

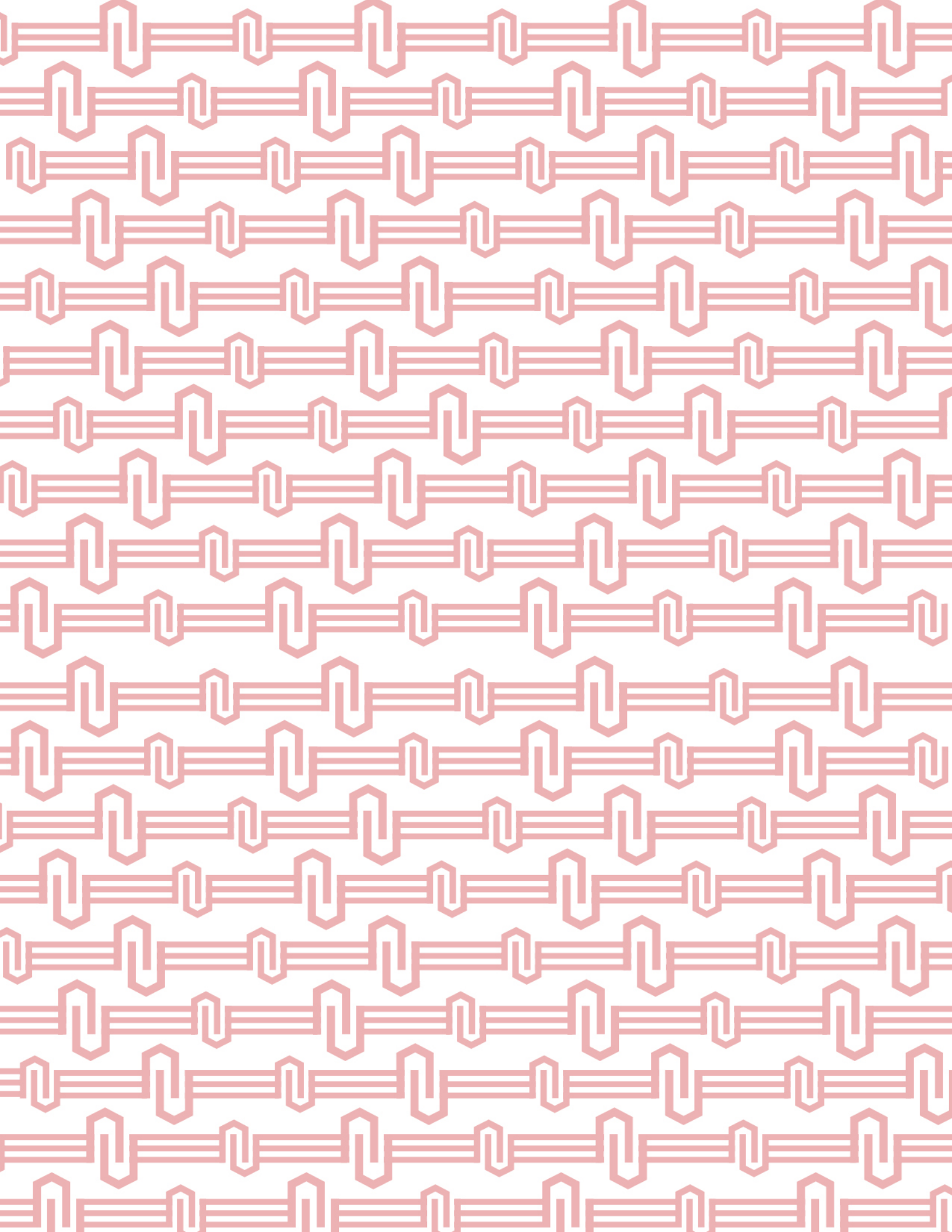
# LAS CIENCIAS SOCIALES EN LA TRANSICIÓN

Jorge Cadena-Roa  
María Luisa Martínez Sánchez  
*Coordinadores generales*

**V**  
**Crisis socioambiental y climática,  
sustentabilidad y vulnerabilidad social**

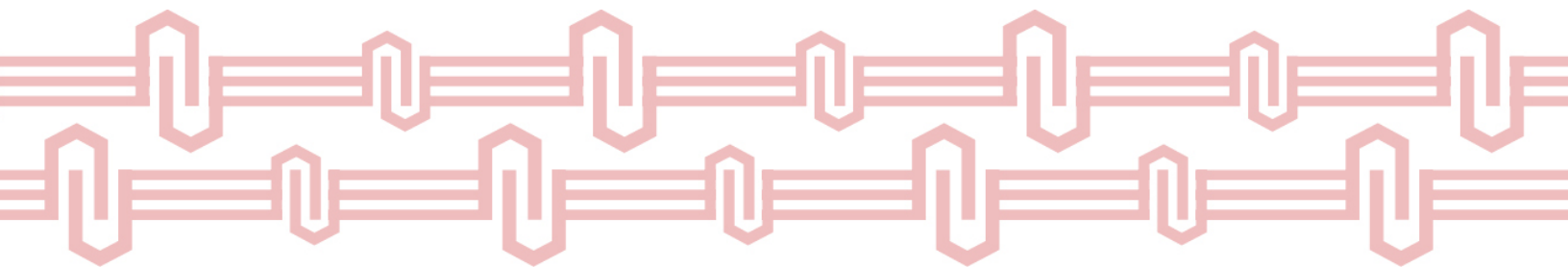
María de Jesús Ávila Sánchez  
Alice Poma  
*Coordinadoras*





# LAS CIENCIAS SOCIALES EN LA TRANSICIÓN

Jorge Cadena-Roa  
María Luisa Martínez Sánchez  
Coordinadores generales



# LAS CIENCIAS SOCIALES EN LA TRANSICIÓN

V

Crisis socioambiental y climática,  
sustentabilidad y vulnerabilidad social

María de Jesús Ávila Sánchez  
Alice Poma  
Coordinadoras



FCC



FCPyRI



FACULTAD DE  
ECONOMÍA  
UANL



FTsyDH



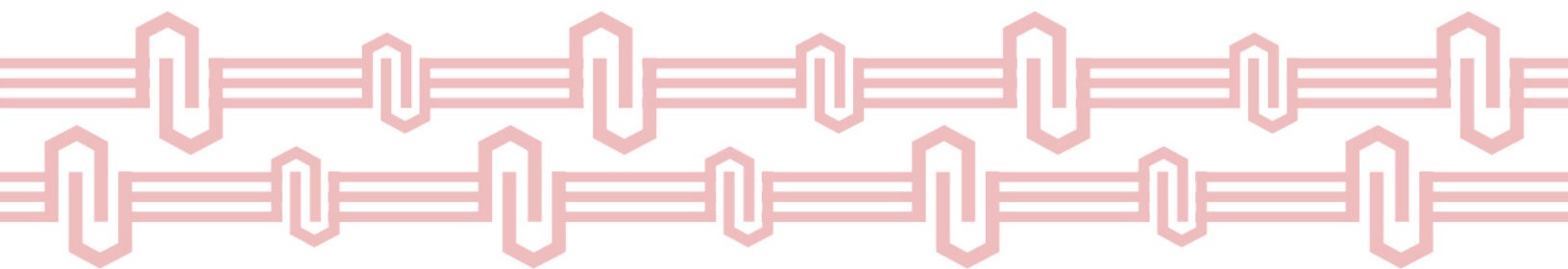
IINSO

Instituto de Investigaciones Sociales



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



## **COORDINACIÓN GENERAL**

Jorge Cadena-Roa (UNAM)  
María Luisa Martínez Sánchez (UANL)

## **COMITÉ CIENTÍFICO**

Miguel Aguilar Robledo (UASLP)  
Jorge Cadena-Roa (UNAM)  
Rosalba Casas Guerrero (UNAM)  
José Juan Cervantes Niño (UANL)  
Oscar F. Contreras Montellano (COLEF)  
Angélica Cuéllar Vázquez (UNAM)  
Alfredo Hualde Alfaro (COLEF)  
José María Infante Bonfiglio (UANL)  
Miguel Armando López Leyva (UNAM)  
María Luisa Martínez Sánchez (UANL)  
Cristina Puga Espinosa (UNAM)  
María Elena Ramos Tovar (UANL)  
Esperanza Tuñón Pablos (ECOSUR)  
Guadalupe Valencia García (UNAM)  
David Eduardo Vázquez Salguero (COLSAN)  
Eduardo Vega López (UNAM)

## **COMITÉ ORGANIZADOR**

Marco Antonio Aranda Andrade (UANL)  
Jorge Cadena-Roa (UNAM)  
Oscar F. Contreras Montellano (COLEF)  
José Raymundo Galán González (UANL)  
Laura González García (UANL)  
Abraham Hernández Paz (UANL)  
Moncerrat Arango Morales (UANL)  
Larissa Huitrón Medellín (UANL)  
Sandibel Martínez Hernández (COMECOSO)  
María Luisa Martínez Sánchez (UANL)  
Cristina Puga Espinosa (UNAM)  
Karla Ivonne Ramírez Díaz (UANL)  
María Elena Ramos Tovar (UANL)  
María Zúñiga Coronado (UANL)

## **COORDINACIÓN TÉCNICA**

Marco Antonio Aranda Andrade (UANL)  
Sandibel Martínez Hernández (COMECOSO)

## **TALLERES**

Roberto Holguín Carrillo (COMECOSO)  
Sandibel Martínez Hernández (COMECOSO)

**SISTEMAS Y ASISTENCIA TÉCNICA** Roberto Holguín Carrillo (COMECOSO) Edgar Martínez Otamendi (COMECOSO)

## **DIFUSIÓN**

Araceli Magallán Castillo (UANL)  
Laura Gutiérrez Hernández (COMECOSO)  
Astrid Gutiérrez López (COMECOSO)  
Anabel Meave Gallegos (COMECOSO)

## **PRESENTACIONES DE LIBRO**

David de Jesús Reyes (UANL)

## **DISEÑO GRÁFICO**

Black Kraken Design Studio  
Laura Gutiérrez Hernández (COMECOSO)  
Araceli Magallán Castillo (UANL)

**FORMACIÓN Y DISEÑO EDITORIAL** Roberto Holguín Carrillo (COMECOSO) Sandibel Martínez Hernández (COMECOSO)

## **FORMACIÓN Y HOMOLOGACIÓN DE TEXTOS**

Uriel Carrillo Altamirano (COMECOSO) Astrid Gutiérrez López (COMECOSO)  
Jesús Armando Juárez Nieto (UNAM) Sofía Ziri6n Mart6nez (COMECOSO)

## **DISEÑO DE PORTADA E INTERIORES**

Karen Evelyn Hernández Vázquez (UNAM) Laura Gutiérrez Hernández (COMECOSO)

AGRADECEMOS a todos los que contribuyeron a que el VII Congreso Nacional de Ciencias Sociales, *Las Ciencias Sociales en la transición*, fuera un éxito:

A las autoridades y colegas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, al Mtro. Rogelio Garza Rivera, Rector; al Dr. Juan Manuel Alcocer González, Secretario de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico y a la Dra. María Luisa Martínez Sánchez, Directora del Instituto de Investigaciones Sociales.

Nuestro agradecimiento también a las autoridades de la Universidad Nacional Autónoma de México, particularmente a la Dra. Guadalupe Valencia, Coordinadora de Humanidades; al Dr. Mauricio Sánchez Menchero, director del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH), al Dr. Miguel Armando López Leyva, director del Instituto de Investigaciones Sociales, y al Dr. Melchor Sánchez Mendiola, Coordinador de la Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia.

Al Dr. Héctor Raúl Solís Gadea, Vicerrector Ejecutivo de la Universidad de Guadalajara.

## **OPERADORES**

Uriel Carrillo Altamirano (UNAM)  
María José Cervantes (UNAM)  
Karina González Arroyo (LAOMS)  
Ariadna Itzel Solís Bautista (UNAM)  
Paula Mariana Echauri Guzmán (UdG)  
Mónica Gómez Godoy (UdG)  
Claudia Rico Ruiz (UdG)  
Fernando Martínez Gradilla (UdG)  
Mariana Treviño Riojas (UANL)  
Martha Castillo Pedraza (UANL)  
José Santiago Olivari Pérez (UANL)  
Rebeca Moreno Zúñiga (UANL)  
Mariana García Leal (UANL)  
Alberto González Porras (UANL)  
Gabriela Gallegos Martínez (UANL)  
Raúl González Dueñez (UANL)  
Mario Alberto Hernández Araujo (UANL)  
Cynthia Ismena Gómez Medellín (UANL)  
David de la Garza Tolentino (UANL)  
Lybia Castillo (UANL)  
Rosario Arteaga (UANL)

## **MONITORES**

Uriel Carrillo Altamirano (UNAM)  
Laura Gutiérrez Hernández (COMECOSO)  
Roberto Holguín Carrillo (COMECOSO)  
Sandibel Martínez Hernández (COMECOSO)  
Edgar Martínez Otamendi (COMECOSO)  
Ariadna Itzel Solís Bautista (UNAM)

## COORDINADORES DE EJES

La democracia ante los desafíos actuales:  
expectativas de cambio, riesgos de erosión

Jorge Aguirre Sala (UANL)  
Felipe de Jesús Marañón Lazcano (UANL)  
Alejandro Monsiváis (COLEF)

Acción colectiva, protestas y movilización en  
escenarios de cambio

Marco Aranda Andrade (IINSO-UANL)  
Gustavo Urbina Cortés (COLMEX)

Mercados laborales, contradicciones e  
implicaciones para el desarrollo y la  
igualdad social

José Juan Cervantes Niño (UANL)  
Cinthya Guadalupe Caamal Olvera (UANL)  
Sara Ochoa León (UNAM)

Políticas públicas desde la perspectiva de la  
gobernanza: del diseño a la evaluación

Adelaido García Andrés (UANL)  
Víctor Samuel Peña Mancillas (COLSON)

Crisis socioambiental y climática,  
sustentabilidad y vulnerabilidad social

María de Jesús Ávila Sánchez (UANL)  
Alice Poma (UNAM)

Migración y fronteras en el sistema  
migratorio mundial: contextos locales ante  
dilemas globales

José Alfredo Jáuregui Díaz (UANL)  
María Elena Ramos Tovar (UANL)  
Martha Judith Sánchez Gómez (UNAM)

Acceso a la justicia: la lucha contra la  
corrupción y la impunidad, requisitos del  
Estado de Derecho

Silvia Inclán Oseguera (UNAM)  
María Teresa Villarreal Martínez (UANL)

Violencias, ilegalidades y seguridad pública

Nelson Arteaga Botello (FLACSO-México)  
Joana Chapa Cantú (UANL)

Espacio urbano: nuevos retos, viejos  
problemas

Javier Delgado Campos (UNAM)  
José Raymundo Galán González (UANL)

Estudios de género: realidades en  
transición

María Luisa Martínez Sánchez (UANL)  
Esperanza Tuñón Pablos (ECOSUR)

México en la encrucijada: retos de política  
económica, desarrollo nacional y regional  
en la óptica de un complejo contexto  
internacional

Claudia Maya López (UNAM)  
Vera Patricia Prado Maillard (UANL)

Conocimiento, ciencia y tecnología:  
experiencias de incidencia en la atención  
a problemas sociales

Michelle Chauvet (UAM)  
Rebeca de Gortari (UNAM)  
Elizabeth Mendoza Cárdenas (UANL)

La educación en un contexto de cambios:  
situación actual, tendencias y retos

Alejandro Canales Sánchez (UNAM)  
Miguel de la Torre Gamboa (UANL)  
Karla Ivonne Ramírez Díaz (UANL)

Cosmovisiones, significados, y prácticas  
sociales. Miradas multidisciplinares sobre la  
construcción de los mundos de vida

Brenda Araceli Bustos García (UANL)  
Elke Köppen (UNAM)  
Mariana Molina Fuentes (UNAM)  
Veronika Sieglin (UANL)

Trayectorias e innovación en los procesos  
teórico-metodológicos en las ciencias  
sociales

Jorge Galindo Monteagudo (UAM)  
Raúl Eduardo López Estrada (UANL)  
José Manuel Rangel Esquivel (UANL)

Retos actuales y perspectivas de las  
ciencias sociales: construcción social de la  
realidad y apropiación social de la ciencia

Enrique Gutiérrez Márquez (UIA)  
José María Infante Bonfiglio (UANL)



Los trabajos incluidos en *Las Ciencias Sociales en la transición*, coordinado por Jorge Cadena-Roa y María Luisa Martínez Sánchez, caen bajo la licencia de Creative Commons Atribución-Sin Derivar 4.0 Internacional (CC BY-ND 4.0). El contenido de dichos trabajos puede ser copiado y redistribuido en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos correspondientes y no tenga fines comerciales.

El contenido, textos, cuadros e imágenes, de los trabajos publicados aquí es responsabilidad de sus autores y no necesariamente reflejan las opiniones de los coordinadores ni de las instituciones académicas a las que se encuentran adscritos.

Obra en [www.comecso.com](http://www.comecso.com)

*Las Ciencias Sociales en la transición*

#### COORDINADORES GENERALES

Jorge Cadena-Roa  
María Luisa Martínez Sánchez

#### VOLUMEN V

Crisis socioambiental y climática,  
sustentabilidad y vulnerabilidad social

#### COORDINADORAS

María de Jesús Ávila Sánchez  
Alice Poma

ISBN Colección: 978-607-8664-11-5  
ISBN Volumen V: 978-607-8664-18-4

Consejo Mexicano de Ciencias Sociales, AC.  
[www.comecso.com](http://www.comecso.com)

Universidad Autónoma de Nuevo León  
[www.uanl.mx](http://www.uanl.mx)

Las Ciencias Sociales en la transición consta de dieciséis volúmenes, uno por cada eje temático desarrollado en el VII Congreso Nacional de Ciencias Sociales, que se ponen a disposición del público en formato de documento portátil (.pdf). Dado que esta edición del Congreso fue completamente virtual, los eventos especiales del congreso (tales como las Conferencias Magistrales) fueron grabados y también se encuentran disponibles en formato digital. Junto con los volúmenes, pueden encontrarse en la siguiente dirección:

<https://www.comecso.com/congreso-vii/volumenes>.



## Índice General

Introducción ..... 11  
*María de Jesús Ávila Sánchez y Alice Poma*

### **Crisis hídrica: desafíos**

Reutilización de agua residual tratada en huertas agroecológicas en Amacueca, Jalisco ..... 17  
*Eric R. Alvarado Castro, Luz Emilia Lara y Bretón, Jaime Morales Hernández y Heliodoro Ochoa García*

La Huella Hídrica Histórica de las principales industrias de Nuevo León..... 41  
*Hipólito Villanueva Hernández, José Alfredo Jáuregui Díaz y María de Jesús Ávila Sánchez*

Vulnerabilidad Hídrica y Gestión Comunitaria del Agua: El Caso de Amanlaco de Becerra, Estado de México..... 57  
*Pamela Ligregni Aguilera*

Midiendo la vulnerabilidad y construyendo la resiliencia hídrica urbana. Caso Guadalajara, Jalisco. .... 75  
*Rodrigo Flores Elizondo*

### **Gobernanza ambiental**

¿Es posible medir la impunidad ambiental? Criterios metodológicos y conceptuales..... 95  
*Celeste Cedillo y Juan Antonio Le Clercq*

Hacia una nueva gobernanza ambiental en áreas naturales protegidas ..... 113  
*Celeste Cedillo*

Derecho a la Verdad en materia ambiental. Exigencia indiscutible para abatir la vulnerabilidad social..... 129  
*Benjamín Revuelta Vaquero y Emilia Guillermina Bucio Piñón*

### **Desafíos epistemológicos frente a la crisis socioambiental**

Diagnóstico integral para el desarrollo de medidas de Adaptación basadas en Ecosistemas: Caso Grupo Manos Mágicas..... 149  
*Christian Cancela Nava y Ana Cecilia Travieso Bello*

### **Percepción del cambio climático**

Cambio climático: percepciones y acciones de la Asociación Civil “Amigos de los Viveros” .. 175  
*Rodríguez Gudiño Irene Abigail*

Percepciones del cambio climático en la región del Valle de Orizaba, Veracruz..... 193  
*Jesús Carrasco Granados, Julio Díaz-José y Verónica Morales-Ríos*

### **La construcción social del riesgo y vulnerabilidad social frente al cambio climático**

Investigación acción participativa, Trabajo Social y Cambio Climático en las Regiones Indígenas del Estado de Hidalgo..... 213  
*Jorge Dolores Bautista, Raúl García García y Laura Fabiola Udave Castillo*

Experiencias comunitarias de comunicación del riesgo en el marco de la gestión integral del riesgo de desastres en el estado de Colima, Col., México ..... 229  
*Alicia Cuevas Muñiz y Aideé C. Arellano Ceballos*

Percepción del riesgo volcánico y vulnerabilidad social en La Yerbabuena II, Colima, Col. México: Un análisis desde la construcción social del riesgo..... 247  
*Andrea Rodríguez García, Griselda Estefanía Vergara Leal y Alicia Cuevas Muñiz*

### **Crisis ambiental y sustentabilidad alimentaria**

Cambio y bienestar, una experiencia intercultural con Tsotsiles y Tseltales en Chiapas ..... 273  
*Hilda María Jiménez Acevedo, Néstor Rodolfo García Chong y Elia Margarita Bravo Carrera*

Propuesta metodológica para la evaluación de las capacidades adaptativas de la agricultura campesina ante el contexto de cambio climático ..... 299  
*Agustín Hernández Santoyo y Jorge Víctor Alcaraz Vera*

Seguridad alimentaria en el Estado de Sonora: El caso de Banco de Alimentos de Navojoa I.A.P. .... 323  
*Anali Enciso Reyes*

## La Huella Hídrica Histórica de las principales industrias de Nuevo León

### The Historic Water Footprint through time in the Main Industries of Nuevo Leon.

*Hipólito Villanueva Hernández\**, *José Alfredo Jáuregui Díaz<sup>†</sup>* y

*María de Jesús Ávila Sánchez<sup>‡</sup>*

**Resumen:** La huella hídrica se define como el volumen de agua por unidad de alimentos producidos, en México desde hace varias décadas se ha querido normar, regular y gestionar la disponibilidad y uso de agua. Sin embargo a nivel Estatal en Nuevo León la demanda y consumo de agua cada día ha venido en aumento por lo que se prevé una lucha entre varios sectores y entre ellos tenemos inmerso el sector industrial, en esta investigación solo nos enfocamos en este sector quien está demandando cada día más cantidades de agua del subsuelo en sus procesos de manufacturación, este rubro ha sido poco estudiado en Nuevo León y por ello es importante conocer la Huella Hídrica de las industrias (Acerera, refresquera y cervecera), este indicador puede ser la base para conocer y determinar la cantidad de agua que están utilizando desde hace varias décadas y delimitar la extracción excesiva en el área conurbada y zona metropolitana de Monterrey a pesar de que no se aprecia la existencia de un daño aun en medio ambiente.

**Abstract:** The water footprint is defined as the volume of water per unit of food produced, in Mexico for several decades it has been wanted to regulate, regulate and manage the availability and use of water. However, at the State level in Nuevo León, the demand and consumption of water every day has been increasing, so a struggle is expected between several sectors and among them we have immersed the industrial sector, in this research we only focus on this sector who is demanding more quantities of subsoil water every day in its manufacturing processes, this item has been little studied in Nuevo León and therefore it is important to know the Water Footprint of the industries (Steel, cold and beer), this indicator can be the basis to know and determine the amount of water that they have been using for several decades and to delimit the excessive extraction in the metropolitan area and metropolitan area of Monterrey even though the existence of damage is not appreciated even in the environment.

---

\* Doctor en Ciencias Sociales con orientación en desarrollo sustentable. Por la Universidad Autónoma de Nuevo León, Instituto de Investigaciones Sociales, Línea de Investigación desarrollo equidad y medio ambiente, correo-e: [polo\\_arase@hotmail.com](mailto:polo_arase@hotmail.com).

<sup>†</sup> Doctor en Demografía por la Universidad Autónoma de Barcelona. Actual Profesor-Investigador Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores Conacyt, en el Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. [alfjadi@yahoo.com.mx](mailto:alfjadi@yahoo.com.mx).

<sup>‡</sup> Doctora en Ciencias Sociales por Universiteit Leiden, Países Bajos. Actual docente investigador Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores Conacyt, en el Instituto de Investigaciones Sociales de Universidad Autónoma de Nuevo León, México. [marycolef@yahoo.com](mailto:marycolef@yahoo.com)

## **Introducción**

El estado de Nuevo León destaca desde el siglo pasado por ser el principal polo industrial del país, sus primeras fabricas aparecieron durante el siglo pasado y se consolidaron tres grandes industrias la acerera, cervecera y refresquera, que se caracterizan por grandes consumos de agua en un espacio geográfico semidesértico donde el bien es escaso. El acceso al agua no fue un obstáculo para el desarrollo y consolidación de la industria ya que lograron concesiones para la explotación de pozos en sus instalaciones sin tener que reportar el consumo realizado de los mantos freáticos, las reservas de agua prehistórica existente.

Se desconoce el consumo real que tiene la industria en Nuevo León ya que al tener concesiones propias no tienen la obligación de publicar sus consumos, solo se sabe que la extracción de agua subterránea ha aumentado conforme se incrementa la producción. Esta investigación tiene como objetivo principal estimar la cantidad de agua que han consumido durante el siglo pasado la industria acerera, cervecera y refresquera. Por ello se realiza una evaluación del agua consumida en la industria acerera, cervecera y refresquera empalando el concepto de Huella Hídrica (HH), término utilizado para medir la cantidad de agua que se requiere para tener un producto o servicio en un proceso de fabricación.

En México, el término huella hídrica ha sido empleado en la realización de otros estudios por ejemplo Arreguín (2007), lo utiliza para referirse al volumen total de agua dulce usada para producir los bienes y servicios consumidos por las personas y empresa en el país. Además, señala que el uso eficiente del agua más que un problema de escasez está relacionado con la pobreza.

En la elaboración del estudio se utilizan una variedad de fuentes documentales de información proveniente de diferentes centros de estudios y dependencias gubernamentales, que se sistematizan y organizan para realizar las estimaciones requeridas.

De manera esquemática, el estudio se divide en cuatro secciones adicionales a la presente, la primera aborda el concepto guía de la investigación, la huella hídrica; la segunda trata sobre la metodología; la tercera los resultados y se finaliza con una cuarta sección de conclusiones.

## **La huella hídrica en los estudios del agua**

En el estudio del agua se suelen utilizar dos conceptos agua virtual y huella hídrica, sin embargo, cada uno señala diferentes aspectos, Velázquez (2010):

- El agua virtual es un indicador que suele utilizarse para señalar los requerimientos de agua en los procesos de producción de bienes y servicios al concepto de agua virtual fue definida por Allan (1993, 1994) como el agua “contendida” en un producto entendiendo que no solo como la cantidad física contenida en el producto sino como la cantidad de agua necesaria que ha sido utilizada para generar dicho producto.
- La huella hídrica es un indicador de requerimientos de agua de “consumo” de bienes y servicios de una población. Es el “volumen de agua necesaria para producir bienes y servicios consumidos por los habitantes del país” y lo define como un “indicador de uso de agua en relación al consumo de la población”, además aclara que al hablar de agua virtual y huella hídrica no se utilizan como el mismo indicador uno se utiliza desde la perspectiva de producción y el segundo como perspectiva de consumo (Hoekstra, 2012).

La huella hídrica es un concepto que encuadra desde la visión del desarrollo sostenible, ya que posibilita mapear el consumo en los recursos hídricos incorporando dos elementos adicionales la contaminación y el desarrollo económico. En un mundo actual donde el incremento de la población estimulo a niveles no visto el consumo de agua dulce, a la par que las empresas requieren de grandes cantidades de recursos que deterioran la calidad del medio ambiente, como es el agua utilizada en los procesos de producción industrial.

El estudio de la huella hídrica tiene diferentes vertientes, por ejemplo, Fereres (2017) utiliza el concepto de la huella de agua (WF) como volumen de agua por unidad de alimentos producidos y diferencia según su origen el agua, verde cuando se proviene de precipitaciones y azul si tiene origen en fuentes superficiales o subterráneas.

La evolución de la huella de agua (WFA) en el campo de investigación va en crecimiento rápido como medida multidimensional, al considerar además en los estudios dos conceptos adicionales, las cuencas y la eficiencia tecnológica.

En este estudio se emplea el concepto de huella hídrica al ser el más adecuado para desarrollar la investigación, posibilita realizar estimaciones sobre el consumo de agua a partir de fuentes documentales.

## **Metodología**

Para estimar la huella hídrica en los principales productos iconos de Nuevo León como es la industria cervecera, acerera y refresquera durante el siglo pasado se utilizaron como fuentes de información:

- Tesis de nivel maestría y doctorado de la colección cultural que tiene la UNAM, UANL, POLITECNICO NACIONAL.
- Revistas de divulgación científica nacional e internacional
- información disponible por dependencias gubernamentales y no gubernamentales, INEGI, CONAGUA, la Asociación Nacional de Productores (ANPRAC), entre otros.

Con la información recolectada se estimó la cantidad de agua que se utiliza para la elaboración de los productos que generan las empresas mencionadas. Para ello, en primera instancia se elaboraron dos series de inventarios:

- a) La huella hídrica por producto
- b) El pódium de las 15 empresas más grandes del estado de Nuevo León.

Acto seguido se procedió a delimitar, por una parte, la huella hídrica por rama de actividad industrial con incidencia en el Área Conurbada y Zona Metropolitana de Monterrey (AC-ZMM); y por la otra se procedió a delimitar los municipios que integrarían a la población de la AC-ZMM, tomando como año de referencia y para futuras comparaciones al 2015. Una vez que se tenía clara la ruta metodológica se procedió a elaborar y practicar una serie de análisis de regresiones de las producciones anuales, tanto de acero, como de refresco y cerveza.

Es preciso señalar que este paso fue uno de los que más tiempo de investigación consumió, puesto que los datos históricos en materia de producción de acero, refresco y cerveza del estado de Nuevo León muy no son fáciles de conseguir; sin embargo, la recolecta de información alcanzó para presentar los cálculos de la huella hídrica histórica del estado de Nuevo León.

El cálculo de cada uno de los productos (Cuadro 1) fue tomado considerando el trabajo de varias investigaciones de reconocido prestigio internacional, por ejemplo, para el caso de la huella hídrica de un kg de maíz recurrimos al trabajo de Mekonnen y Hoekstra (2010); para conocer la huella hídrica virtual contenida en un kg de naranja revisamos las estimaciones de Mordini, Nemecek, Gaillard et al. (2009); mientras que para el caso de la huella hídrica del arroz consultamos la obra de Chapagain y Hoekstra (2011).

**Cuadro 1**  
**Huella hídrica por producto**

HUELLA HÍDRICA POR PRODUCTO					
De origen vegetal		Industriales		De origen animal	
1 kg de pan	1600 litros	1 coca cola 500 ml	175 000 ml	200 gr de ternera	3080 litros
1 tostada	100 litros	1/2 litro de coca cola	175 litros	1 kg de carne vacuna	15400 litros
1 café	140 litros	1 ton acero	14 000 litros	1 kg de carne de cerdo	6000 litros
1 jugo naranja	170 litros	2 cervezas	150 litros	1 kg de carne de pollo	4300 litros
100 gr arroz	250 litros	1 hoja de papel	10 litros	100 gr de queso	250 litros
1 naranja	50 litros	1 vaso de vino	120 litros	1 vaso de leche	250 litros
1 ensalada media	117 litros	energía diaria	2540 litros diarios	1 kg de carne de res	1500 litros
1 kg de algodón	10000 litros	1 litro de gasolina	50 litros	2 trozos de tocino	300 litros
1 kg de arroz	3 metros cúbicos	1 par de zapatos	8000 litros	200 kg carne vacuna sin hueso	3100000 litros
1 ton maíz	3 toneladas	1 hamburguesa de carne	1000 litros	1 huevo	196 litros
1 tomate	13 litros	1 vaso de manzana	190 litros	1 kg de carne de res	940 litros
1 papa	25 litros	1 envase de papas fritas	185 litros	250 gr de mantequilla	1387 litros

**Fuente: Elaboración propia.**

Para determinar la huella hídrica de los productos icónicos de la industria acerera, cervecera y refresquera, luego de revisar críticamente varias fuentes, se optó por:

- Trabajar con las estimaciones de Wyness (2011) para el caso del consumo de agua para producir cerveza;
- Con Ercin, Aldaya y Hoekstra (2011) para el calcular el consumo de agua para producir refresco o bebidas carbonatadas y azucaradas;
- El gasto de agua para producir acero se calculó con el método de Horie, Daigo, Matsuno y Adachi (2011).

El área de estudio fue delimitada a sabiendas que existen dos corrientes científicas que buscan explicar los procesos de urbanización contemporáneos: los modelos de densidad de la población y a los modelos basados en el uso de suelo. Sobre este último, se advierte una pujante urbanización difusa o *sprawl* que cada vez hace más difícil la delimitación de zonas urbanas o áreas metropolitanas, donde ahora lo rural ha pasado a constituir pequeños islotes dentro de una urbanización irregular (Arellano y Roca, 2010).

Sin embargo, en la mayoría de los países, aún definen a su población urbana en función de las personas que viven dentro de ciertas fronteras administrativas o municipales, al ser más fácil de

comparar. Todo trabajo de delimitación metropolitana debe delimitar la ciudad a partir de una ciudad central, área metropolitana o una región de planificación amplia que incluya asentamientos subsidiarios, etcétera (Cohen, 2004).

En ese sentido, la delimitación del área metropolitana de Monterrey (AMM) se refiere al espacio geográfico con asentamientos humanos (urbanos, periurbanos y rururbanos) inscritos dentro de una circunferencia, cuyo centro es una ciudad central, en este caso Monterrey, Nuevo León. El resultado puede considerarse como una ciudad-región conformada por 16 municipios, con una población estimada en 4.5 millones de habitantes estimada al año de 2015 (Cuadro 2).

**Cuadro 2**  
**Municipios que integran el AMM**

<b>Municipios que conforman el AC ZMM</b>	
<b>Municipios metropolitanos</b>	<b>Municipios conurbados</b>
Apodaca	Cadereyta Jiménez
General Escobedo	Ciénega de Flores
Guadalupe	Gacía
Juárez	General Zuazua
Monterrey	Pesquería
San Nicolas de los Garza	Salinas Victoria
San Pedro Garza García	Santiago
Santa Catarina	El Carmen

**Fuente: Elaboración propia**

### **Resultados: la huella hídrica histórica de Nuevo León**

En la actualidad el estado de Nuevo León alberga alrededor de 750 empresas medianas, con una planta laboral mayor a 500 empleados, de las cuales, según la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), las empresas de servicios concentran 37% de la población ocupada, mientras la industria manufacturera ocupa al 24% de dicha población; los establecimientos comerciales ocupan al 19% de los trabajadores ocupados y el sector de la construcción ocupa al 9% de la mano de obra en activo; le siguen, en orden decreciente, las empresas dedicadas a los transportes y



comunicaciones, con 7% de la población ocupada; el gobierno ocupa al 2%, mientras que la industria extractiva y de electricidad ocupa menos del 1% (STPS, 2017).

Las empresas manufactureras, que se caracterizan por sus elevados consumos de agua respecto a las demás ramas de actividad, ocupan un lugar destacado dentro de la estructura económica de Nuevo León. Sin embargo, dentro de la rama manufacturera, existen empresas con más de cien años de existencia, tales como Femsa, De Acero, Arca, Cervecería Cuauhtémoc-Moctezuma, entre otras que pueden apreciarse en el Cuadro 3.

**Cuadro 3**  
**Empresas más grandes emplazadas en Monterrey, Nuevo León**

Empresas más grandes de Monterrey (No incluye subsidiarias)				
N°	Empresa	Ventas (USD millardos)	Origen del capital	Conocida por
1	Cemex	140	Nuevo León	Cemex
2	Femsa	31.7	Nuevo León	Coca Cola, Oxxo
3	Alfa	11	Nuevo León	Alestra, Fud
4	Soriana	7.6	Nuevo León	Soriana
5	Ternium	4.9	Argentina	Imsa, Hylsa
6	Banorte	4.2	Nuevo León	Banorte
7	Cerv.Cuauhtémoc-Heineken	4.2	Holanda	Carta Blanca
8	Gruma	3.8	Nuevo León	Maseca
9	Xignux	2.6	Nuevo León	Kir, Zwan
10	De Acero	2.6	Nuevo León	Aceros
11	Arca	2.2	Nuevo León	Coca Cola, Topo Chico
12	Vitro	1.9	Nuevo León	Vidrio templado
13	Celestica	1.8	Nuevo León	Blackberry
14	Villacero	1.2	Nuevo León	Aceros
15	Famsa	1.2	Nuevo León	Muebles

**Fuente: Elaboración propia**

Del total de las empresas enunciadas, en el cuadro anterior el análisis se concentro en tres rubros de la industria manufacturera:

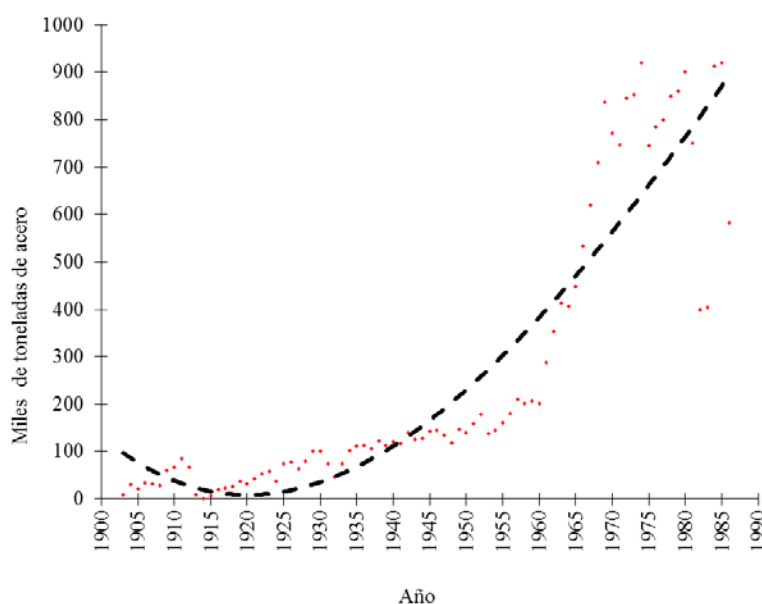
1. Acerera

El caso de la producción histórica de acero en Nuevo León fue difícil de estimar la huella hídrica debido a la falta de fuentes estadísticas oficiales, sobre todo las comprendidas en la década de los años ochenta del pasado siglo XX. Se emplearon varias investigaciones que permitieron realizar los cálculos. Con el trabajo Garza (1988) se reconstruyó más de medio siglo de producción de acero; la producción de los años 1980, 1982 y 1985 se encontró en la investigación de Díaz del

Castillo y Cortés (2008). Asimismo, Correa (1986) arroja un dato de producción de acero en Monterrey del año de 1984. Finalmente, con el Anuario Estadístico de Nuevo León de INEGI (1984; 1988) se obtuvo la producción de acero de los años de 1984 y 1986, respectivamente (Gráfica 1).

**Gráfica 1**

**Producción de acero en Nuevo León de 1903 a 1986**



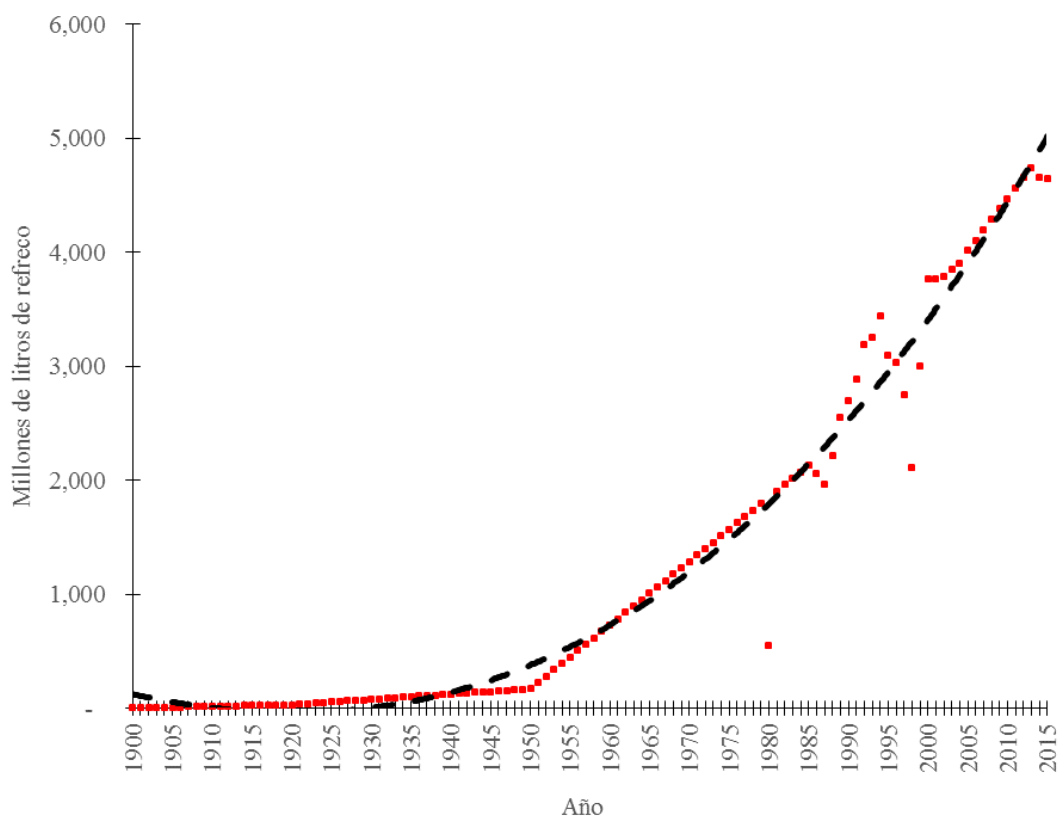
**Fuente: Elaboración propia, con datos de Garza, 1988; Díaz del Castillo y Cortés, 2008; Correa, 1986; INEGI, 1984; 1988.**

## 2. Refresquera

Los datos sobre la producción histórica de refresco en Nuevo León fueron obtenidos de la siguiente forma: para el periodo de 1920 a 1960 se utilizó el trabajo de Toussaint (2012); la producción del periodo de 1990 a 1995 se estimó con la tesis de Meza (2002); para el periodo de 2001 a 2002 recurrimos a Castro (2006); finalmente, para el periodo de 2010 a 2015 se revisaron los datos de ANPRAC (2017). Las regresiones y demás tratamiento estadístico dieron como resultado la Gráfica 2.

## Gráfica 2

### Producción de refresco en Nuevo León de 1900 a 2015



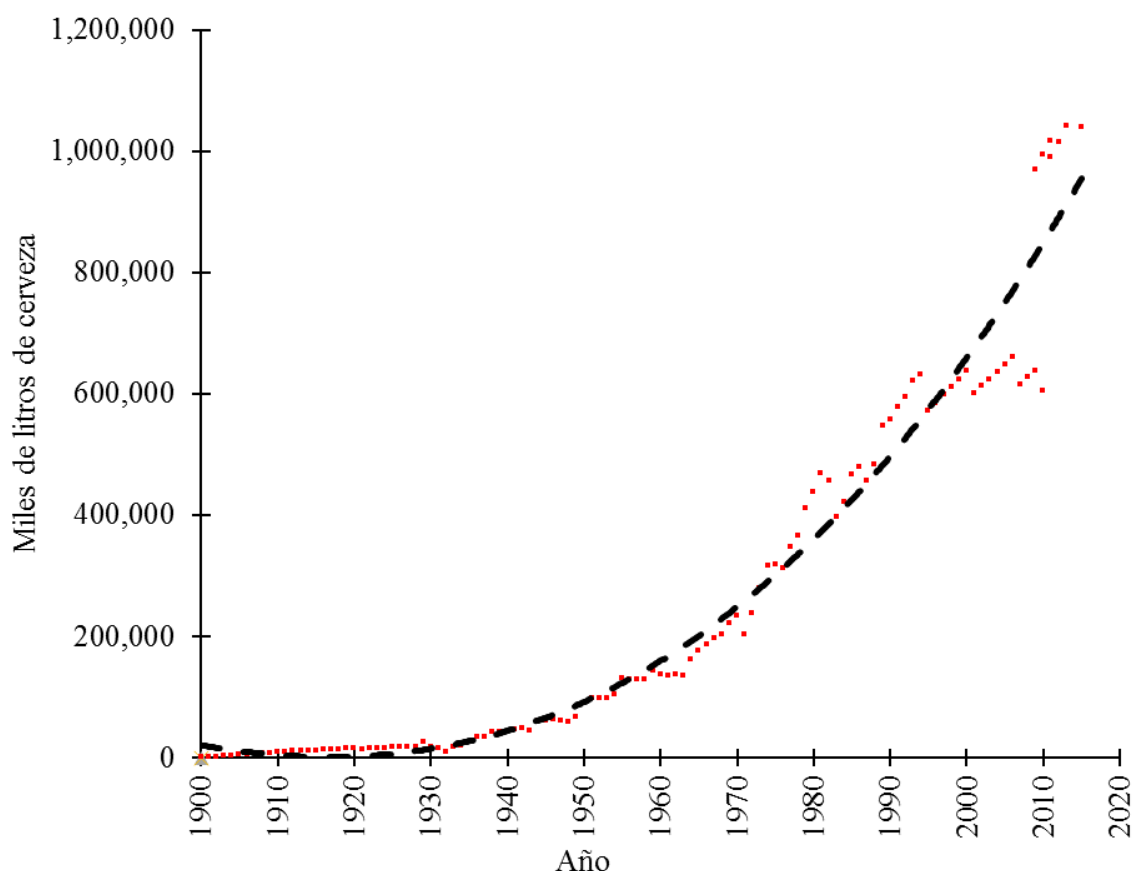
**Fuente:** Elaboración propia, con datos de Toussaint, 2012; Meza, 2002 y Castro, 2006.

### 3. Cerveza

Los datos sobre la producción histórica de litros de cerveza en Nuevo León se estimaron empleando la investigación de Pineda (1963) para el periodo de 1940 a 1960; el año de 1993 fue calculado con el Anuario Estadístico de Nuevo León de INEGI (1984); el periodo final de 1990 a 2003 se realizó tomado como referencia los estudios Dantur (2006) y Rendón y Mejía (2005) (Gráfica 3).

**Gráfica 3**

**Producción de cerveza en Nuevo León, de 1900 a 2015**



**Fuente: Elaboración propia, con datos de Pineda, 1963; INEGI, 1984; Dantur, 2006; Rendón y Mejía, 2005.**

Con base en los tabulados anteriores, donde se estimó el volumen de producción de las empresas industriales a lo largo de cien años, y con base en los consumos virtuales de agua de dichos productos analizados con anterioridad, tenemos que la huella hídrica histórica de las industrias del acero, el refresco y la cerveza para el AC- ZMM, durante el último siglo es la siguiente: acero: 23 km<sup>3</sup> de agua; refresco: 3 km<sup>3</sup> de agua; cerveza: 1 km<sup>3</sup> de agua.

Para tener una idea de tal consumo de agua virtual tenemos que los 23 km<sup>3</sup> de agua que se emplearon para la producción del acero durante un siglo en Monterrey equivalen al abasto de 125 años de consumo de agua de la población de la AMM del año 2015; a su vez, la producción de refresco en un siglo es equivalente al consumo de 18 años de la población de la AMM del año

2015; por último, la producción de cerveza en un siglo es equivalente a 5 años de consumo de agua de la población de la ZMM del año 2015.

### **Conclusión**

Como conclusión, tenemos que la suma total de estas tres industrias (acero, refresco y cerveza), en cuanto a consumo de agua virtual en un siglo equivaldría al agua que una población de 4.5 millones de habitantes consumiría en 148 años, o al consumo de agua que una población de 1 millón de habitantes consumiría en 526 años. En otras palabras, tres empresas en cien años usaron el agua que usaría en medio milenio una ciudad como Toluca, Estado de México. Como vemos, en cualquier caso, es importante reflexionar sobre este hecho, y en la forma y velocidad en que consumimos el agua.

## Bibliografía

- Altvater, E. (2014). *El capital y el capitaloceno*. Mundo Siglo XXI, 9 (33), 5-15.
- Arellano, B. y Roca, J. (2010). El urban sprawl, ¿un fenómeno de alcance planetario? Los ejemplos de México y España. *ACE: Architecture, City and Environment*. 12, 115-148.
- Arreguín Cortés, F., López Pérez, M., Marengo Mogollón, H., & Tejeda González, C. (2007). *Agua virtual en México*.
- Bliss, J. C. y Fischer P. (2011). Toward a Political Ecology of Ecosystem Restoration. In Dave, E. Hjerpe, E. y Abrams, J. (eds.). *Human Dimensions of Ecological Restoration. Integrating Science, Nature and Culture*, Washington: Society for Ecological Restoration.
- Bloomberg Business (2013). *Top 100 Billionaires Wealth Rose to \$2.029 Trillion*. Bloomberg Business (3 de abril de 2013). Documento Recuperado de: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2013-04-03/top-100-billionaires-wealth-rose-to-2-029-trillion-table->
- Castro, G. (2006). *Coca Cola, la historia negra de las aguas negras*. México: Centro de Investigaciones Económicas y Políticas de Acción Comunitaria.
- Chapagain, A. y Hoekstra, A. (2011), The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives. *Ecological Economics*, 70 (4), 749-758.
- Chapman, M., LaValle, A., Furey, G. y Chan, K. M. (2017). Sustainability beyond city limits: can “greener” beef lighten a city’s Ecological Footprint? *Sustainability Science*, 1-14.
- Chávez, R. M., Cifuentes, J. L., Andrade, E., Espinoza, R., Massam, B. H. y Everitt, J. (2008). Huellas ecológicas y sustentabilidad en la costa norte de Jalisco, México. *Teoría y Praxis*, 5, 137-144.
- Chen, Han-Shen. (2015). Using Water Footprints for Examining the Sustainable Development of Science Parks. *Sustainability*. 7. 5521-5541. 10.3390/su7055521.
- Cohen, B. (2004). Urban growth in developing countries: a review of current trends and a caution regarding existing forecasts. *World Development*, 32 (1), 23-51.
- Correa, J. (1986). La liquidación de Fundidora Monterrey y la reconversión industrial. *Cuadernos Políticos* (julio – septiembre), 47), 41-56.
- Dantur, M. (2006). *Estudio de mercado para la organización de una PYME de bases biotecnológicas: cerveza de elaboración artesanal*. (tesis de licenciatura). Universidad de

- Tucumán. Argentina: Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia.
- Díaz del Castillo, F. y Cortés, E. (2008). La industria del acero en México, los últimos 100 años. En 3er IME: *Congreso Científico Tecnológico* (1 al 5 de septiembre de 2008). Cuautitlán, Estado de México.
- Doolittle, A. A. (2010). *Stories and Maps, Images and Archives: Multimethod Approach to the Political Ecology of Native Property Rights and Natural Resource Management in Sabah, Malaysia*. *Environmental Management*, 45 (1), 67–81.
- Ercin, A., Aldaya, M. y Hoekstra, A. (2011). Corporate water footprint accounting and impact assessment: the case of the water footprint of a sugar-containing carbonated beverage. *Water Resources Management*, 25 (2), 721-741.
- ETC (2008), *¿De quién es la naturaleza?* Canadá: Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración.
- Fereres, E., Villalobos, F. J., Orgaz, F., Mínguez, M. I., Van Halsema, G. y Perry, C. J. (2017). *Commentary: On the water footprint as an indicator of water use in food production*.
- Garza, V. (1988). *Historia económica de Fundidora Monterrey*. (tesis de licenciatura). México: Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Gómez, J. (2001). Las empresas multinacionales en la agricultura. *América Latina en Movimiento* (7 de octubre de 2001). Documento Recuperado de: <http://www.alainet.org/es/active/1343>
- Guerrero, E. M. y Guiñirgo, F. (2008). Indicador espacial del metabolismo urbano. Huella ecológica de la ciudad de Tandil, Argentina. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 9, 31-44.
- Horie, S., Daigo, I., Matsuno, Y. y Adachi, Y. (2011). Comparison of Water Footprint for Industrial Products in Japan, China and USA. In Finkbeiner, M. (eds.) *Towards Life Cycle Sustainability Management*. Springerlink, Dordrecht.
- Hoekstra, A. Y., & Chapagain, A. K. (2006). Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. In *Integrated assessment of water resources and global change* (pp. 35-48). Springer, Dordrecht.
- Hoekstra, A., & Mekonnen, M. (2012). La huella hídrica de la humanidad. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*, 109(9), 3232-3237.
- Huber, J. (1986). *La inocencia perdida de la ecología*. Buenos Aires: Abril.

- IMS (2011). Developing countries challenging established order of top meat companies. *News Letter (International Meat Secretariat)*, 482 (15 de noviembre de 2011).
- Mekonnen, M. y Hoekstra, A. (2010). *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products*. Netherlands: UNESCO-IHE Institute for Water Education.
- Meza, C. (2002). *Investigación del mercado de la industria refresquera en México y sus factores de éxito*. México: (tesis de maestría). México: Facultad de Contaduría Pública y Administración, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Minch, M. (2011). Political Ecology”, in Chatterjee, D. (ed.) (2011). *Encyclopedia of Global Justice*. pp. 863-865. Berlín: Springer Science y Business Media.
- Mordini, M., Nemecek, T., Gaillard, G., Bouman, I., Campina, R. F., Brovelli, E. y Thomas, N. G. (2009). *Carbon y Water Footprint of Orange and Strawberries*. Zurich: Federal Department of Economic Affairs.
- Muñiz, I., Rojas, C., Busuldu, C., García, A., Filipe, M. y Quintana, M. (2016). Forma urbana y huella ecológica en el Área Metropolitana de Concepción (Chile). *EURE (Santiago)*, 42 (127), 209-230.
- Natter, W. y Zierhofer, W. (2002). Political ecology, territoriality and scale. *GeoJournal*, 58 (4), 225-231.
- Pineda, H. (1963). *La industria cervecera en México*. (tesis de licenciatura). México: Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Porro, R. (2005). Palms, Pastures and Swidden Fields: The Grounded Political Ecology of Agroextractive/Shifting-cultivator Peasants. In Maranhão, Brazil. *Human Ecology*, 33 (1), 17-56.
- PWC (2013). *Global Forest, Paper y Packaging Industry Survey 2013 edition survey of 2012 results*. Canadá: PricewaterhouseCoopers.
- Recuperado de: <https://www.iagua.es/noticias/espana/aquafides/16/04/28/que-es-huella-hidricapara-que-sirve>
- Rendón, L. y Mejía, P. (2005). Comercio exterior y fluctuaciones cíclicas en la producción de cerveza en México. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 5 (2), 81-110.
- Richter, A. (2006). *Seafood industry report USA*. Islandia: Glitnir.
- Riveros, M. (2011). *Grandes ONG ambientalistas manejan más de US\$1.000 millones para actuar*



- en el mundo. *Economía y Negocios* (Jueves 26 de mayo de 2011). Documento Recuperado de: <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=85033>
- Saunders, A. (2013). Top 75 global cement companies, *Global Cement Magazine*. Documento Recuperado de: <http://www.globalcement.com/maga-zine/articles/822-top-75-globalcementcompany>
- Say, L. (dir.) (2013). *El mundo, ¿cuánto vale?* [documental] Nueva York: History Channel.
- Simsik, M. J. (2002). The political ecology of biodiversity conservation on the Malagasy Highlands. *GeoJournal*, 58 (4), 233-242.
- Snyder, P. K., C. Delire y J. A. Foley (2004), Evaluating the influence of different vegetation biomes on the global climate, *Climate Dynamics*, 23, (3-4), 279-302.
- STPS (2017). Nuevo León información laboral julio 2017. México: Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Tao, Z. ChuiXiang Y. Bakwin, P. y Zhu, L. (2008). Links between global CO2 variability and climate anomalies of biomes, *Science in China Series D: Earth Sciences*, 51, (5), 740-747.
- The World Factbook (2013). Crude oil-production is the total amount of crude oil produced, in barrels per day (bbl/day). Recuperado de: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2241rank.html>
- Toussaint, L. (2012). Panoramas de la industria: problemáticas y consejos. *En Food Technology Summit and Expo México, D.F.* (26 y 27 de septiembre de 2012).
- Velázquez, E. (2010). *Agua virtual, huella hídrica y el binomio agua-energía: repensando los conceptos*. Sevilla. Tomado de: [http://archivo.ecodes.org/pages/especial/agua2009/e\\_velazquez.pdf](http://archivo.ecodes.org/pages/especial/agua2009/e_velazquez.pdf), consulta de Abril de 2010.
- Wyness, A. J. (2011). Water footprinting: a tool to develop and manage water stewardship for business. In *Security of Industrial Water Supply and Management* (pp. 69-82). Springerlink: Dordrecht.