea.

Analizando los tres giros que definen a la industria de bebida no alcohólicas que extraen agua de acuíferos en la industria de bebidas no alcohólicas, se tiene que la industria de elaboración de refrescos extrae el 64% del total extraído por la industria de bebidas no alcohólicas, seguida de la industria embotelladora de agua con un 30%, y el restante 6% lo explica la industria que produce hielo.

Los resultados muestran que la industria que elabora refrescos extrae 5 hectómetros cúbicos al año, lo que es realizado solo por 5 gigantescos establecimientos que muestra a plenitud su estructura de mercado oligopólico y su posibilidad de poseer concesiones. La industria de agua embotellada extrae un total de 2.4 hectómetros cúbicos al año y sigue el patrón de estructura de mercado oligopólico con 7 grandes establecimientos. La industria productora de hielo extrae poca agua subterránea (menos de medio Hm³) en comparación con las refresqueras e incluye establecimientos que en su mayoría son micro empresas.

12. La industria de bebidas no alcohólicas es la que explica el impacto hídrico en los acuíferos dentro del conjunto de los sectores manufactureros de la CVM.

La participación que alcanza la industria de bebidas no alcohólicas en el déficit del acuífero se calcula relacionado el volumen de su extracción respecto al déficit del acuífero. En el acuífero Cuautitlán-Pachuca la industria de bebidas no alcohólicas explica un 7.3% de su déficit, en el acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México un 0.60% (este valor tan pequeño se explica por la enorme magnitud del déficit del acuífero), en el caso del Chalco-Amecameca su participación es de 1.13%. Considerando la participación conjunta de las industria de bebidas no alcohólicas en el déficit de los acuíferos, se estima que esta industria participa con el 1.16% en el déficit hídrico de los tres acuíferos (671.18 hectómetros anuales).

Estos resultados alcanzan su verdadera dimensión al considerar que son 18 establecimientos los que explican el 1.16% del déficit hídrico de tres acuíferos tan importantes en la cuenca (déficit hídrico), impacto marginal que implica ingentes impactos ambientales.

El impacto que tiene la industria de bebidas no alcohólicas en la sobreexplotación de los recursos hídricos se dimensiona con mayor precisión al considerar su participación en relación con el agua subterránea utilizada por toda la industria manufacturera en la CVM. el volumen de agua subterránea extraída por la industria de bebidas no alcohólicas representa el 6.5% del total extraído por todas las industrias manufactureras en la CVM, lo que muestra el peso que tiene ésta industria.

13. ¿Cuánto gasta la Industria de bebidas no alcohólicas en agua subterránea al año?

Para determinar del pago que hacen las industrias de bebidas no alcohólicas por el uso de agua subterránea, se utilizó la tarifa es de \$19.82 pesos por m³(esta tarifa es constante; lo que quiere decir que no importa el volumen que se extraiga siempre se paga lo mismo) este dato fue obtenido mediante un cálculo publicado DOF bajo la metodología de la NOM-011-CONAGUA-2000 para estimar la tarifa, en este caso en particular se aplica la tarifa más alta (\$19.82 pesos) por encontrarse en una zona sin disponibilidad de agua. El gasto en agua subterránea por la Industria de bebidas no alcohólicas se estimó multiplicando el volumen utilizado por la tarifa (NOM-011-CONAGUA-2000).

El gasto de la industria lo explican 13 grandes empresas con un pago total de \$148, 896,181 pesos por la extracción de más de siete millones de metros cúbicos anuales de agua de los tres acuíferos. En este cálculo la industria de elaboración de hielo fue excluida (5 establecimientos) por su bajo volumen.

La empresa Coca-Cola (ubicada en EDOMEX) tiene el mayor volumen de extracción con más de un millón y medio de metros cúbicos anuales y tiene un pago de \$31, 650,001.091 pesos anuales, le sigue Gatorade (productos PepsiCo) con un volumen de un millón veinte mil metros cúbicos y un pago de \$20, 216,298.00 de pesos anuales, ambas empresas ubicadas en el acuífero Cuautitlán-Pachuca.

14. Alto Valor de la producción en la industria de refrescos y agua embotellada usuaria de agua subterránea.

El valor bruto de la producción de 13 grandes empresas productoras de refrescos y agua embotellada alcanzo el monto de 32 mil 249 millones de pesos en el año 2016 (estimaciones propias a partir de Censos Económicos 2014, DENUE 2016), dimensión que da cuenta de su

elevado poder económico. Lo anterior es claro al considerar que dicho monto representa el 4.2 % del valor de la producción de toda la industria manufacturera de la CVM en el mismo año (762 mil 514 millones de pesos).

15. Tecnología de la producción en la industria de refrescos y agua embotellada.

Se modeló el proceso de producción de la industria en la siguiente forma:

Siendo Y la producción de las empresas en términos físicos, los insumos se clasificaron en cuatro categorías denominados factores de la producción: capital (K), trabajo (L), agua (W) y otros insumos (M).

La función de producción (Y) de la industria se especifica de la siguiente forma considerando que existe una relación no lineal entre los insumos y la producción:

$$Y = A W^{\alpha_1} K^{\alpha_2} M^{\alpha_3} L^{\alpha_4}$$

El valor de la constante A define la escala de la producción de la industria. Los coeficientes α 's registran valores diferentes a uno que indican una relación no lineal entre de los factores y la producción. En la función de producción de la industria de elaboración de refrescos y embotellado de agua se esperan α menores a 1.

En particular interesa el α_1 que relaciona el agua con la producción, y que se interpreta de la siguiente forma:

$$\alpha^1 = \frac{W}{dw} / \frac{Y}{dy}$$

Lo cual presenta cambios porcentuales al variar los volúmenes de agua (valores adicionales en el valor de la producción a medida que se adiciona más volumen de agua).

16. Tecnología en de la industria de refrescos y agua embotellada en la CVM.

Los datos utilizados se obtuvieron de diversas fuentes, destacan el DENUE 2016, REPDA 2016 y Censos Económicos INEGI 2013.

La función de producción estimada es la siguiente:

$$Y = 5 \times 10^{-5} W^{0.56} K^{0.12} M^{0.75} L^{0.97}$$

La función de producción estimada describe la relación técnica que existe entre los factores y la producción en la industria, es decir, describe la tecnología que utiliza la industria en la CVM.

En particular, interesa analizar la relación que existe entre el nivel de la producción y el uso de insumo agua (W), que se expresa en el parámetro $\alpha_1 = 0.56$. El valor positivo y menor a uno describe que en esta industria un incremento porcentual de 10% en el agua utilizada provoca un incremento de 5.6% en la producción. Este coeficiente capta la sensibilidad de esta industria ante cambios en la cantidad de agua utilizada y que la califica como intensiva en el uso del agua. Resulta interesante destacar que el valor de α_1 es mayor al del α_2 (0.11) que es el coeficiente del capital, lo que indica que el agua impacta más los niveles de producción en esta industria que el capital invertido, lo cual es una característica muy especial de esta industria.

17. Valor del agua en el mercado de refrescos y agua embotellada.

Un m³ de agua vendido por la industria de refrescos y de agua embotellada en el mercado registra en promedio un valor de \$2,313.48 el m³, es decir, el litro se vende a \$2.3, en la CVM.

La metodología aplicada consiste en estimar los cambios adicionales de la producción ante aumentos en el uso del agua (valor marginal del agua), lo que pudo hacerse por contar con la función de producción arriba comentada.

El comportamiento que registra el valor marginal del agua a medida que aumenta la cantidad de agua utilizada en la industria es decreciente. Lo importante a considerar es que el nivel del uso del agua determina valores marginales diferentes.

18. Beneficios que obtiene la Industria de Bebidas no alcohólicas por el uso del agua de los acuíferos de la CVM

El contraste que se observa entre el valor de la producción de 32 mil 249 millones de pesos que registra la industria de refrescos y agua embotellada respecto a su pago de \$148, 896,181

por el agua extraída de los acuíferos, sugiere la obtención de ganancias extraordinarias para estas 13 grandes empresas basadas en el uso del agua.

Los beneficios brutos anuales estimados que obtiene dicha industria a partir de la extracción de agua subterránea son de \$8, 057, 738,191 (incluyen la depreciación del capital) en el 2013. Los beneficios netos, una vez descontando la depreciación del capital (K), son de \$7, 574, 124,868, que muestran la extraordinaria ganancia que obtienen las grandes empresas en esta industria.

Para dimensionar lo redituable que resulta a esta industria la extracción de agua de los acuíferos, se relacionan las ganancias netas entre el volumen anual de agua extraída (7, 512,453 m³), indicando que en promedio por cada m³ ganan \$1008.21 pesos, esto es, un peso por litro.

En términos de costo beneficio, en promedio un desembolso de \$19.82 pesos que cuesta la compra de un m³ de agua del subsuelo, genera una ganancia neta de \$1008.21 pesos lo cual muestra la ganancia de 50 pesos por cada peso invertido en la compra del agua

19. Medidas regulatorias ante la explotación de acuíferos.

Las acciones regulatorias que CONAGUA ha adoptado para proteger a los acuíferos de la situación extrema de estrés hídrico que presentan, como el decreto de zonas de veda en la cuenca han sido insuficientes de acuerdo a los resultados aquí obtenidos.

De acuerdo con información del Diario Oficial de la Federación, la situación actual de los tres acuíferos sobreexplotados por la industria es desconcertante, el acuífero Cuautitlán-Pachuca está declarado prácticamente en su totalidad en veda indefinida; sin embargo, el estudio muestra que esto no aplica a derechos ya otorgados y no frena la sobreexplotación. Esta situación debe revisarse con urgencia.

Conclusión general

De todo el sector manufacturero presente en la cuenca, la industria de bebidas no alcohólicas es la que ejerce mayor presión sobre los tres acuíferos más sobreexplotados de la CVM. Los acuíferos: Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Cuautitlán-Pachuca y Chalco-

Amecameca que registran escasez absoluta y el máximo estrés registrado en el país al ser una industria intensiva en el uso del agua.

El aporte de la investigación es mostrar que la industria de refrescos y agua embotellada explicada por solo 13 empresas gigantes sobreexplotan tres acuíferos en estado de estrés absoluto, al mismo tiempo que obtienen beneficios extraordinario por el uso de agua obtenida a base de sobreexplotación y pagando un costo mínimo como pago de derechos al gobierno que no compensa en nada los impactos ambientales causados.

La información estadística que aporta la autoridad ambiental y CONAGUA muestra que no obstante que conocen el estado de gravedad de los tres acuíferos, conocen su extremo nivel de sobreexplotación y están en veda casi en su totalidad. Sin embargo, la respuesta de la autoridad hídrica resulta insuficiente e ineficiente, impidiendo la suspensión de los derechos de extracción de las grandes industrias de bebidas no alcohólicas permitiendo mayores daños a los recursos hídricos e impidiendo una política de sustentabilidad hídrica de la CVM.

Recomendaciones

- Revisión de las concesiones; si bien los acuíferos están declarados como zonas de veda y esto implica que no hay otorgamiento de nuevas concesiones, es necesario hacer una revisión de aquellas concesiones que se dieron hace más de 20 años, sobre todo aquellas concesiones de uso industrial con volúmenes prominentes.
- Aplicar una tarifa a aquellas personas físicas o morales que tengan una concesión de explotación e aguas subterráneas con uso industrial que son altamente intensivas en su uso, es decir aplicar una tarifa adicional a la que se paga actualmente cuando los volúmenes de extracción son considerablemente grandes.
- Aplicar el principio 7 del Derecho Ambiental “El principio contaminador-pagador, propio del Derecho Ambiental, establece que el contaminador es el obligado, independientemente de la existencia de culpa, a indemnizar o reparar los daños causados al medio ambiente y terceros afectados por su actividad”. De esta manera las empresas de bebidas no alcohólicas que estén causando un daño ambiental; como lo es la sobreexplotación están obligadas a pagar una indemnización por el daño.

Referencias Bibliográficas

- Academia Nacional de Ingeniería A.C. (1995) Delimitación geográfica de la Cuenca del Valle de México, recuperado de: <http://www.ai.org.mx/>
- Argelia Tiburcio A. y Perevochtchikova M. (2012) La gestión del agua y el desarrollo de indicadores ambientales en México y Canadá: un análisis comparativo, Universidad Autónoma Metropolitana Biblioteca digital (México) Recuperado de: http://www.bidi.uam.mx:2050/journals/journal_of_latin_american_geography/v011/11.2.sanchez.html
- Arteaga J. (2015 mayo 26). 6 problemas ambientales y sociales que colapsarán al DF, Forbes México, Recuperado de: <https://www.forbes.com.mx/6-problemas-ambientales-y-sociales-que-colapsaran-al-df/>
- Becerra M., Muñoz C., Sainz J (2006). Los conflictos por agua en México. Diagnóstico y análisis. *Revista Gestión y Política Pública* 15(1), 111-143, Recuperado de: http://www.gestionypoliticapublica.cide.edu/num_antiores/Vol.XV_No.I_1ersem/04Becerra.pdf
- Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana (2015), Estimación de la respuesta térmica de la cuenca lacustre del Valle de México en el siglo XVI: un experimento numérico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67 (2), 215-225, Recuperado de: <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/index.php/component/content/article/273-sitio/articulos/cuarta-epoca/6702/1290-6702-6-ruiz>
- Breña A. y Breña J. (2007) *Disponibilidad de agua en el futuro de México*, Ciencia, Revista de la Academia Mexicana de Ciencias, 58(3), 64-71, recuperado de: <http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/ediciones-antiores?id=119>
- Brown, A., & Matlock, D. M. (2011). A Review of Water Scarcity Indices and Methodologies. Sustainability Consortium, Arkansas.
- Camargo I. y Mariscal E. (2012) Escasez de agua: en busca de soluciones normativas, *Economía Informa*, Universidad Autónoma de México Facultad de Economía, 3 (374), 53-74 Recuperado de: <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/374/>
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, (2005). Evolución del Sector Manufacturero de México 1980-2003, Cámara de Diputados, CEFP 2005.
- Chapa J., Flores D., Zúñiga L. (2015). La industria de las bebidas no alcohólicas en México, Centro de Investigaciones Económicas Universidad Autónoma de Nuevo León 2015, Recuperado de: http://impuestosaludable.org/wp-content/uploads/2013/06/La-industria-de-las-bebidas-no-alcohol%C3%B3licas-en-m%C3%A9xico_vf_UANL.pdf
- Comisión Nacional del Agua, (2004) Compendio del Agua 2004, región XII. México, CONAGUA, recuperado de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA04/Publicaciones/Publicaciones>
- Comisión Nacional del Agua, (2013) Repensar la Cuenca: La Gestión de Ciclos del Agua en el Valle de México, CONAGUA recuperado de: <http://centli.org/biblioteca/repensarlacuena/diagnostico.pdf>
- Comisión Nacional del Agua, (2015) Atlas del Agua en México 2015, CONAGUA recuperado de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/ATLAS2015.pdf>
- Comisión Nacional del Agua, (2015) Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales (NOM-011-CONAGUA-2015), Ciudad de México, Diario Oficial de la Federación.
- Comisión Nacional del Agua, (2015a). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. De México (0901), Distrito Federal. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. México: Diario Oficial de la Federación, 2015.
- Comisión Nacional del Agua, (2015b). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Texcoco (1507), Estado de México. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. México: Diario Oficial de la Federación, 2015.
- Comisión Nacional del Agua, (2015c). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Cuautitlán-Pachuca (1508), Estado de México. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. México: Diario Oficial de la Federación, 2015

- Comisión Nacional del Agua, (2015d). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Chalco-Amecameca (1506), Estado de México. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. México: Diario Oficial de la Federación, 2015
- Comisión Nacional del Agua, (2015e). Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales del acuífero Apan, clave (1320), en el Estado de Hidalgo, Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México. México: Diario Oficial de la Federación. 2015.
- Comisión Nacional del Agua, (2015 f). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Soltepec (2902), Estado de Tlaxcala. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. México: Diario Oficial de la Federación, 2015
- Comisión Nacional del Agua, (2015g). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Tecocomulco (1319), Estado de Hidalgo. Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. México: Diario Oficial de la Federación, 2015
- Comisión Nacional del Agua, (2016) Estadísticas del agua en México 2014. CONAGUA Recuperado: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf>
- Comisión Nacional del Agua, (2017), Tramite CNA-01-004: Concesión de aprovechamiento de aguas. CONAGUA 2017.
- Comisión Nacional del Agua. (2013a). Estadísticas del Agua en la Región Hidrológico-Administrativa XIII. Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México. Edición 2013. (C. N. Agua, Ed.) Distrito Federal., México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: www.conagua.gob.mx
- De la Lanza, G.; Cáceres, C.; Adame, S. & Hernández, S. (1999). Diccionario de hidrología y ciencias afines, (p. 286). México, D.F.: Plaza y Valdés S.A. de C.V.
- Diario Oficial de la Federación (2016 a) Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México, Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México.
- Diario Oficial de la Federación (2016 b) Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Cuautitlán-Pachuca, clave 1508, en el Estado de México, Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México.
- Diario Oficial de la Federación (2016 c) Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, en el Estado de México, Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México
- Diario Oficial de la Federación (2016). Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 4, 7 BIS fracción IV, 9 fracciones I, VI, XVII, XXXII, XXXV, XXXVI, XXXVII, XLV, XLVI y LIV, 12 fracciones I, VIII, XI y XII, 19 BIS, 22 segundo y último párrafos de la Ley de Aguas Nacionales; 23 y 37 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales; 1, 8 primer párrafo y 13 fracción XIII inciso b) del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua.
- Directorio Estadístico Nacional de Unidades económicas (2016). DENUE, INEGI 2016, Recuperado de: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- Domínguez R.(2011) Diagnostico resumido de los problemas de abastecimiento de agua y de inundaciones en el Valle de México, *Revista Digital Universitaria* 12 (2) , 1-13,Recuperado de [en http://www.revista.unam.mx/vol.12/num2/art19/art19.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.12/num2/art19/art19.pdf).
- Domínguez R., González M., y Suppen N. (2007) Evaluación técnica, económica y ambiental de la producción más limpia en una empresa de bebidas gaseosas. *Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ)* 22 (2), 78-83, recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Mireya_Gonzalez/publication/26543708_Evaluacion_tecnica_economica_y_ambiental_de_la_produccion_mas_limpia_en_una_empresa_de_bebidas_gaseosas/links/0c960517a802407339000000/Evaluacion-tecnica-economica-y-ambiental-de-la-produccion-mas-limpia-en-una-empresa-de-bebidas-gaseosas.pdf
- Ercin A., Aldaya M. Hoekstra A. (2009) A pilot in corporate water footprint accounting and impact assessment: the water footprint of a sugar-containing carbonated beverage. Value Of Water Report series No. 39. Editorial IHE Delft Países Bajos noviembre 2009.
- Escobar B. (s.f), La cuenca Lerma-Chapala el agua en discordia *Fondo Aleph*, recuperada el 10 de marzo 2016 de: <http://aleph.academica.mx/jsui/handle/56789/5170>
- Fernández Antonio (2010). (2 ° octubre 2010). Gestión del agua en la Cuenca del Valle de México. Segundo Coloquio Internacional de Cuencas Sustentables Ciudad de México, Ciudad de México.
- Genius M.,Hatzaki E., Kouromichelaki E.,Kouvakis G.,Nikiforaki S., Tsagarakis K., (2008). Evaluating Consumers' Willingness to Pay for Improved Potable Water Quality and Quantity, *Water Resour Manage* 22:1825–1834, DOI 10.1007/s11269-008-9255-7.

- Gómez B. (2016), Lago de Texcoco: Consecuencias de impacto ambiental, TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río, 3(6), Recuperado de: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepxi/issue/view/18>
- Hernández S. (2011). Nueva política del agua y herencias centralizadoras: el consejo de cuenca del Valle de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 8(3), 303-327. Recuperado en 27 de septiembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722011000300001&lng=es&tIng=es.
- Hoesktra A.Y. (2003) Virtual Water Trade, Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. Value Of Water Report series No. 12. Editorial IHE Delft Países Bajos febrero 2003.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2016), Subtemas Sobre Manejo Integral De Cuencas Hídricas, INECC recuperado de: <http://www.inecc.gob.mx/cuencas-conceptos>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2010), INEGI-Censo de Población y Vivienda 2000-2010. Instituto Nacional de Estadística Recuperado de www.inegi.org.mx
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2014 b) Laboratorio de Microdatos. Censos Económicos 2014. Distrito Federal, México: Laboratorio de Micro datos, INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2014), INEGI-Censos Economicos 2014. Instituto Nacional de Estadística Recuperado de www.inegi.org.mx
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2016), INEGI-Geografía, Marco geoestadístico Nacional 2016, Recuperado de : <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/default.aspx>
- Ley Nacional del Agua (2016, 24, Marzo). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Ciudad de México, Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_240316.pdf
- Marini. M y Piccolo. M. (2000). El balance hídrico en la Cuenca del río Quequén Salado, Argentina. En *Papeles de Geografía*, N° 31.Pp. 39-
- Mochón Morcillo F. (2006). *Principios de Economía*, Aravaca, Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Monroy O. (2013) Manejo Sustentable del agua en México. *Rdv Revista Digital Universitaria UNAM* ISSN: 1607-6079, 14 (10.1), 2-15, Recuperado de: <http://www.revista.unam.mx/vol.14/num10/art37/>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (1992) Glosario de términos, FAO, recuperado de: <http://www.fao.org/about/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (2015). Agua para un mundo sostenible, Datos y cifras, informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015, UNESCO. Recuperado de: http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf
- Perló, M. y A.E. González. 2005. ¿Guerra por el agua en el valle de México?, Universidad Nacional Autónoma de México/ Fundación Friedrich Ebert, México
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (2002), Agua para todos, Agua para la vida, Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo Hídrico en el Mundo, PNUMA 2002. Recuperado de: <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>
- Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (2013) Cuenca Valle de México, CONAGUA-PRONACOSE, recuperado de: <http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/9CAVM.pdf>
- Programa Nacional Hídrico 2014-2018 (2014). El Programa Nacional Hídrico. CONAGUA recuperado de: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/PROGRAMA_Nacional_Hidrico_2014_2018_espa%C3%B1ol.pdf
- Ramírez N. (2013), Modelación Hidrogeológica y evaluación de la sustentabilidad del acuífero Cuautitlán-Pachuca (Memoria de doctorado Colegio de Postgraduados, México recuperado de <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/2129>
- Ridder (1994) Groundwater investigations. Capitulo 2, Drainage Principles an Applications, 16. ISBN 90 70754 3 39
- Registro Público de derechos del agua (2016). Base de datos recuperado de: <http://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx>
- Revista Asia Pacifico (2016). La política ambiental japonesa y la movilización de industrias por la protección ambiental, *Revista Mundo Asia Pacifico MAP*, 5(8), Junio 2016, ISSN 2344-8172.

- Revollo D. (02 junio 2017). Valor económico del agua en la industria manufacturera ubicada en la Cuenca del Valle, Mercado del agua, Seminario Economía del Agua y Desarrollo Sustentable de México, Ciudad de México.
- Rodríguez L. (2017), Comunicación personal 2017.
- Rodríguez L. y Morales J. (2007) Economía del agua, escasez del agua y su demanda doméstica e industrial en áreas urbanas: Demanda de agua por la Industria manufacturera del Área Metropolitana del Valle de México. México 2007, editorial Miguel Ángel Porrúa, pp. 226-227
- Rodríguez L. y Morales J. (2009). Política hídrica en la Zona Metropolitana del Valle de México y sus riesgos para suministrar agua al uso doméstico e industria, Innovación tecnológica, cultura y gestión del agua Nuevos retos del agua en el Valle de México. Ciudad de México, México Porrúa, pp.21-47
- Rodríguez L. y Morales J. (2013) Integración de un sistema de cuentas económicas e hídricas en la Cuenca del Valle de México, *Realidad, Datos y Espacio Revista internacional de estadística y geografía*, 4(1) 72-88, Recuperado de: http://www.inegi.org.mx/RDE/RDE_08/RDE_08_Art5.html
- Rodríguez L., Morales J., Sosa F., Altamirano J., Torres F. (2015), Agua virtual en un marco insumo-producto para la cuenca del valle de México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(2) 51-66, recuperado de: https://www.imta.gob.mx/tyca/revistadigital198237645imta_comunicacion/revistas-2016/rev-02-2016/files/assets/basic-html/page57.html
- Secretaría de Economía (2014). Industria Refresquera en México, Secretaria de Economía 2014
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales -CNA. (2003). Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XIII Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. México: CNA.
- SEMARNAT (2014). Bitácora Ambiental del Ordenamiento Ecológico Regional Cuenca del Valle de México. Recuperado de: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/bitacora-ambiental/bitacora-ambiental-del-ordenamiento-ecologico> >.
- SEMARNAT (2015). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2015, SEMARNAT recuperado de: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf
- Sistema de clasificación Industrial de América del Norte (2016) SCIAN, INEGI 2016.
- Varian H. (1998) *Análisis microeconómico*, España, Antoni Bosh , editor S.A.
-

ANEXOS I. Municipios ubicados en la Cuenca del Valle de México

Tabla. Municipios pertenecientes a la CVM.

No	Clave Entidad	Entidad	Clave Municipal	Municipios
1	09	Ciudad de México	002	Azcapotzalco
2	09	Ciudad de México	003	Coyoacán
3	09	Ciudad de México	004	Cuajimalpa de Morelos
4	09	Ciudad de México	005	Gustavo A. Madero
5	09	Ciudad de México	006	Iztacalco
6	09	Ciudad de México	007	Iztapalapa
7	09	Ciudad de México	008	Magdalena Contreras
8	09	Ciudad de México	009	Milpa Alta
9	09	Ciudad de México	010	Álvaro Obregón
10	09	Ciudad de México	011	Tláhuac
11	09	Ciudad de México	012	Tlalpan
12	09	Ciudad de México	013	Xochimilco
13	09	Ciudad de México	014	Benito Juárez
14	09	Ciudad de México	015	Cuauhtémoc
15	09	Ciudad de México	016	Miguel Hidalgo
16	09	Ciudad de México	017	Venustiano Carranza
17	13	Hidalgo	007	Almoloya
18	13	Hidalgo	008	Apan
19	13	Hidalgo	021	Emiliano Zapata
20	13	Hidalgo	022	Epazoyucan
21	13	Hidalgo	039	Mineral del Monte
22	13	Hidalgo	048	Pachuca de Soto
23	13	Hidalgo	051	Mineral de la Reforma

24	13	Hidalgo	057	Singuilucan
25	13	Hidalgo	061	Tepeapulco
26	13	Hidalgo	066	Villa de Tezontepec
27	13	Hidalgo	069	Tizayuca
28	13	Hidalgo	072	Tlanalapa
29	13	Hidalgo	075	Tolcayuca
30	13	Hidalgo	082	Zapotlán de Juárez
31	13	Hidalgo	083	Zempoala
32	15	México	002	Acolman
33	15	México	009	Amecameca
34	15	México	011	Atenco
35	15	México	013	Atizapán de Zaragoza
36	15	México	016	Axapusco
37	15	México	017	Ayapango
38	15	México	020	Coacalco de Berriozábal
39	15	México	022	Cocotitlán
40	15	México	023	Coyotepec
41	15	México	024	Cuautitlán
42	15	México	025	Chalco
43	15	México	028	Chiautla
44	15	México	029	Chicoloapan
45	15	México	030	Chiconcuac
46	15	México	031	Chimalhuacán
47	15	México	033	Ecatepec de Morelos
48	15	México	035	Huehuetoca
49	15	México	037	Huixquilucan
50	15	México	038	Isidro Favela
51	15	México	039	Ixtapaluca
52	15	México	044	Jaltenco
53	15	México	046	Jilotzingo
54	15	México	053	Melchor Ocampo

55	15	México	057	Naucalpan de Juárez
56	15	México	058	Nezahualcóyotl
57	15	México	059	Nextlalpan
58	15	México	060	Nicolás Romero
59	15	México	061	Nopaltepec
60	15	México	065	Otumba
61	15	México	069	Papalotla
62	15	México	070	La Paz
63	15	México	075	San Martín de las Pirámides
64	15	México	081	Tecámac
65	15	México	083	Temamatla
66	15	México	084	Temascalapa
67	15	México	089	Tenango del aire
68	15	México	091	Teoloyucan
69	15	México	092	Teotihuacán
70	15	México	093	Tepetlaoxtoc
71	15	México	095	Tepetzotlán
72	15	México	099	Texcoco
73	15	México	100	Tezoyuca
74	15	México	103	Tlalmanalco
75	15	México	104	Tlalnepantla de Baz
76	15	México	108	Tultepec
77	15	México	109	Tultitlán
78	15	México	120	Zumpango
79	15	México	121	Cuautitlán Izcalli
80	15	México	122	Valle de Chalco Solidaridad
81	15	México	125	Tonanitla
82	21	Puebla	053	Chignahuapan (15% en cuenca)
83	29	Tlaxcala	006	Calpulalpan
84	29	Tlaxcala	020	Sanctórum de Lázaro Cárdenas

85	29	Tlaxcala	021	Nanacamilpa de Mariano Arista
86	29	Tlaxcala	045	Benito Juárez

Fuente: Elaborado a partir de datos tomados de CONAGUA, 2009.

ANEXOS II.- Población por municipio perteneciente en la Cuenca del Valle de México

Tabla. Población en la CVM por municipio

Estado	Municipio	Habitantes (2015)
CDMX	Coyoacán	608,479
CDMX	Cuajimalpa de Morelos	199,224
CDMX	Gustavo A. Madero	1,164,477
CDMX	Iztacalco	390,348
CDMX	Iztapalapa	1,827,868
CDMX	La Magdalena Contreras	243,886
CDMX	Milpa Alta	137,927
CDMX	Álvaro Obregón	749,982
CDMX	Tláhuac	361,593
CDMX	Tlalpan	677,104
CDMX	Xochimilco	415,933
CDMX	Benito Juárez	417,416
CDMX	Cuauhtémoc	532,553
CDMX	Miguel Hidalgo	364,439
CDMX	Venustiano Carranza	427,263
Total en la CDMX		8,918,653
EDOMEX	Acolman	152,506
EDOMEX	Amecameca	50,904
EDOMEX	Atenco	62,392
EDOMEX	Atizapán de Zaragoza	523,296
EDOMEX	Axapusco	27,709
EDOMEX	Ayapango	9,863
EDOMEX	Coacalco de Berriozábal	284,462
EDOMEX	Cocotitlán	14,414
EDOMEX	Coyotepec	41,810
EDOMEX	Cuautitlán	149,550
EDOMEX	Chalco	343,701
EDOMEX	Chiautla	29,159
EDOMEX	Chicoloapan	204,107
EDOMEX	Chiconcuac	25,543
EDOMEX	Chimalhuacán	679,811
EDOMEX	Ecatepec de Morelos	1,677,678

EDOMEX	Huehuetoca	128,486
EDOMEX	Huixquilucan	267,858
EDOMEX	Isidro Fabela	11,726
EDOMEX	Ixtapaluca	495,563
EDOMEX	Jaltenco	27,825
EDOMEX	Jilotzingo	19,013
EDOMEX	Melchor Ocampo	57,152
EDOMEX	Naucalpan de Juárez	844,219
Estado	Municipio	Habitantes (2015)
EDOMEX	Nextlalpan	39,666
EDOMEX	Nezahualcóyotl	1,039,867
EDOMEX	Nicolás Romero	410,118
EDOMEX	Nopaltepec	8,960
EDOMEX	Otumba	35,274
EDOMEX	Papalotla	3,963
EDOMEX	La Paz	293,725
EDOMEX	San Martín de las Pirámides	26,960
EDOMEX	Tecámac	446,008
EDOMEX	Temamatla	12,984
EDOMEX	Temascalapa	38,622
EDOMEX	Tenango del Aire	12,470
EDOMEX	Teoloyucán	66,518
EDOMEX	Teotihuacán	56,993
EDOMEX	Tepetlaoxtoc	30,680
EDOMEX	Tepotzotlán	94,198
EDOMEX	Texcoco	240,749
EDOMEX	Tezoyuca	41,333
EDOMEX	Tlalmanalco	47,390
EDOMEX	Tlalnepantla de Baz	700,734
EDOMEX	Tultepec	150,182
EDOMEX	Tultitlán	520,557
EDOMEX	Zumpango	199,069
EDOMEX	Cuautitlán Izcalli	531,041
EDOMEX	Valle de Chalco Solidaridad	396,157
EDOMEX	Tonanitla	972
Total en EDOMEX		11,573,937
HIDALGO	Almoloya	12,410
HIDALGO	Apan	44,576
HIDALGO	Emiliano Zapata	14,825
HIDALGO	Epazoyucan	14,693
HIDALGO	Mineral de la Reforma	150,176
HIDALGO	Mineral del Monte	14,640
HIDALGO	Pachuca de Soto	277,375
HIDALGO	Singuilucan	16,235

HIDALGO	Tepeapulco	54,373
HIDALGO	Tizayuca	119,442
HIDALGO	Tlanalapa	10,342
HIDALGO	Tolcayuca	16,733
HIDALGO	Villa de Tezontepec	12,413
HIDALGO	Zapotlán de Juárez	18,748
HIDALGO	Zempoala	45,382
Total en Hidalgo		822,363
Estado	Municipio	Habitantes (2015)
PUEBLA	Chignahuapan	0
Total en Puebla		0
TLAXCALA	Calpulalpan	48,385
TLAXCALA	Sanctórum de Lázaro Cárdenas	9,490
TLAXCALA	Nanacamilpa de Mariano Arista	18,115
TLAXCALA	Benito Juárez	6,038
Total en Tlaxcala		82,028
Total		20,996,820

Fuente: CONAGUA 2013, INEGI 2015

ANEXO III.- Artículo 27 Párrafo quinto Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten las entidades federativas.

ANEXO.- VI

Instrumentos jurídicos vigentes del acuífero Cuautitlán-Pachuca, clave 1508, en el Estado de México

- a) "DECRETO que establece por tiempo indefinido en la región inmediata a la población de Zumpango, Méx., veda para construcción de alumbramientos de aguas subterráneas, sea mediante norias o pozos profundos", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 1949, el cual aplica en la porción centro occidental del acuífero Cuautitlán-Pachuca, clave 1508, en el Estado de México;
- b) "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida por Cuenca o Valle de México", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 1954; el cual abarca casi la totalidad del acuífero Cuautitlán-Pachuca, clave 1508, en el Estado de México;
- c) "DECRETO por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Tulancingo, en el Estado de Hidalgo", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de septiembre de 1965, el cual aplica en una mínima porción, en el extremo noreste del acuífero Cuautitlán-Pachuca, clave 1508, en el Estado de México;
- d) "DECRETO por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Toluca, del Estado de México", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de septiembre de 1965, el cual abarca una mínima porción en el extremo suroeste, del acuífero Cuautitlán-Pachuca, clave 1508, en el Estado de México;
- e) "DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México, que no quedaron incluidos en la vedas impuestas mediante Decretos Presidenciales de 7 de diciembre de 1949, 21 de julio de 1954, 10 de agosto de 1965 y 14 de abril de 1975 y Acuerdo Presidencial de 11 de julio de 1970", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de julio de 1978, el cual comprende una mínima porción del borde occidental del acuífero Cuautitlán-Pachuca, clave 1508, en el Estado de México;
- f) "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 21 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en la porción no vedada del acuífero Cuautitlán-Pachuca, clave 1508, en el Estado de México, que en el mismo se indica, que corresponde a una mínima porción en su extremo

norte, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de volúmenes autorizados o registrados, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

ANEXO.- VI

Instrumentos jurídicos vigentes del acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México, clave 0901, Ciudad de México

- a) "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida por Cuenca o Valle de México", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 1954; que abarca la mayor parte del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México;
- b) "DECRETO por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Toluca, del Estado de México", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de septiembre de 1965, que abarca una mínima porción en el extremo oeste, del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México;
- c) "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 21 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en la porción no vedada del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México, que en el mismo se indica, que corresponde al 5.3 por ciento de la extensión del acuífero, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de volúmenes autorizados o registrados, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

ANEXO.- VI

Instrumentos jurídicos vigentes del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, en el Estado de México

Decretos de veda

Las delegaciones de Milpa Alta y Tláhuac se encuentran vedadas de manera total desde 1954.

Los municipios considerados dentro de este acuífero que se encuentran vedados de manera total son: Ayapango, Cocotitlán, Chalco, Temamatla y Tenango del Aire; parcialmente están vedados, los municipios de Amecameca, Ixtapaluca, Juchitepec y Tlalmanalco; los municipios antes mencionados del Estado de México se encuentran vedados según el decreto de la Veda de la Cuenca del Valle de México del 19 de agosto de 1954, fecha de su publicación en el Diario Oficial.

Decretos de reserva o reglamento

El decreto de veda por el cual se rigen tanto las delegaciones como los municipios que se encuentran dentro de la Sub cuenca de Chalco, es el decreto de Veda de la Cuenca del Valle de México publicado el 19 de agosto de 1954 en el Diario Oficial de la Federación.

Zonas de disponibilidad

De acuerdo al balance que se realizó del acuífero Chalco-Amecameca, se determinó que el volumen de la recarga es menor que el volumen concesionado, por lo que la disponibilidad del acuífero se considera nula o cer

