



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ECONOMIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
PROGRAMA UNICO DE ESPECIALIZACION

**EFFECTOS DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA
DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA
PREVALENCIA DE ENFERMEDADES DE
TIPO HÍDRICO.**

ENSAYO QUE PRESENTA:

CATALINA FERAT TOSCANO

PARA OBTENER EL GRADO DE

ESPECIALISTA EN ECONOMIA AMBIENTAL Y ECOLOGICA



TUTOR: DR. HÉCTOR MANUEL BRAVO PÉREZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO DE 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mis padres

En donde quiera que se encuentren.

Agradecimientos

Al Dr. Héctor Manuel Bravo Pérez, por la dirección en la realización de este trabajo.

Al Dr. Daniel Revollo Fernández y a la Mtra. Karina Caballero Güendulain por la dirección y comentarios en la realización del modelo.

Y al Dr. Jorge Carrera Bolaños, por sus sugerencias y comentarios al documento.

INDICE	Página
Introducción	
1. Planteamiento general del problema y su contexto	5
1.1. Introducción y aspectos generales.	5
1.2. Ubicación y presentación del problema.	6
2. Hipótesis y restricciones sobre las que se opera.	8
Capítulo 1 Recurso Agua. Disponibilidad e Infraestructura.	
1.1 Generalidades	10
1.2 Índice de Rezago Social	12
1.3 Infraestructura Hidráulica	14
Capítulo 2 Agua y Enfermedades Hídricas	
2.1 Generalidad	19
2.2 Enfermedades hídricas.	19
2.3 Clasificación OMS	23
2.4 Importancia del recurso agua y su repercusión en la población.	24
Capítulo 3 Modelo Econométrico	
3.1 Especificaciones del modelo	26
3.2 Fuentes de información	31
3.3 Manejo de la Información	32
3.4 Criterios de selección	32
3.5 Variables empleadas	33
4. Resultados	
4.1 Por entidades federativas.	34
4.2 Análisis con respecto a las XIII Regiones Administrativas CONAGUA	38
5. Conclusiones y Recomendaciones	
5.1. Introducción	41
5.2. Resultados	41
5.3. Conclusiones.	42
Bibliografía	43

Introducción

1. Planteamiento general del problema y su contexto

1.1. Introducción y aspectos generales.

Las relaciones entre los seres humanos y el agua son de múltiples tipos. En este trabajo se hace un estudio de aspectos de salud pública, concretados en información estadística y geográfica, bajo una perspectiva tendiente al desarrollo de herramientas econométricas.

El problema concreto son las relaciones entre la infraestructura hidráulica y su manejo con problemas de salud vinculados a la contaminación por microorganismos del agua disponible por la población. Como se planteará con mayor rigor en la siguiente sección, se trata de establecer formalmente los vínculos entre ambos aspectos, infraestructura y su manejo por un lado y enfermedades infecciosas por el otro, de manera que se pueda llegar a elaborar un modelo econométrico que permitiese optimizar el manejo de los recursos teniendo como función objetivo mejorar los parámetros económicos y de salud que implique a su vez una mejora en las condiciones de salud de poblaciones en contextos geográficos delimitados.

En esta investigación concreta, debido al nivel requerido y a los tiempos a cumplir, no se planteó como objetivo realista obtener un modelo terminado y listo para ser utilizado. Lo que si se plantea es dar pasos significativos hacia el establecimiento de relaciones cuantitativas, en principio estadísticas, que permitan, en su debido momento, proseguir con esta investigación.

El modelo a desarrollar es el implícitamente expresado mediante la paquetería *eviews*[®], software con el cual se procedió a llevar a cabo el análisis de datos.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de datos relacionados con la problemática.
- El análisis estadístico permitió ya detectar interesantes relaciones cuantitativas y concretas con relevancia económica entre los aspectos mencionados.
- De manera no esperada pero eficiente en ciertos casos, el análisis permitió detectar incongruencias entre fuentes estadísticas. Este aspecto, sin embargo, no se comenta, sólo se señala en un par de ocasiones.
- Se dieron pasos significativos hacia la determinación de los parámetros y datos que aún deben ser estudiados para poder llegar a un modelo econométrico satisfactorio y útil en la toma de decisiones.

1.2. Ubicación y presentación del problema.

El desarrollo tecnológico que caracterizó al siglo XX trajo como consecuencias un desarrollo y crecimiento económico con elevadas tasas, presentándose de manera colateral un deterioro continuo del medio ambiente con resultados adversos en los ecosistemas. Los recursos que parecían inagotables se convirtieron en escasos, y el agua es uno de ellos.

Hoy en día este recurso se ha transformado en un bien económico, que cuesta y que está regulado por el Estado. Además de ser un bien que interviene en la producción, es también un bien de consumo cuya administración es uno de los mayores problemas ambientales representando elevados costos económicos.

En México, la disponibilidad del recurso está en relación inversa con las zonas de crecimiento poblacional y desarrollo industrial. En la parte norte del país, la zona más árida a semiárida, se encuentran las ciudades de mayor tamaño con las concentraciones de mayor actividad industrial y agrícola, y sin embargo, estas regiones son las que presentan mayor escasez del recurso, por lo que el agua subterránea es su principal fuente de abastecimiento.

Actualmente 100 de los 653 acuíferos¹ del territorio nacional, se encuentran sobreexplotados y representan el 50% de la extracción del agua subterránea en el país, hecho que pone al país en crisis de este líquido, y esto se debe a que no es solamente la cantidad sino la calidad y accesibilidad del recurso lo que plantea el problema de escasez económica.

El agua que procede de fuentes superficiales es objeto, día a día, de una severa contaminación, producto de las actividades del hombre.

Durante todo el ciclo de vida del recurso puede verse afectado por descargas aisladas o por una contaminación generalizada, ya sea de tipo industrial, urbana o agrícola, que reducen la calidad del recurso y la hace inadecuada para su uso.

El riesgo asociado a corto plazo son los que provienen de la contaminación del agua por elementos químicos o microbiológicos que pueden suscitar trastornos a la salud humana en un período que va desde unas pocas horas hasta varias semanas después de la ingestión. Alimentos contaminados o un

¹ Estadísticas del Agua en México, edición 2011.

vaso de agua contaminada pueden causar síntomas cuya gravedad depende de la vulnerabilidad del consumidor y/o de la naturaleza del agente de infección

Enfermedades diarreicas como el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la hepatitis A, son ejemplos de enfermedades que puede transmitir el agua contaminada.

Los principales afectados son los niños, debido a que su nutrición está basada principalmente en alimentos complementados con agua, le siguen las mujeres embarazadas, los ancianos, así como pacientes que sufren de ciertas enfermedades, que se encuentran en condiciones de vulnerabilidad.

Los microorganismos que causan enfermedades pueden tener múltiples orígenes y ser transmitidos por portadores saludables (los que no presentan síntomas), los excretados por pacientes enfermos; o los "mantenidos" en instalaciones con saneamiento deficiente.

Es por ello que se considera el acceso al agua potable fundamental para la salud, uno de los derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud.²

El derecho humano a la salud está estrechamente vinculado al derecho al agua segura, aceptable, físicamente accesible y económicamente asequible.

El agua, el saneamiento y la higiene deben ser vistos desde los ámbitos nacional, regional y local ya que se ha comprobado que las inversiones en sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento pueden ser rentables desde un punto de vista económico. La disminución de los efectos adversos para la salud y la consiguiente reducción de los costos de asistencia sanitaria es superior al costo de las intervenciones.

Lo anterior es válido para diversos tipos de inversiones, que van desde las grandes infraestructuras de abastecimiento de agua al tratamiento del agua en los hogares. La experiencia ha demostrado asimismo que las medidas destinadas a mejorar el acceso al agua potable favorecen en particular a los pobres, tanto de zonas rurales como urbanas, y pueden ser un componente eficaz de las estrategias de mitigación de la pobreza.

Es por ello que en el Programa Nacional Hídrico 2007-2012, en su Objetivo 2, se planteó "incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento", y a través de la estrategia "tratar las aguas residuales generadas y fomentar su reúso e intercambio estableciéndose como meta para 2012 alcanzar el 60% del tratamiento de las aguas residuales colectadas.

² Guías para la calidad del agua potable (2006)

2. Hipótesis y restricciones sobre las que se opera

La hipótesis básica de este trabajo es la siguiente:

Hipótesis 0. Dada una cierta infraestructura hidráulica en una región geográfica y/o económica delimitada, la implantación de medidas para mejorar el suministro de agua y su saneamiento implica una disminución en la ocurrencia de enfermedades infecciosas intestinales.

Notas

1. La hipótesis puede, quizá deba, generalizarse a las llamadas “enfermedades hídricas”, o sea todas aquellas cuyos vectores, del tipo que sean, tienen que ver con problemas en la calidad del agua. Estas se encuentran contenidas, entre otras, en la clasificación de “Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias (A00-B99)” e incluyen específicamente a las de tipo intestinal que son las del subgrupo “Enfermedades infecciosas intestinales (A00-A09)”. Ambos grupos han sido utilizados para el análisis.

2. A pesar de su aparente obviedad, la Hipótesis debe ser verificada, tanto por la necesaria confirmación que toda afirmación sería requiere, como por la posibilidad de expresar esa relación en términos cuantitativos que permitan entender mejor el proceso y ser utilizados de manera concreta en la toma de decisiones.

Objetivos principales

1. Verificar la Hipótesis y emplear esa verificación para identificar los parámetros (fundamentales al menos) que definen el problema y tratar de establecer relaciones cuantitativas entre ellos.

2. Utilizando los conocimientos adquiridos y la información disponible, establecer un modelo econométrico de la relación entre ciertas medidas de saneamiento y disponibilidad de recursos hidráulicos que permita por un lado seguir refinando y adecuando las relaciones propuestas en la Hipótesis y por otro que pueda ser empleado en la toma de decisiones desde el punto de vista económico.

Objetivos específicos

- Determinar las variables que tengan mayor relación entre la infraestructura hidráulica y las “Enfermedades Intestinales Infecciosas (A00-09) y “Ciertas Enfermedades Infecciosas y Parasitarias (A00-B99)
- Obtención de los datos y arreglo de la información para ser utilizada en el modelo.
- Utilización de un software utilizado en econometría (eviews) para la obtención del modelo.
- Análisis de la información

El trabajo está dividido en cinco capítulos:

El primero, hacer referencia de forma general al recurso agua, disponibilidad e infraestructura hidráulica.

El capítulo dos, está relacionado con las enfermedades de tipo hídrico, sus generalidades y su clasificación.

El capítulo tres, es la metodología realizada para la obtención del modelo. Bases de datos y arreglo de los mismos.

El capítulo cuatro son los resultados y el análisis de los mismos.

Y finalmente el capítulo cinco, las conclusiones del trabajo realizado

Capítulo 1 Recurso Agua. Disponibilidad e Infraestructura.

1.1 Generalidades

La extensión territorial de los Estados Unidos Mexicanos comprende 1.964 millones de km², de los cuales 1.959 millones de km² corresponden a la superficie continental y el resto a las áreas insulares. Dos terceras partes del territorio se consideran áridas o semiáridas, con precipitaciones anuales menores a los 500 mm, mientras que el sureste es húmedo con precipitaciones promedio que superan los 2,000 mm por año. En la mayor parte del territorio la lluvia es más intensa en verano, principalmente la de tipo torrencial.

México está conformado por 31 estados y un Distrito Federal, constituidos por 2,440 municipios y 16 delegaciones respectivamente³. A partir de mediados del siglo XX, la población muestra una marcada tendencia a abandonar las pequeñas localidades rurales y concentrarse en las zonas urbana, habitando en 2010, el 53.2% de la población en cotas superiores a los 1,500 metros sobre el nivel del mar.

La población rural pasó del 57.3% en 1950 al 23.2% en 2010, por lo que la población urbana era de alrededor de 86 millones, lo cual equivale a poco más de tres cuartas partes de la población del país. El proceso de concentración de la población en las localidades urbanas ha dado como resultado su acelerado crecimiento, lo que ha implicado fuertes presiones sobre el medio ambiente y las instituciones, derivadas de la demanda incrementada de servicios, entre ellos de agua.

El país se ha dividido en 13 regiones hidrológico-administrativas, formadas por cuencas (unidades básicas de gestión de los recursos hídricos), cuyos límites respetan los municipales, para facilitar la administración e integración de la información socioeconómica⁴.

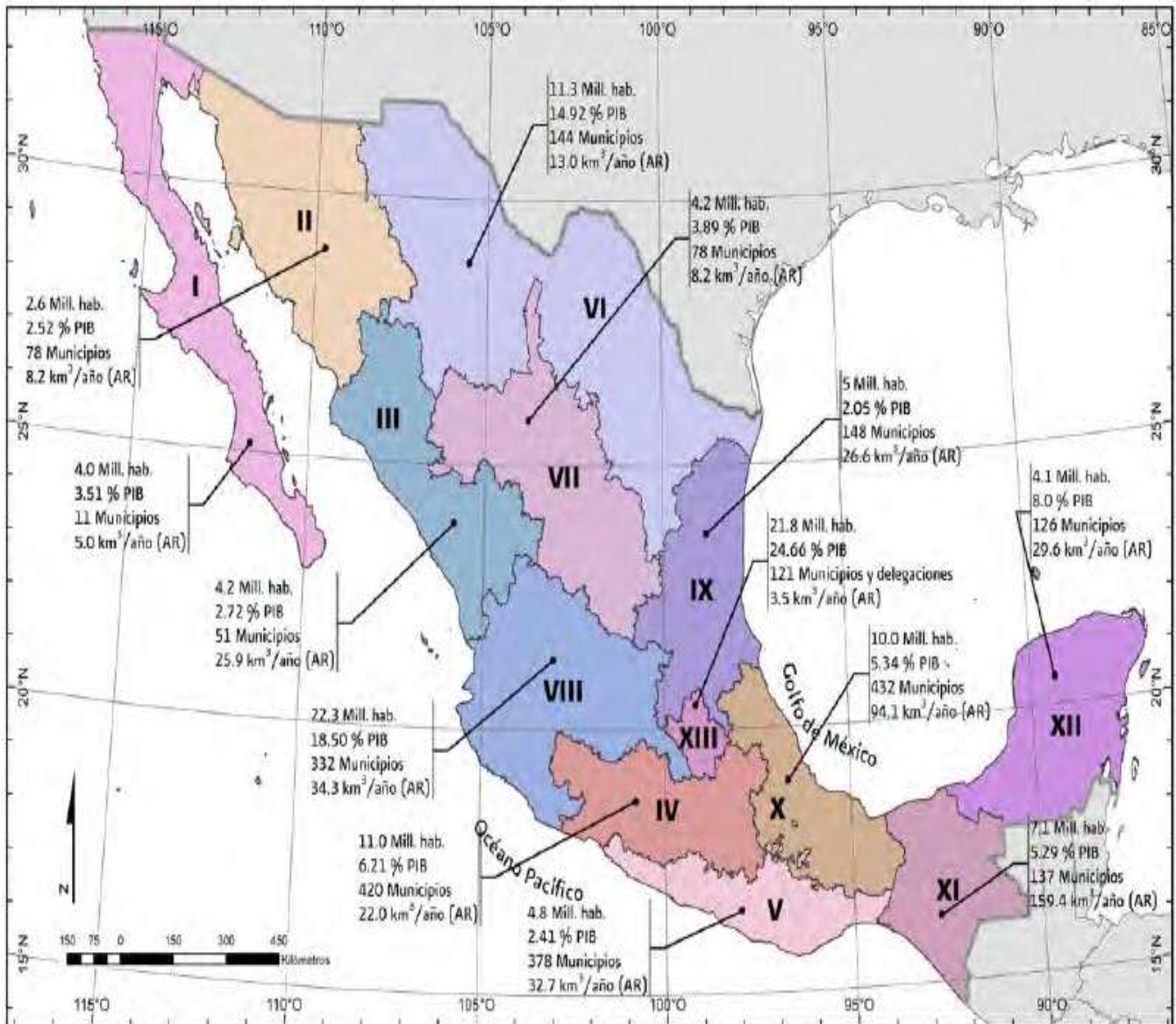
La CONAGUA, órgano administrativo, normativo, técnico y consultivo encargado de la gestión del agua en México, desempeña sus funciones a través de estos 13 organismos de cuenca, cuyo ámbito de competencia son las regiones hidrológico-administrativas.

Relacionando la precipitación anual con el número de habitantes así como su contribución al Producto Interno Bruto, el mapa # 1 muestra las 13 regiones administrativas integrando esta información con la disponibilidad de agua.

³ INEGI. Catálogo de Claves de Entidades Federativas, Municipios y Localidades. 2009.

⁴ CONAGUA (2012) "Estadísticas del agua en México, edición 2011.

Mapa # 1: Contraste regional entre el desarrollo y la disponibilidad del agua



FUENTE: Conagua. Subdirección General de Programación. Elaborado a partir de los datos de: Censo de población y vivienda 2010, INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad federativa 2006-2010, base 2003, INEGI y Subdirección General Técnica, Conagua 2012

De acuerdo con las estimaciones del Consejo Nacional de Población (Conapo), entre 2010 y 2030, la población del país se incrementará en alrededor de 8 millones de personas. Además, para 2030 aproximadamente el 81% de la población total se asentará en localidades urbanas y se calcula que el 70% del crecimiento poblacional ocurrirá en las regiones hidrológico-administrativas de Lerma-Santiago-Pacífico, Aguas del Valle de México, Río Bravo y Península de Baja California. En cambio, las regiones Pacífico Norte y Pacífico Sur experimentarán una disminución de su población, como puede observarse en la tabla #1.

Tabla#1: Población en los años 2010 y 2030, por Regiones Hidrológicas – Administrativas
(Miles de habitantes).

No.	Región Hidrológica Administrativa	Población		Incremento de población esperado al año 2030
		Año 2010	Año 2030	
I	Península de Baja California	4,017	5,915	1,898
II	Noroeste	2,604	2,910	306
III	Pacífico Norte	4,198	3,795	-404
IV	Balsas	11,067	11,127	60
V	Pacífico Sur	4,796	4,022	-775
VI	Río Bravo	11,382	13,252	1,869
VII	Cuencas Centrales del Norte	4,271	4,568	297
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	22,487	23,512	1,025
IX	Golfo Norte	5,018	5,099	81
X	Golfo Centro	10,064	9,925	-139
XI	Frontera Sur	7,118	7,498	380
XII	Península de Yucatán	4,146	5,807	1,661
XIII	Aguas del Valle de México	21,943	23,673	1,730
Total		113,114	121,104	7,990

Nota: los datos de población son interpolados al 31 de diciembre de cada año.

Fuente: INEGI. Censo de población 200. Conapo. Proyecciones de la población de México 2005-2050. México, 2007.

1.2 Índice de Rezago Social

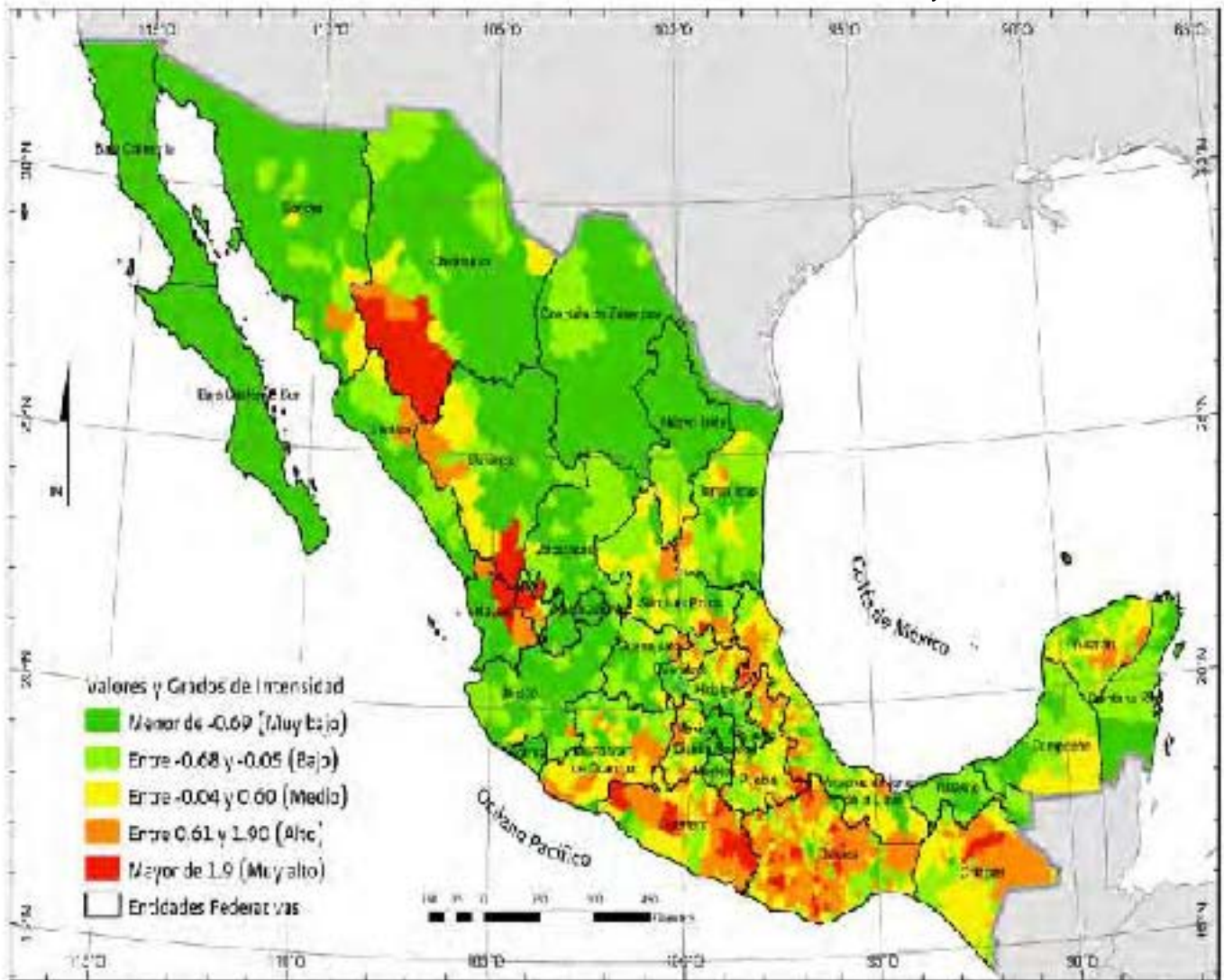
El índice de rezago social considera el carácter multidimensional de la pobreza.

Incorpora aspectos de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda y activos en el hogar.

De acuerdo con el valor del índice de rezago social, calculado por Coneval a partir del XII Censo de Población y Vivienda 2010, se determina el grado de rezago social, el cual puede ser muy bajo, bajo, medio, alto o muy alto; así como en tres niveles de agregación geográfica: estatal, municipal y local.

Mapa#2: Índice de rezago social municipal 2010

FUENTE: CONEVAL. Estimaciones de CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.



De los 2,440 municipios y 16 delegaciones del Distrito Federal del país, en 2010, 113 municipios presentaban muy alto grado de rezago social y en estos residían 1.44 millones de habitantes ubicados principalmente en los estados de Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Oaxaca y Veracruz. En los 495 municipios de alto grado de rezago social residían 6.1 millones de habitantes, mientras que en los 490 municipios de medio grado de rezago social, en 2010, habitaban 8.7 millones de personas.

Como puede observar en el mapa 2, los municipios con muy alto, alto, y medio grado de rezago social se ubican en la región noroccidental del país, siguiendo un patrón espacial coincidente con la Sierra Madre Occidental, así como en la región sur del país, en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

1.3 Infraestructura Hidráulica

Dentro de la infraestructura hidráulica con la que cuenta el país para proporcionar el agua requerida para los diferentes usuarios nacionales, destaca la siguiente:

- 4,462 presas y bordos de almacenamiento.
- 6.50 millones de hectáreas con riego.
- 2.9 millones de hectáreas con temporal tecnificado.
- 631 plantas potabilizadoras en operación.
- 2,029 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación.
- 2,186 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación.
- 3,000 km de acueductos.

1.3.1 Presas y Bordos

Existen más de 4,462 presas y bordos en México, de las cuales 667 están clasificadas como grandes presas, de acuerdo a la Comisión Internacional de Grandes Presas. Con Respecto a los bordos se tiene un registro incompleto, para 2009, se tenían registrados 1,085 bordos, la mayoría de terracería.

La capacidad de almacenamiento de las presas del país es de aproximadamente 150 mil millones de m³ y el volumen que es almacenado anualmente depende de la precipitación y los escurrimientos en las distintas regiones del país, así como de las políticas de operación de las presas, determinados por sus objetivos tanto de abastecimiento a los diversos usos como de control de avenidas.

1.3.2 Infraestructura hidroagrícola

En México, el área con infraestructura que permite el riego es de aproximadamente 6.5 millones de hectáreas, de las cuales 3.5 millones corresponden a 85 distritos de riego (FR), y las restantes 3.0 millones de hectáreas a más de 39 mil unidades de riego (UR).

Los DR y UR fueron diseñados para la aplicación del agua por gravedad en las parcelas. En muchos casos sólo se construyeron las redes de canales y drenes principales, quedando las obras parcelarias a cargo de los usuarios. Esto, sumado al deterioro de la infraestructura, acumulado en varias décadas por la insuficiencia de recursos económicos destinados a su conservación y mejoramiento, propiciaron una baja en la eficiencia global en el manejo del agua.

1.3.2 Infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

En la actualidad el 77% de la población nacional vive en localidades urbanas y la tendencia es que cada vez un número mayor de población habite en núcleos urbanos⁵.

⁵ Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Edición 2011. CONAGUA

Esta concentración de población se da en asentamientos urbanos marginales que se caracterizan por ser irregulares, que dado su rápido proceso de expansión en superficies con condiciones orográficas poco favorables no se pueden considerar sostenibles si no se les garantiza un acceso confiable al agua potable y un saneamiento adecuado.

Aun cuando la cobertura de suministro de agua y saneamiento ha aumentado en los últimos años, la concentración de la población urbana nacional en este tipo de asentamientos marginales pone en riesgo estos resultados.

Son dos los factores en materia de agua que afectan la sostenibilidad de los asentamientos urbanos: la falta de acceso a agua potable y a saneamiento; y el aumento de desastres relacionados con el agua como inundaciones y sequías, problemas que conllevan serias consecuencias para la salud, el bienestar y la seguridad de la población y para el medio ambiente, entre otros.

Durante el periodo 2000-2011 el agua suministrada y desinfectada para consumo humano pasó de 94.4% a 97.6% y la cobertura de tratamiento de aguas residuales pasó de 23% a 46.5%; la meta propuesta para el final de sexenio pasado consistió en desinfectar el 98% de las aguas suministradas y tratar el 60% del total de las aguas residuales recolectadas en los sistemas de alcantarillado municipales.

Para lograr estos objetivos, el Gobierno Federal, a través de la Conagua, promovió la rehabilitación y ampliación de la infraestructura existente, y la construcción de nuevas plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales en todo el país; asimismo, promovió el establecimiento de instrumentos económicos, fiscales y financieros, que apoyen las acciones que requieren los prestadores de servicios. Entre ellos se encuentran: el Programa de Agua Limpia (PAL). Destinado a la desinfección del agua para consumo humano y el Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU).

a) Plantas Potabilizadoras:

El Gobierno Federal promovió y apoyo la construcción, rehabilitación y ampliación de plantas potabilizadoras para abastecer a la población nacional de agua de buena calidad, evitando con ello la proliferación de enfermedades infecciosas intestinales que afectan sobre todo a la población infantil.

La Conagua considera que la cobertura de agua potable incluye a las personas que tienen agua entubada dentro de la vivienda; fuera de la vivienda, pero dentro del terreno; de la llave pública; o bien de otra vivienda.

Los habitantes con cobertura no necesariamente disponen de agua con calidad para consumo humano y las plantas potabilizadoras municipales condicionan la calidad del agua de las fuentes superficiales y/o subterráneas al uso público urbano.

Tomando en cuenta lo anterior y los resultados del Censo de Población y Vivienda del 2005, al 17 de octubre de ese año, el 89.2% de la población tenía cobertura de agua potable. La Conagua estima que al cierre de 2009, la cobertura de agua potable fue de 90.7%, desglosándose en 94.3% de cobertura en zonas urbanas y 78.6% en zonas rurales

Al 31 de diciembre de 2011 el inventario de plantas potabilizadoras registra la existencia de 653 plantas en operación, con una capacidad instalada de 134.5 m³/s, que procesan y potabilizan un caudal de 94.6 m³/s, principalmente de aguas superficiales. De los 329.5 m³/s de agua suministrada a nivel nacional, se estima que 205 m³/s, que representan el 62%, provienen de fuentes subterráneas; los 124.5 m³/s restantes se obtienen de fuentes superficiales, de los cuales se procesan para su potabilización, 85.7 m³/s (69%).

b) Alcantarillado

La Conagua considera que la cobertura de alcantarillado incluye a las personas que tienen conexión a la red de alcantarillado o una fosa séptica, o bien a un desagüe, a una barranca, grieta, lago o mar. Se considera alcantarillado y drenaje como sinónimos. Tomando en cuenta esta definición y los resultados del Censo de Población y Vivienda del 2005, al 17 de octubre de ese año el 85.6% de la población tenía cobertura de alcantarillado.

La Conagua estima que al cierre de 2009, la cobertura de alcantarillado fue de 86.8%, compuesta de 93.9% de cobertura en zonas urbanas y 63.2% en zonas rurales.

c) Desinfección del agua

A través del Programa Agua Limpia (PAL) se llevaron a cabo mayores acciones para asegurar a la población acceso a agua de calidad bacteriológicamente apta para el uso y consumo humano.

La cobertura de agua desinfectada de 97.6%, superior en 0.2% a la registrada el año anterior, significa que se desinfectan a nivel nacional 321.5 m³/s, 0.8 m³/s más que en 2010.

d) Tratamiento de aguas residuales

En la medida que la población nacional se ha incrementado, el consumo de agua lo ha hecho y, por consecuencia también lo ha sido la generación del volumen de aguas residuales.

Las actividades doméstica, industrial y agrícola, encaminadas a satisfacer las necesidades de la sociedad al generar desechos diversos, son las fuentes de contaminación de ríos, canales y lagos, traducándose en la desaparición de la vegetación natural, así como en la muerte de peces y demás animales acuáticos.

Ante esta problemática cada vez mayor, el saneamiento de las aguas residuales adquiere más importancia para asegurar su recolección, transporte, tratamiento y adecuada disposición en los cuerpos receptores, en condiciones que no perjudiquen al medio ambiente y la salud de la población. A fin de lograr lo anterior, las actividades deben traducirse en acciones concretas como la construcción, ampliación o modificación de las plantas de tratamiento, limitando las descargas directas a los cuerpos receptores naturales.

Las descargas de aguas residuales se clasifican en municipales e industriales. Las primeras corresponden a las que son manejadas en los sistemas de alcantarillado municipales urbanos y rurales, en tanto que las segundas son aquellas descargadas directamente a los cuerpos receptores de propiedad nacional, como es el caso de la industria autoabastecida.

La construcción y operación de un mayor número de plantas de tratamiento permite generar un mayor volumen de agua tratada que se puede destinar para abastecer la demanda de sectores como el agrícola y el industrial, liberando importantes volúmenes de agua de primer uso para el consumo de la población nacional.

El darle tratamiento a un mayor volumen de aguas residuales también nos permite reducir la incidencia de enfermedades de origen hídrico, contribuyendo a crear y fortalecer un medio armónico de convivencia entre la población y la naturaleza.

Con respecto a las plantas de tratamiento municipales, a diciembre de 2011 existen en el país 2 289 plantas en operación formal, 103 más que en el ejercicio anterior, con una capacidad total instalada de 137.1 m³/s.

Las 2 289 plantas en operación procesan un caudal de 97.6 m³/s, equivalente al 46.5% del total de las aguas residuales colectadas en los sistemas formales de alcantarillado municipales, estimado en 210 m³/s.

De las plantas en operación incorporadas al inventario, destacan 64 instalaciones nuevas, con una capacidad instalada de 4.5 m³/s y 2.7 m³/s en operación, más 4 plantas de tratamiento rehabilitadas y

ampliadas, que constituyen una capacidad de tratamiento adicional de 782 l/s. Además, se ampliaron cinco plantas que adicionaron una capacidad instalada de 3 143 l/s.

Con la puesta en operación de más plantas depuradoras, la cobertura de *tratamiento de aguas residuales también se ha incrementado*. Del año 2000 al 2011 la cobertura de tratamiento de aguas residuales se duplicó, lo que significa que en 11 años se construyó infraestructura de tratamiento para un caudal adicional mayor que el construido en toda la historia de nuestro país.

1.3.4 Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU)

El programa tiene como propósito apoyar, principalmente, a las entidades prestadoras de servicios de localidades mayores de 2 500 habitantes, con la finalidad de llevar a cabo la planeación, construcción y rehabilitación de obras de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, además de acciones de mejoramiento de eficiencia que permitan atender a un mayor número de habitantes con los servicios e incidir en el mejoramiento de los mismos.

Capítulo 2 Agua y Enfermedades Hídricas

2.1 Generalidades

El agua no sólo es parte esencial de nuestra propia naturaleza física y la de los demás seres vivos, también contribuye al desarrollo general en todas las actividades humanas. Se utiliza principalmente como elemento indispensable en la dieta de todo ser vivo y es uno de los pocos elementos sin los cuales no podría mantenerse la vida.

El líquido vital ofrece grandes beneficios al hombre, pero a la vez puede ser un transmisor de enfermedades. La inadecuada disposición de excretas y alcantarillado contamina el agua potable, originando numerosas enfermedades diarreicas y gastroentéricas.⁶ Esta situación se ve agravada por el bajo volumen de tratamiento que se tiene para las aguas residuales municipales generado en nuestro país (alrededor del 46.5%), y que se considera que es de calidad muy baja de acuerdo al indicador del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El agua que procede de fuentes superficiales presenta una severa contaminación, ocasionada por procesos de producción industrial que requieren de la utilización de grandes volúmenes de agua para la transformación de materias primas, siendo los efluentes contaminados con desechos de dichos procesos productivos.

Esta situación se presenta a nivel mundial, en sus diferentes etapas de desarrollo industrial y, aun cuando la tecnología ha logrado reducir de alguna forma el volumen y tipo de contaminantes vertidos, esto no ha sido suficiente para que el problema de contaminación esté resuelto.

2.2 Enfermedades hídricas.

La carencia de agua, de saneamiento básico y el inadecuado manejo de aguas residuales son factores determinantes en la incidencia de enfermedades de origen hídrico, entre las cuales las más comunes son las enfermedades infecciosas intestinales.⁷

⁶ Agua y Salud, 1999. Organización Panamericana de la Salud.

⁷ Riojas et al (2010) Mortalidad por enfermedades diarreicas en cuencas hidrográficas

A nivel mundial ocurren 4 mil 620 millones de episodios de enfermedades diarreicas cada año, de los cuales el 90% ocurren en países en vías de desarrollo, constituyendo la 5ª causa de mortalidad (OMS, 2004).

En México, las enfermedades infecciosas intestinales (EII), se encuentran entre las primeras 20 causas de mortalidad general, es la cuarta causa de mortalidad infantil (SINAIS, 2005) y ocupa el segundo lugar dentro de las principales causas de enfermedad, tanto en la población general, como en los menores de cinco años (SSA, 2009).

Desde 1984 se han implementado varios programas en el país para reducir las 26,000 muertes anuales que se presentaban en niños menores de cinco años. Para el 2005 se registraron 1,828 casos, es decir 93% menos que desde el inicio del programa. Sin embargo, a pesar de la gran disminución de la mortalidad por diarreas, todavía se tienen alrededor de 1,000 muertes al año en niños menores de cinco años, lo cual se podría prevenir con la mejora de las condiciones sanitarias y el acceso a los servicios de salud.

Está demostrado que los factores ambientales están relacionadas con enfermedades infecciosas intestinales, principalmente en niños menores de cinco años⁸. Se ha establecido vinculación entre la presencia de diarrea con la falta de agua o el acceso limitado de agua potable, así como con la posición socioeconómica que presentan las personas o con la región geográfica en que habitan. De esta manera, se ha visto que los pobres presentan altas tasas de incidencia de diarrea, así como los niños que vivían en regiones rurales.

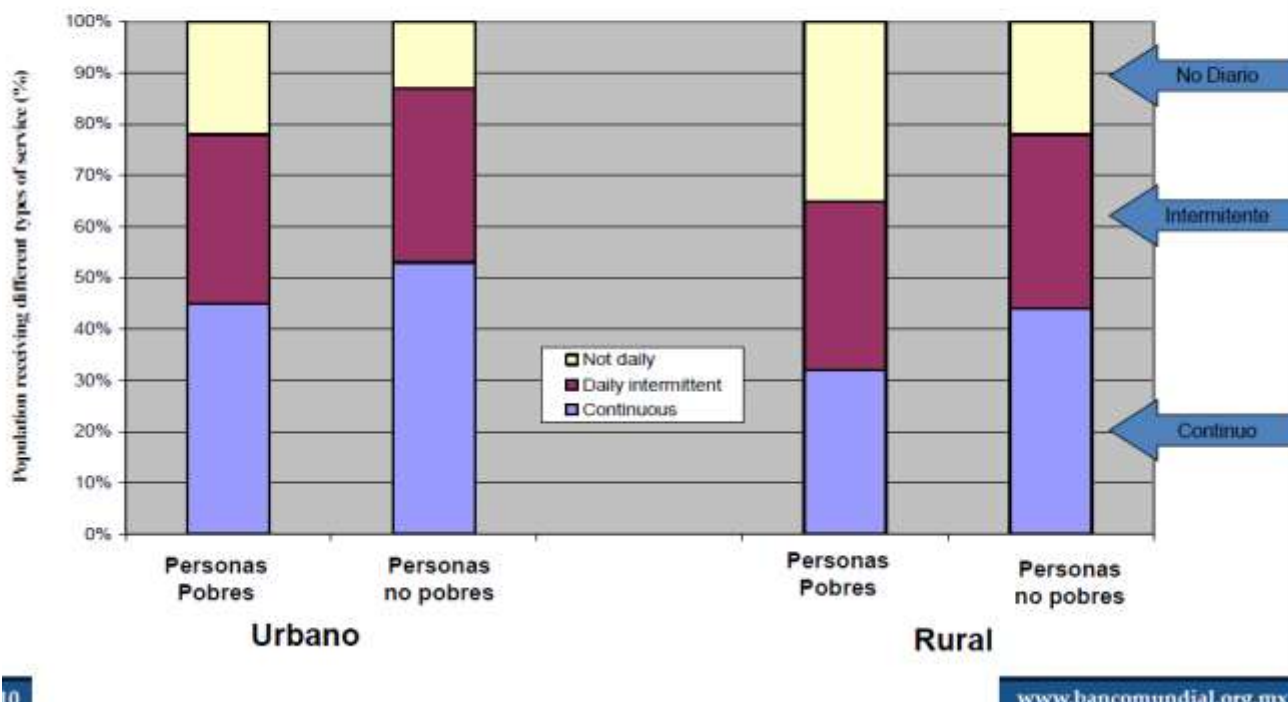
La siguiente gráfica (#1), presentada por el Banco Mundial, muestra la desigualdad que se tiene en el suministro, referida a la calidad de servicios que se le proporciona a la población en México.

El acceso al agua potable por sí solo no logra reducir la prevalencia de diarreas si no se consideran medidas complementarias en el ámbito social.

Los efectos adversos en la salud humana ocasionados por el agua pueden dividirse en cuatro categorías.

⁸ Riojas Horacio et al (2010) "Mortalidad por Enfermedades Diarreicas en Cuencas hidrográficas"

Gráfica 1: Servicios de Calidad Desigual en México.



“El Banco Mundial y los servicios de agua en México, 2010”

2.2.1. Enfermedades transmitidas por el agua

Son aquellas enfermedades causadas por el agua contaminada por desechos humanos, animales o químicos. Entre ellas se encuentran el cólera, la fiebre tifoidea, la shigella, la diarrea (todas en el grupo A00-09), y la poliomeilitis (A80.9), la meningitis (G03.9), la hepatitis A y E (K76.8) que son enfermedades producidas por aguas residuales⁹.

De las muertes por diarrea se puede mencionar que cada día mueren en el mundo unas 6,000 personas, sobre todo niños menores de cinco años; y entre 1 y 2 millones de las muertes producidas por diarrea pueden atribuirse al factor de riesgo 'agua, sanidad e higiene'. 90% de estas muertes corresponde a niños menores de cinco años.

Con simples medidas de higiene, como lavarse las manos después de ir al baño o antes de preparar la comida, se evitaría la mayor parte de estas muertes.

⁹ Nota: la clave entre paréntesis corresponde al Código Enfermedades de la OPS. eCIE-10 (2008).

2.2.2. Enfermedades con base en el agua

Son aquellas enfermedades causadas por organismos acuáticos que pasan una parte de su ciclo vital en el agua y otra parte como parásitos de animales. Entre ellas se incluyen el gusano de Guinea (B72), la paragonimiasis (B66.4), la clonorquiasis (B66.1) y la esquistosomiasis (B65.9).

Las causantes de estas enfermedades son una variedad de gusanos tremátodos, tenias, lombrices intestinales y nemátodos del tejido, denominados colectivamente helmintos, que infectan al hombre. Aunque estas enfermedades no suelen ser mortales, impiden a las personas llevar una vida normal y merman su capacidad para trabajar. Su predominio suele aumentar cuando se construyen presas, pues el agua estancada tras las presas es ideal para los caracoles, huéspedes intermediarios de muchos tipos de gusanos

2.2.3. Enfermedades de origen vectorial relacionadas con el agua

Son aquellas enfermedades transmitidas por vectores, como los mosquitos y las moscas tsetsé, que se crían y viven cerca de aguas contaminadas y no contaminadas. Millones de personas padecen infecciones transmitidas por estos vectores, que infectan al hombre con malaria (B54), fiebre amarilla (A98.9), dengues (A90), enfermedad del sueño (B56), y filariasis (B71.9).

La malaria, la enfermedad más extendida, es endémica en 100 países en vías desarrollo y pone en riesgo la vida de unos 2,000 millones de personas. La incidencia de estas enfermedades parece estar aumentando. Hay muchas razones para ello: la gente está desarrollando resistencia a los medicamentos que ayudan a combatir la malaria; los mosquitos están desarrollando resistencia al DDT, el insecticida de mayor uso; los cambios ambientales están creando nuevos lugares de cría. Por otra parte la migración, el cambio climático y la creación de nuevos hábitats provocan que menos personas desarrollen una inmunidad natural a estas enfermedades.

2.2.4. Enfermedades vinculadas a la escasez de agua

Estas enfermedades, que incluyen el tracoma (A71.9) y la tuberculosis (A16.9), se propagan en condiciones de escasez de agua dulce y sanidad deficiente. Estas enfermedades avanzan sin parar. Sin embargo, pueden controlarse fácilmente con una mejor higiene, para lo cual es imprescindible disponer de suministros adecuados de agua potable. Para abastecer a los 5,000 millones más de habitantes que se estima que vivirán en el planeta en el año 2050, hace falta ofrecer sistemas de alcantarillado para los 383,000 nuevos consumidores diarios.

2.3 Clasificación OMS

Desde la creación en el Congreso Internacional de Estadística de 1853 de la "Nomenclatura uniforme de causas de defunción aplicable a todos los países", y que dio lugar a la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE), ésta ha sido la clasificación de referencia para informar de la mortalidad y la morbilidad en el ámbito nacional e internacional.

Desde 1946, en su 6ª revisión, la Organización Mundial de la Salud ha sido responsable de esta clasificación, siendo la 10ª revisión la que actualmente está en vigor (CIE10).

El capítulo I correspondiente a ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias (A00 - B99), están comprendidas las transmitidas por el agua e incluye a las enfermedades generalmente reconocidas como contagiosas o transmisibles.

Este capítulo, contiene varios subgrupos. La mayor parte de las enfermedades transmitidas por el agua se encuentran en el subgrupo a las Enfermedades infecciosas intestinales (A00 - A09) que está constituido por:

- A00 Cólera

- A01 Fiebres tifoidea y paratifoidea

- A02 Otras infecciones debidas a *Salmonella*

Incluye: infección o intoxicación alimentaria debida a cualquier especie de *Salmonella* excepto *S. typhi* y *S. paratyphi*

- A03 Shigelosis

- A04 Otras infecciones intestinales bacterianas

Excluye:

- enteritis tuberculosa (A18.3)

- intoxicación alimentaria clasificada en otra parte

- A05 Otras intoxicaciones alimentarias bacterianas

Excluye:

- efectos tóxicos de comestibles nocivos (T61 - T62)

- infección por *Escherichia coli* (A04.0 - A04.4)

- listeriosis (A32)

- A06 Amebiasis

Incluye:

- infección debida a *Entamoeba histolytica*

Excluye:

- otras enfermedades intestinales debidas a protozoarios (A07)

•A07 Otras enfermedades intestinales debidas a protozoarios

•A08 Infecciones intestinales debidas a virus y otros organismos especificados

Excluye:

- influenza con compromiso del tracto digestivo (J09, J10.8, J11.8)

•A09 Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso

Excluye:

- diarrea no infecciosa (K52.9)

- neonatal (P78.3)

- la debida a bacterias, protozoarios, virus y otros agentes infecciosos especificados (A00 - A08)

2.4 Importancia del recurso agua y su repercusión en la población.

La provisión de agua potable y de saneamiento es un factor significativo en la salud de la población, especialmente entre la infantil. El acceso al agua potable y al saneamiento adecuado son elementos cruciales para la reducción de la mortalidad y morbilidad entre la población menor de cinco años, en la disminución tanto de la incidencia de enfermedades de transmisión hídrica como la hepatitis viral, fiebre tifoidea, cólera, disentería y otras causantes de diarrea, así como posibles afecciones resultantes del consumo de agua con componentes químicos patógenos, tales como arsénico, nitratos o flúor.

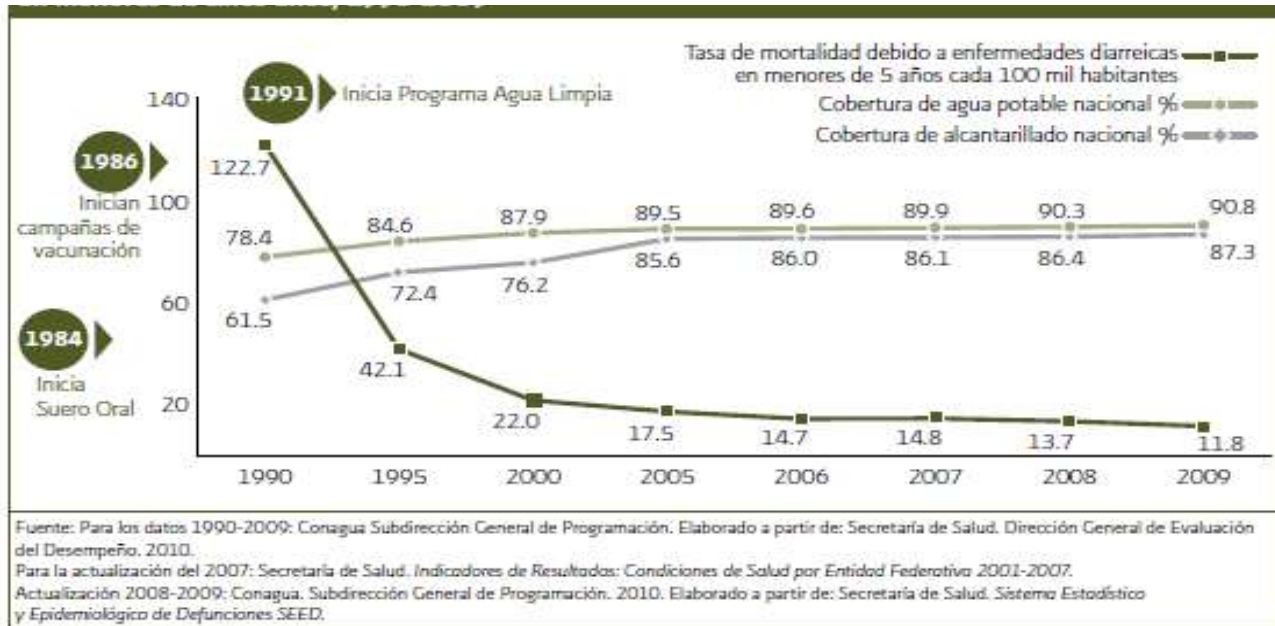
En México, en el caso de las enfermedades diarreicas, como se mencionó anteriormente, la mortalidad infantil se ha reducido como resultado de diversas acciones e intervenciones en salud pública¹⁰, entre las que se encuentran la distribución de suero oral (a partir de 1984), las campañas de vacunación (a partir de 1986), el Programa Agua Limpia (a partir de 1991), y el incremento de las coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, que reducen la exposición a los agentes patógenos. A estos factores se añaden los de higiene, educación, acceso a los servicios de salud y condiciones socioeconómicas y ambientales.

Resulta interesante comparar el comportamiento incremental de la cobertura de agua potable y alcantarillado contra la reducción en la tasa de mortalidad por enfermedades diarreicas para los menores de cinco años, como se observa en la siguiente gráfica (#2)

¹⁰ 1 Sepúlveda; Jaime *et al.* *Aumento de la sobrevivencia en menores de cinco años en México: la estrategia diagonal.* Salud Pública de México. Vol.49, Suplemento 1 de 2007.

La desinfección del agua tiene el propósito de destruir o inactivar agentes patógenos y otros microorganismos, con el fin de asegurar que la población reciba agua apta para consumo humano, y es el generalmente el municipio el encargado de llevar a cabo la cloración.

Grafica 2: Cobertura de agua potable y alcantarillado y tasa de mortalidad por enfermedades diarreicas en menores de cinco años de 1990-2009.



La efectividad del procedimiento de desinfección del agua que se suministra a la población a través de sistemas formales de abastecimiento se evalúa por medio de la determinación de cloro libre residual, cuya presencia en la toma domiciliar indica la eficiencia de la desinfección.

Para el mes de diciembre de 2009, de acuerdo con datos de la COFEPRIS, el promedio nacional de eficiencia de cloración fue 91.23% y el 76.18% de la población se encuentra sin riesgo por agua.

Dentro de las directrices de la Organización Mundial de la Salud para la calidad del agua¹¹, se menciona que al garantizar a los pobres un agua de buena calidad es una medida eficaz de protección a la salud y poder abastecer de agua potable es una necesidad elemental y por lo tanto un derecho fundamental.

Ante este escenario, los procesos de potabilización y tratamiento del agua adquieren mayor importancia en razón de que el agua contaminada puede provocar distintas enfermedades, las cuales están entre las causas más comunes de morbilidad y muerte.

¹¹ L'eau pour la santé (2004)

Capítulo 3

Modelo Econométrico

3.1 Especificaciones del modelo

Se utiliza el modelo de regresión de panel¹², cuyos datos consisten en observaciones sobre las mismas unidades transversales o individuales a lo largo de varios intervalos de tiempo. Es una matriz de datos que cuenta con información a través del tiempo y a lo largo del espacio.

La especificación general del modelo considera una base de datos que contiene información relativa a una variable dependiente y varias variables independientes para un conjunto de agentes sociales, en diferentes instantes del tiempo.

Generalizándose el modelo de regresión, se tiene que y_{it} es una función lineal de K variables explicativas X_k donde $k = 1, 2, \dots, K$:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} \dots + \beta_K X_{Kit} + u_{it} \quad o$$

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it}$$

$$i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

β_k es un vector de K + 1 parámetros, β_0 es la ordenada en el origen (término constante), mientras que el resto de parámetros son las pendientes de y_{it} con respecto de cada una de las k variables independientes y X_{kit} es la i-ésima observación al momento t para la k variable explicativa. En este caso, la muestra total de las observaciones en el modelo vendría dado por N x T.

Puede haber varios supuestos que nos permitan la estimación del panel por mínimos cuadrados ordinarios como el modelo de regresión estándar. Son los siguientes:

- 1º $E(u_{it}) = 0$ para toda i o unidad social
- 2º $Var(u_{it}) = \sigma^2$ para toda unidad social i, y para todo instante t.
- 3º $Cov(u_{it}, u_{js}) = 0$ para todo agente $i \neq j$, y para todo instante $t \neq s$.
- 4º $Cov(u_{it}, X_{kit}) = 0$ para todo i y t.
- 5º u_{it} sigue una distribución normal con media 0 y $Var(u_{it}) = \sigma^2$

¹² Rosales Garcia (2010) "Técnicas de Medición Económica"

Es usual interpretar los modelos de datos de panel a través de sus componentes de errores. El término de error u_{it} puede descomponerse de la siguiente manera:

$$u_{it} = \alpha_i + \theta_t + \varepsilon_{it}$$

α_i representa los efectos no observables que difieren entre los individuos pero no en el tiempo, que generalmente se los asocia a la capacidad empresarial o podría ser el efecto del origen socioeconómico de la persona.

θ_t se le identifica con efectos no cuantificables que varían en el tiempo pero no entre los individuos.

ε_{it} se refiere al término de error puramente aleatorio, que representa el efecto de todas las otras variables que varía entre individuos y además a través del tiempo.

Con esta estructura de error, los residuos u_{it} ya no son aleatorios.

La mayoría de las aplicaciones con datos de panel utilizan el modelo de componente de error conocido como "one way" para el cual $\theta_t = 0$. Las diferentes variantes para el modelo "one way" de componentes de errores surgen de los distintos supuestos que se hacen acerca del término α_i .

Pueden presentarse tres posibilidades:

1º El caso más sencillo es el que considera al $\alpha_i = 0$, o sea, no existe heterogeneidad no observable entre los individuos o empresas. Dado lo anterior, los u_{it} satisfacen todos los supuestos del modelo lineal general, por lo cual el método de estimación de mínimos cuadrados clásicos produce los mejores estimadores lineales e insesgados.

2º Consiste en suponer a α_i un efecto fijo y distinto para cada empresa. En este caso, la heterogeneidad no observable se incorpora a la constante del modelo.

3º Es tratar α_i como una variable aleatoria no observable que varía entre individuos pero no en el tiempo.

Los supuestos de homocedasticidad y no correlación serial sugieren que no existe relación alguna entre los valores de una variable para diferentes momentos en el tiempo para una unidad social, para diferentes unidades sociales en un momento en el tiempo, o para diferentes unidades en diferentes momentos en el tiempo. Estos supuestos son poco realistas en la práctica y los errores en un modelo de regresión común para el conjunto de $N \times T$ observaciones estimado por mínimos cuadrados ordinarios son correlacionados, y los parámetros estimados son insesgados pero no tienen mínima varianza.

Por otro lado están los modelos en los que se asume que todos los efectos difieren para cada individuo y/o en cada momento en el tiempo, con lo cual se estiman diferentes casos o unidades de análisis y/o para diferentes momentos en el tiempo. Las dos soluciones anteriores son extremas. Es por ello que los investigadores basan con mayor frecuencia sus estudios empíricos recurriendo a modelos de análisis intermedios.

3.1.1 Modelo de coeficientes constantes

Se asume que los coeficientes son los mismos para cada uno de los agentes sociales en la muestra.

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it}$$

$$I = 1, \dots, N; T = 1, \dots, T.$$

Donde $k = 1, \dots, K$ variables independientes.

Los parámetros a estimar son K , y estos K parámetros se consideran iguales o constantes para todas las unidades de la muestra y también para cada período de tiempo. La estimación por mínimos cuadrados ordinarios de dicha ecuación parte del supuesto de que la varianza de los términos de error es la misma para cada una de las observaciones (homocedasticidad) y además que dichos términos de error no están correlacionados, para distintos instantes del tiempo, es decir:

$$\text{Var}(u_{it}) = \sigma^2 \text{ para toda unidad social } i, \text{ y para todo instante } t$$

$$\text{Cov}(u_{it}, u_{js}) = 0 \text{ para todo agente } i \neq j, \text{ y para todo instante } t \neq s$$

En el análisis de datos longitudinales, se tiene heterocedasticidad o autocorrelación de los errores (o en ambas) si bien no afecta la estimación de los parámetros por MCO, porque se afecta la desviación típica de los estimadores, generalmente se infravalora. Los estadísticos del ajuste global del modelo (R^2 o F) se están sobrevalorando. Como consecuencia, el riesgo de aceptar hipótesis falsas es considerablemente más elevado.

Para estimar este modelo de coeficientes constantes con datos longitudinales se utiliza el método de mínimos cuadrados generalizados porque se obtiene estimadores lineales insesgados de mínima varianza.

La presencia de autocorrelación serial en los términos de error se puede aproximar, aunque no siempre, con un proceso autorregresivo de primer orden o AR(1). Si el modelo autorregresivo es el correcto, el problema de estimación asociado con la estimación de MCO desaparece, con desviaciones típicas precisas y estadísticos de significación de variables fiables.

3.1.2 Modelo de efectos fijos

Supóngase que se dispone de un panel de datos con una dimensión temporal pequeña y un número elevado de observaciones dentro de cada sección cruzada. Se podría investigar si los coeficientes del modelo, aunque siendo los mismos para todas las unidades sociales en un período dado, son diferentes para períodos de tiempo diferentes.

El modelo de efectos fijos considera que existe un término constante diferente para cada individuo o del momento en el tiempo, y supone que los efectos individuales son independientes entre sí. Entonces el modelo de efectos fijos permite investigar la variación intertemporal y/o transversal por medio de distintos términos independientes.

Cuando el componente transversal es la dominante, el modelo puede captar la variación existente en la muestra debido a la presencia de diferentes agentes sociales con la inclusión de un componente de N-1 variables dicotómicas d_i cuyos coeficientes asociados en el modelo de regresión son α_i .

La variable d_i toma el valor de 1 en el caso de que la observación se refiera al agente social i de la muestra, y es 0 para el resto de observaciones. Se puede observar que la inclusión de estos coeficientes en el modelo de regresión está captando la variación en la constante β_0 del modelo. Se considera que las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal.

El modelo general de datos panel es:

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it}$$

Pero el término de error tiene la siguiente estructura $u_{it} = \alpha_i + \phi_t + \varepsilon_{it}$

donde: $\alpha_i = \sum_{i=1}^{N-1} \alpha_i d_i$ $\phi_t = \sum_{t=1}^{T-1} \phi_t t_i$

de manera que con α_i se incorporan N-1 variables dicotómicas en el modelo para controlar el efecto de cada uno de los agentes sociales en la variable dependiente. Con ϕ_t se introduce T-1 variables dicotómicas para controlar el efecto del tiempo.

El error u_{it} no es aleatorio, pero su componente ε_{it} es aleatorio, con las propiedades de proceso ruido blanco (distribución normal con media cero, no correlacionado consigo mismo, homocedástico, no correlacionado con las variables x y no correlacionado con los efectos temporales o transversales).

El modelo a estimar:

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{i=1}^{N-1} \alpha_i d_i + \sum_{t=1}^{T-1} \phi_t t_i + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kit} + \varepsilon_{it}$$

En la práctica, el modelo se estima por mínimos cuadrados ordinarios, donde se incluyen además de los K parámetros, N+T-2 coeficientes junto con el término independiente.

En el modelo de efectos fijos se permite que los efectos individuales α_i y ϕ_t pueden estar correlacionados con las variables explicativas X_{it} , pero para que los estimadores por MCO sean consistentes se requiere la exogeneidad estricta de X_{it} y ε_{it} .

3.1.3 Modelo de efectos aleatorios

Considera que los efectos individuales no son independientes entre sí, sino que están distribuidos aleatoriamente alrededor de un valor dado. Una práctica común en el análisis de regresión es asumir que el gran número de factores que afecta el valor de las variable dependiente pero que no han sido incluidas explícitamente como variables independientes del modelo, pueden resumirse apropiadamente en la perturbación aleatoria.

El modelo de coeficientes aleatorios más utilizado es el modelo con varios componentes de error. Utiliza un error aleatorio en el tiempo, un error aleatorio en las unidades sociales, y un error que depende del tiempo y de las unidades sociales pero que es aleatorio, con el fin de proporcionar estimaciones eficientes y no sesgadas de los coeficientes de regresión.

El modelo a estimar es:

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kit} + \varepsilon_{it}$$

donde y_{it} es una función lineal de K variables explicativas, y el término de error tiene la estructura siguiente:

$$u_{it} = \alpha_i + \phi_t + \varepsilon_{it}$$

donde $i = 1, \dots, N$ unidades sociales y $t = 1, \dots, T$ observaciones en el tiempo.

El error u_{it} tiene un componente individual aleatorio que es invariable a través del tiempo α (caracteriza a cada uno de los agentes sociales y se denomina componente “entre grupos”) y un componente temporal aleatorio que es invariable a través de los individuos ϕ_t (que varía a través del tiempo y se denomina componente “intragrupos”). Asimismo, tiene un componente ε_{it} que es aleatorio.

Cada uno de los tres componentes del error total α_i , \varnothing_t , ε_{it} sigue una distribución normal con media cero, no está correlacionado consigo mismo ($E(\alpha_i \alpha_j) = 0$ y $E(\varnothing_t \varnothing_s) = 0$ para todo agente $i \neq j$, y para todo instante $t \neq s$, son homocedásticos y no están correlacionados con las variables X,

El método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) no es aplicable dado que no se cumplen los supuestos que permiten que el estimador sea consistente. Por lo que es preferible en este caso utilizar el método de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG) cuyas estimaciones son eficientes.

3.1.4 Prueba de Hausman

Resulta muy importante conocer si el modelo adecuado para analizar nuestros datos es el de efectos fijos o el de efectos aleatorios. Esta prueba permite la selección entre el modelo de efectos fijos y el de efectos aleatorios.

Se plantean las siguientes hipótesis:

$$H_0 : E(X_{it}, \alpha_i) = 0$$

$$H_1 : E(X_{it}, \alpha_i) \neq 0$$

$$W = (\beta_{EF} - \beta_{iEA})^2 / [Var(\beta_{EF}) - Var(\beta_{EA})]$$

W se distribuye como una Chi Cuadrado con K grados de libertad. Se rechaza la hipótesis nula si el valor de W supera al valor crítico de la tabla, al menos con 95% de confianza.

Bajo la hipótesis nula de que se cumplen los supuestos del modelo de Efectos Aleatorios, ambos estimadores, el de efectos fijos y el de efectos aleatorios, deben ser similares ambos son consistentes. El contraste compara los coeficientes estimables de los regresores que varían con el tiempo. El estadístico de contraste mide la “distancia” entre ambas estimaciones: si es “grande” se rechaza H_0 .

3.2 Fuentes de Información

El objetivo del trabajo es comprobar la relación entre la infraestructura hidráulica y la presencia de enfermedades hídrica, a través de un modelo econométrico.

El software empleado para ello es el EViews 5, y los datos que sirvieron de base para la realización del trabajo fueron obtenidos de diferentes fuentes.

Para la infraestructura hidráulica las publicaciones empleadas fueron las “Estadísticas del Agua en México”, y “Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento”, para el período de estudio (2000-2011), ambas editadas por CONAGUA. No toda la información que contempla este rubro fue utilizada. Solamente se incorporaron al modelo las mencionadas en el inciso 3.5.

Con respecto a la parte de enfermedades, las bases consultadas fueron las del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAI) y las Estadísticas de mortalidad del INEGI: Consulta de defunciones generales.

3.3 Manejo de la información

La información obtenida fue analizada de dos formas: a nivel nacional (32 entidades federativas) y por las 13 regiones administrativas de CONAGUA.

Para todas las entidades federativas, los datos se manejaron en forma de panel, modelo coeficientes constantes. El análisis para cada uno de los estados, no se realizó.

Para las XIII regiones administrativas se realizó de igual forma en forma de panel coeficientes constantes y para cada región por series de tiempo.

Con respecto a las XIII regiones administrativas de CONAGUA, la información presentada en las Estadísticas para las variables en estudio esta referenciada por estado, por lo que hubo necesidad de distribuirla de acuerdo a las XIII regiones administrativas.

Para realizarlo, se determinó que estados abarca cada región y se agruparon de acuerdo a ello. Para los que forman parte de varias regiones, se obtuvo el área y se distribuyó la información de acuerdo al área correspondiente. En la información referente al número de plantas de tratamiento se consideró números enteros.

3.4 Criterio de selección

El mejor modelo será aquel que cumpla con la mayoría de los siguientes criterios:

El signo de los parámetros de las variables negativos.

El estadístico t, mayor (o probabilidad significativa menor a 0.05)

El coeficiente de determinación corregido de McFadden: conforme a este criterio el mejor modelo es aquel que presenta el mayor coeficiente de determinación R^2 ajustado.

La suma de cuadrados residuales (SCR): el mejor modelo será el que tenga un valor pequeño de este estadístico. El criterio de Akaike (CIA): establece que cuanto más bajo es su valor, mejor será el modelo. El criterio de Schwartz (CS): postula que cuanto menor es el valor, mejor será el modelo¹³.

¹³ Tomado de los apuntes del curso "Métodos de Valoración Económica Ambiental". PUMA, UNAM. 16 al 24 mayo 2013.

3.5 Variables empleadas

Las variables dependiente o explicada fueron las correspondientes a las enfermedades:

Y1 = Mortalidad por Ciertas Enfermedades Infecciosas y Parasitarias (CIE10) en niños menores de 5 años.

Y2 = Base mortalidad en general sobre Ciertas Enfermedades Infecciosas y Parasitarias (CIE A00-B99)

Y3 Defunciones en general por Enfermedades Infecciosas Intestinales (CIE 00-09).

Para las variables independientes o explicativas (X), se seleccionaron algunas correspondientes a la infraestructura hidráulica, relacionadas con las viviendas y el suministro de agua:

X1= Inversión en infraestructura total en millones de pesos (la suma de cifras de agua potable, alcantarillado, saneamiento y otras obras).

X2 = inversión en millones de pesos en agua potable.

X3= Inversión en millones de pesos de alcantarillado.

X4= Inversión en millones de pesos en saneamiento.

X5= Número de habitantes en viviendas particulares con agua potable.

X6= Número de habitantes en viviendas particulares con alcantarillado.

X7= Número de plantas potabilizadoras que operan.

X8= Número de plantas de tratamiento de agua residual en operación.

X9= Agua para consumo humano (litros por segundo) volumen suministrado.

X10= Agua para consumo humano (litros por segundo) volumen desinfectado.

La información fue consultada para todos los estados que integran la República Mexicana, de los años 2000 al 2011.

Capítulo 4

Resultados

4.1 Por entidades federativas

Para obtener el modelo que mejor representará la información, se encontró de primera instancia que no había una interpretación coherente con respecto a los signos que presentaban los coeficientes de las variables.

La misma variable independiente podía presentar signo contrario al compararse los resultados en diferentes planteamientos, o haber contradicción entre los signos de las variables que intervenían en un mismo planteamiento e inclusive presentar coeficientes de correlación muy bajos.

Esto puede deberse por el número de variables involucrada y el número de observaciones. De acuerdo a la literatura consultada (Gujarati, 2006), entre menor cantidad de variables los coeficientes son más bajos y al incrementar las variables éstos se irán incrementando. Esto, se presentó en la mayoría, pero hubo sus excepciones.

Ante tal variación en los resultados, se elaboraron algunas gráficas y se encontró multicolinealidad entre las variables (X5) y (X6), gráfica 3; así como en las variables (X9) y (X10), gráfica 4.

Analizando las series se vio que del total de viviendas que cuentan con agua potable, alrededor del 91 % en promedio, cuentan con alcantarillado; y que del volumen de agua suministrada, en promedio, el 95% se encuentra desinfectado.

Se hace la aclaración de que algunos estados como Guerrero, Michoacán, Chiapas e Hidalgo presentan valores inferiores tanto en alcantarillado como en la desinfección, siendo el estado de Oaxaca el más afectado. Lo cuál era de esperarse ya que son los estados que presentan mayor rezago social que impacta en los servicios en agua potable y alcantarillado.

Dada la multicolinealidad entre las variables, se eligió una de cada par, y se está entonces en el supuesto de que toda vivienda con agua potable cuenta con alcantarillado; y que el volumen de agua que se suministra esta desinfectado.

El orden de magnitud de las cifras entre las variables fue considerada, por lo que se dividió a las viviendas con agua potable entre 1000, así como al volumen de agua desinfectada. Por lo que la cifras para la vivienda está ahora en miles y el volumen en m³.

Gráfica # 3 : Vivienda con agua potable y alcantarillado



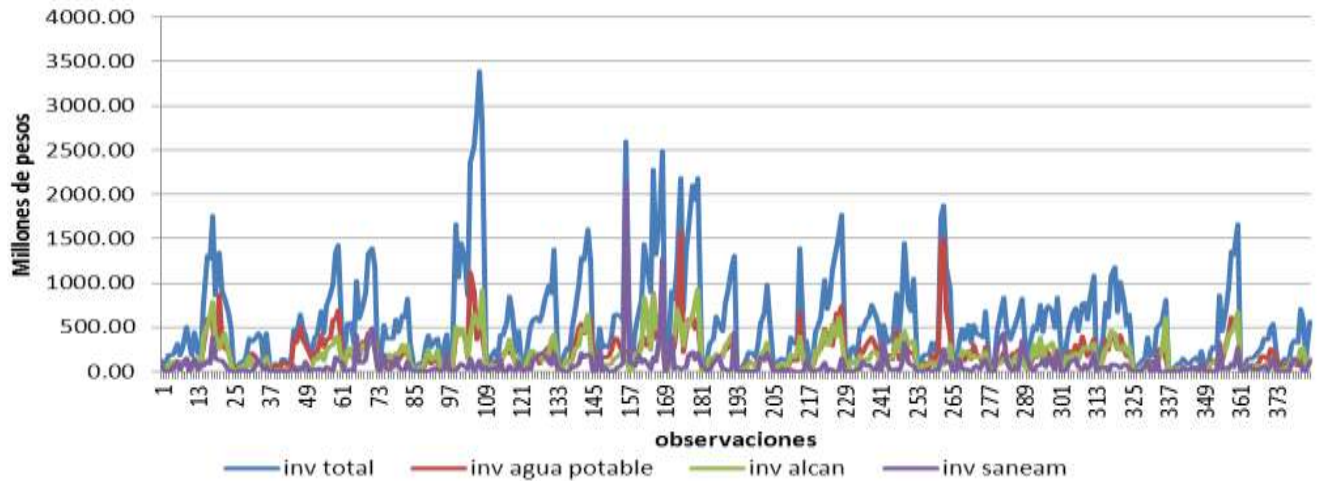
Gráfica # 4: Agua para consumo humano suministrada y desinfectada



Dado que la inversión en millones de pesos, es la suma de las tres variables: agua potable, alcantarillado y saneamiento, se graficaron estos rubros y se compararon las series. Existe cierta tendencia similar en su comportamiento por lo que se consideró en el modelo la inversión total en millones de pesos (gráfica 5), descartando las componentes.

Las variables correspondientes al número de plantas, tanto de agua potable como de tratamiento de agua residual, en algunos periodos no se reportan datos o en otros casos, no hay plantas. Por lo que para evitar las indeterminaciones en la obtención de logaritmo, se sumaron las cifras correspondientes a estas dos variables y se tomó como una sola (plantas).

Gráfica # 5: Inversión en obra hidráulica



Por lo que las variables a considerar, para las nuevas especificaciones para el modelo (log-log) son:

Inversión total en millones de pesos (INV)

Viviendas con agua potable (VCONAP) en unidades expresadas en miles.

Número total de plantas de agua potable y de tratamiento de agua residual (PLANTAS)

Volumen de agua para consumo humano desinfectada, en m³, (ACHD).

Con esta modificación y agrupación de las variables se presentan los resultados a continuación:

Entidades Federativas					Entidades Federativas				
Dependent Variable: LY1					Dependent Variable: LY3				
Method: Panel Least Squares					Method: Panel Least Squares				
Date: 06/23/13 Time: 00:35					Date: 06/23/13 Time: 10:20				
Sample: 2000 2011					Sample: 2000 2011				
Cross-sections included: 32					Cross-sections included: 32				
Total panel (unbalanced) observations: 383					Total panel (balanced) observations: 384				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LINV	-0.164901	2.83E-02	-5.8296	0	LINV	-0.125175	0.035737	-3.502689	0.0005
LPLANTAS	-0.195254	0.0408	-4.7874	0	LPLANTAS	-0.142441	0.051609	-2.759983	0.0061
LVCONAP	1.486792	0.0788	18.8658	0	LVCONAP	1.189266	0.099578	11.94302	0
LACHD	-0.251792	0.0825	-3.0525	0.0024	LACHD	-0.16707	0.104373	-1.600693	0.1103
C	-5.700532	0.4914	-11.6007	0	C	-3.169052	0.620926	-5.10375	0
R-squared	0.725645	Mean dependent var	3.503523		R-squared	0.529525	Mean dependent var	4.350586	
Adjusted R-squared	0.722742	S.D. dependent var	1.040647		Adjusted R-squared	0.52456	S.D. dependent var	1.005602	
S.E. of regression	0.547956	Akaike info criterion	1.647725		S.E. of regression	0.693385	Akaike info criterion	2.118472	
Sum squared resid	113.4967	Schwarz criterion	1.699266		Sum squared resid	182.2165	Schwarz criterion	2.169912	
Log likelihood	-310.5394	F-statistic	249.9441		Log likelihood	-401.7465	F-statistic	106.6423	
Durbin-Watson stat	0.657822	Prob(F-statistic)	0		Durbin-Watson stat	0.24383	Prob(F-statistic)	0	

Los modelos que mejor representaron las relaciones entre los tres grupos de mortalidades y la infraestructura hidráulica fueron las variables Y1 y Y3, ya que Y2 presentó probabilidades no significativas y dos signos positivos de las 4 variables a considerar, por lo que no fue posible obtener el modelo.

Para la variable Y1:

$$\text{LNY1} = -0.16491 \cdot \text{LNINV} - 0.19526 \cdot \text{LNPLANTAS} + 1.4866 \cdot \text{LNVCONAP} - 0.2516 \cdot \text{LNACHD} - 5.69994$$

Que se traduce en: por cada aumento en 1% en la inversión en infraestructura (agua potable, alcantarillado, saneamiento y obras menores), hay una disminución de 0.1649 % en las mortalidades en niños menores de 5 años; por cada aumento en un 1% en plantas de tratamiento (considerando agua potable y tratamiento de aguas residuales), disminuyen un 0.1952 %; por cada aumento de 1% de agua para consumo humano desinfectada disminuye un 0.2516% de las mortalidades en niños menores de 5 años. No así sucede con las viviendas, que podría interpretarse como, por cada aumento de 1% en viviendas con agua potable, es posible que aumente la mortalidad en niños menores de 5 años en un 1.48%, si no se toman las medidas de las otras variables negativas.

Y para Y3

$$\text{LNY3} = -0.125174 \cdot \text{LNINV} - 0.14244 \cdot \text{LNPLANTAS} + 1.18926 \cdot \text{LNVCONAP} - 0.16706 \cdot \text{LNACHD} - 3.16905$$

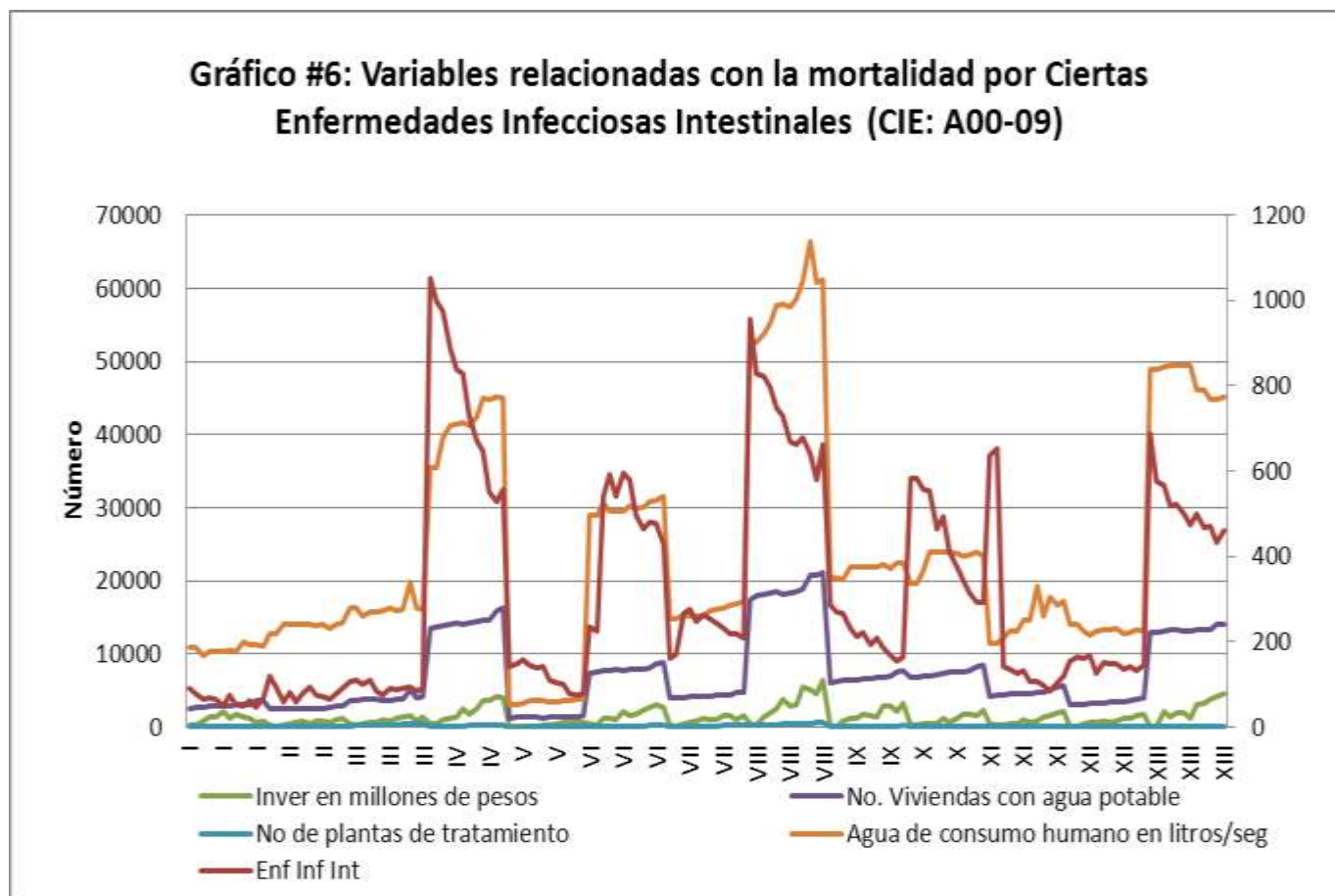
se tiene que por cada 1% de aumento en inversión en, disminuyen un 0.125 % las mortalidades por ciertas enfermedades infecciosas intestinales (A00-A09); por cada aumento en un 1% en plantas de tratamiento, disminuyen un 0.1424 %; por cada aumento de un 1% en agua para consumo humano desinfectada disminuye solamente un 0.1671% de las mortalidades por ciertas enfermedades infecciosas intestinales (A00-A09); y que de igual manera que en los casos anteriores, que por cada aumento de 1% en viviendas, es posible que aumente la mortalidad por CIE A00-09 en un 1.18%, si no se realizan las acciones en inversiones, plantas y agua desinfectada.

De acuerdo a lo anterior, las inversiones en infraestructura hidráulica, traducidas a diferentes acciones, tienen mayores resultados (y mayor impacto) en la disminución de la mortalidad en niños menores de 5 años y en segundo lugar está la disminución de mortalidad por enfermedades infecciosas intestinales. Esto es razonable, ya que las medidas del gobierno federal han sido para establecer programas que permitan ir disminuyendo la mortalidad en niños, por ser la fracción de la población más vulnerable como se mencionó en el capítulo dos.

4.2 Análisis con respecto a las XIII Regiones Administrativas CONAGUA

Como se mencionó anteriormente, la información original por estado se dividió en las XIII Regiones administrativas. Se agrupó en las mismas cuatro variables que para los estados (inv, plantas, vconap, achd) y fue analizada solamente con respecto a la variable Y3, Ciertas Enfermedades Infecciosas Intestinales (CIE A00-09), ya que es la que se hace referencia en las publicaciones de CONAGUA, "Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento".

Se graficaron las series de datos de cada variables (dependiente e independientes), y como se puede ver en la gráfica # 6, hay regiones con valores superiores con respecto al resto; y esto puede deberse a la densidad de población que conforma cada una de las regiones, entre mayor población mayores necesidades de infraestructura, mayores volúmenes de agua suministrada, así como una mayor incidencia de enfermedades infecciosas intestinales.



Con respecto a los modelos obtenidos de acuerdo a las XIII Regiones se obtuvieron los resultados que se muestran en el cuadro 2.

4.2.1 Panel

Para panel sección cruzada de 13 regiones del periodo 2000 a 2011, con 156 observaciones nuevamente se obtiene que el modelo doble logaritmo, es el que mejor representa la información:

$$LY3 = - 2.0298 - 0.16272 * LINV - 0.21713 * LPLANTAS + 1.94255 * LVCONAP - 0.72574 * LACHD$$

Que sería: por cada 1% de aumento en infraestructura (agua potable, alcantarillado, saneamiento y obras menores), disminuyen un 0.1627% las mortalidades por ciertas enfermedades infecciosas intestinales (A00-09); por cada aumento en un 1% plantas de tratamiento (agua potable y tratamiento de agua residual), disminuyen un 0.2173 %; por cada aumento de 1% agua para consumo humano desinfectada disminuyen un 0.7257% de las mortalidades. Y de igual manera que en los modelos anteriores, con respecto a las viviendas con agua potable, se da la interpretación de que por cada aumento de 1% de viviendas con agua potable, es posible que aumente la mortalidad por ciertas enfermedades infecciosas intestinales (A00-09) en un 0.7043% si no se realizan acciones para evitarlas (otras variables).

En estos, la mayor relación se da con el volumen de agua para consumo desinfectada y el número de plantas.

4.2.2 Por cada una de las regiones administrativas.

Los datos fueron considerados como serie de tiempo con fecha del 2000 a 2011, para cada una de las regiones administrativas. Solamente la región 1, que corresponde a la zona de Baja California Norte y Sur, fue la que mejor pudo ser representada a través de un modelo, pero que presenta un cambio de signo en el número de planta.

Para la interpretación de la información de la Región 1, cuyo modelo es:

$$LY3 = 41.68536 - 0.42772 * LINV + 1.03209 * LPLANTAS - 2.11359 * LVCONAP - 2.3879 * LACHD$$

Por cada 1% de aumento de inversión en infraestructura (agua potable, alcantarillado, saneamiento y obras menores), disminuyen un 0.4277% las mortalidades por ciertas enfermedades infecciosas intestinales (A00-09); por cada aumento en 1% de viviendas con agua potable, disminuye la mortalidad en un 2.1135%; por un aumento de 1% de agua para consumo humano desinfectada disminuye un 2.3879% de las mortalidades. Y en cambio por cada aumento en un 1% en plantas de tratamiento, se podría interpretar como obras no realizadas que implicaría un aumento de las enfermedades del tipo CIE A00-09 en un 1.03 %.

En general, los resultados de la región 1 son los que muestran resultados diferentes, comparándolos con los resultados de los otros modelos, y esto es en las cifras que presentan y los signos.

Existe una mayor relación en la disminución de enfermedades, ya que los porcentajes son superiores al 1%. Esto no se observó con el resto de las regiones, existe una amplia variación entre los criterios establecidos: los signos alternan entre positivos y negativos en las variables seleccionadas, los niveles de significancia de las variables individuales son superiores, en algunos casos a la probabilidad de 0.05, los coeficientes de correlación R^2 son menores a 0.50 en la mayoría, por lo que no fue posible establecer un modelo.

La interpretación de tales resultados hace pensar que la información base no sea la representativa para ser utilizada en la determinación del modelo para cada una de las regiones ya que son pocas observaciones y las variables consideradas para el análisis son cuatro.

Cuadro # 2 Resultados XIII Regiones administrativas.

XIII Regiones administrativas Con agua					Región I				
Dependent Variable: LY3					Dependent Variable: LY3				
Method: Panel Least Squares					Method: Least Squares				
Date: 06/24/13 Time: 06:05					Date: 06/09/13 Time: 22:59				
Sample: 2000 2011					Sample: 1 12				
Cross-sections included: 13					Included observations: 12				
Total panel (balanced) observations: 156									
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LINV	-0.162738	0.041614	-3.910618	0.0001	LINV	-0.427721	0.143966	-2.970986	0.0208
LPLANTAS	-0.21711	0.066518	-3.263936	0.0014	LPLANTAS	1.032095	0.526406	1.960644	0.0907
LVCONAP	1.942741	0.165432	11.74342	0	LVCONAP	-2.113593	1.02778	-2.056464	0.0788
LACHD	-0.725977	0.176337	-4.116974	0.0001	LACHD	-2.387984	1.255635	-1.901814	0.0989
C	-2.029823	0.492596	-4.120668	0.0001	C	41.68536	14.57301	2.86045	0.0243
					R-squared	0.709032	Mean dependent var		4.145981
R-squared	0.802891	Mean dependent var		5.401323	Adjusted R-squared	0.542765	S.D. dependent var		0.206314
Adjusted R-squared	0.79767	S.D. dependent var		0.860447	S.E. of regression	0.139508	Akaike info criterion		-0.807052
S.E. of regression	0.387039	Akaike info criterion		0.970943	Sum squared resid	0.136237	Schwarz criterion		-0.605008
Sum squared resid	22.61965	Schwarz criterion		1.068694	Log likelihood	9.842315	F-statistic		4.264417
Log likelihood	-70.73352	F-statistic		153.7687	Durbin-Watson stat	2.966617	Prob(F-statistic)		0.046263
Durbin-Watson stat	0.396696	Prob(F-statistic)		0					

Capítulo 5

Conclusiones

5.1. Introducción.

Como se mencionó en el primer capítulo, si bien la Hipótesis 0 parecería ser evidente, mientras no se cuantifique poco servirá en el proceso de toma de decisiones.

Una vez tomada la decisión de demostrar la hipótesis cero por medio de la elaboración de un modelo econométrico, se procedió a un análisis lo más exhaustivo posible de los datos (estadísticas) disponibles.

El uso del programa eviews[®] permitió identificar ya algunas relaciones cuantitativas interesantes entre los aspectos analizados, el manejo del agua y la salud pública. Estas relaciones ya permiten hacer plausible la mucho más económicamente relevante hipótesis:

Hipótesis 00.

Abstrayendo del mantenimiento, modernización y ampliación de la infraestructura hidráulica en contextos geográfica y económicamente delimitados, la inversión en los diferentes aspectos que interviene (agua potable, alcantarillado y saneamiento) y en el manejo de esa infraestructura es redituable desde el punto de vista de la inversión en salud pública y privada.

Dicho con menor formalidad, no basta con tener una infraestructura adecuada, para obtener los máximos beneficios, inclusive económicos, de ella es necesario tomar en cuenta, de manera cuantitativa, los aspectos tendientes a mejorar el abasto de agua a la población, tanto en cantidad como en calidad.

5.2. Resultados.

El análisis muestra de manera concreta que hay una relación estadística significativa de dependencia entre la incidencia de enfermedades gastrointestinales y cantidad y calidad del agua disponible por la población.

Asimismo, queda claro que falta analizar otros datos y establecer otras relaciones conceptuales para poder desarrollar un modelo econométrico robusto.

Como resultado aleatorio pero significativo para este tipo de investigaciones, se encontraron incongruencias entre estadísticas provenientes de fuentes diversas. Esas incongruencias van más allá de lo estadísticamente aceptable, por lo que se puede afirmar que resolver esta situación es básico para poder establecer primero los modelos y luego las políticas reales de manejo de infraestructura.

5.3. Conclusiones.

Asumiendo que se dispone de información confiable y lo más completa posible, se ha demostrado que es factible el desarrollo de un modelo econométrico de optimización cuya función objetivo incluya las variables econométricas relacionadas con los problemas de salud presentados.

La naturaleza dinámica de los problemas estudiados implica que todo modelo como el buscado sea también capaz de mantenerse actualizado. Pero no sólo en relación a la información disponible, sino también debe contemplar la posibilidad de recibir retroalimentación una vez que los criterios econométricos adecuados (adecuados bajo los parámetros de este estudio) han sido implementados.

A su vez, primero la identificación de parámetros y relaciones cuantitativas, y más tarde el desarrollo de un modelo, permitirán análisis históricos de mayor profundidad que contribuyan a un mejor entendimiento del problema.

Por lo tanto, se considera que haber dado pasos concretos, utilizando datos reales y actuales, en la dirección indicada abre la posibilidad a la definición de una línea de investigación económica muy concreta, relacionada con aspectos concretos y particulares de la gestión de la infraestructura hidráulica.

Bibliografía

1. "Agua y Salud". Centro de información virtual del agua. Fondo para la comunicación y educación ambiental A.C y Fundación Gonzalo Río Arronte. www.agua.org.mx
2. Agua y Salud (1999). Organización Panamericana de la Salud
3. Campillo Gisella "El Banco Mundial y los servicios de agua en México",2010. www.bancomundial.org.mx
4. Carrascal Ursicino et al (2006) "Análisis Econométrico con Eviews". 3ª. Reimpr. Ed. Alfaomega. México D.F.
5. CONAGUA, 2012. "Estadísticas del agua en México, edición 2011). www.conagua.gob.mx
6. Curso de Econometría Básica. Facultad de Economía. 2008
7. [eCIE10 Edición electrónica de la CIE-10](#). 8ª edición (2009) Versión 1.0 - 01/05/2010 Códigos y términos de la CIE-10 usados con autorización de la OPS. Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, Décima Revisión, vols.1,2 y 3. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud; 2008. new.paho.org
8. Estadísticas del Agua en México, edición 2011. CONAGUA
9. Estadísticas Sanitarias Mundiales, 2012. Organización Mundial de la Salud.
10. Gaggero Carlos (2011) "Diez datos sobre el saneamiento". OMS/PAHO.
11. Gujarati, Damodar (2006) "Econometría".4ª. ed. Ed. McGraw-hill Interamerica. México, D.F. 2006.
12. Guías para la calidad del agua potable. (2006).Primer apéndice a la tercera edición. Volumen 1. Recomendaciones. Organización Mundial de la Salud.
13. I. lojanesburgueri Uákuntantskuecha "El nexo de la pobreza, la salud y el medio ambiente" en Agua y Salud. www.agua.org.mx
14. "L'eau pour la santé". Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau de Boisson. 3a. Ed 2004. OMS.
15. Principales causas de mortalidad en México 1980 – 2007. Documento de Trabajo para el *XLIII Periodo de Sesiones de la Comisión de Población y Desarrollo* "Salud, morbilidad, mortalidad y desarrollo" Nueva York, 12 a 16 de abril de 2010. Secretaría General del Consejo Nacional de Población.

16. Revollo Fernández Daniel y Alonso Aguilar Ibarra “Métodos de Valoración Económica Ambiental”. Notas del curso. Mayo 2013
17. Rosales Gracia Luis (2010) Técnicas de Medición Económica. Facultad de Economía. PATPRO – XXVI VERSIÓN. Universidad de Piura. Castilla.
18. Riojas Rodríguez, et al (2010) “Mortalidad por enfermedades diarreicas en cuencas hidrográficas” en Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización. Coordinador: Helena Cotler Ávalos 1a. Edición. México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. SEMARNAT
[Http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultapublicacion.html?Id_pub=639](http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultapublicacion.html?Id_pub=639)
19. Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Ediciones: 2000- 2012 .Comisión Nacional del Agua. SEMARNAT.
20. Sistema Nacional de Información de Salud (SINAI):

(Y1) : Mortalidad general

Lista 1 para morta. CIE10 : Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias

Consulta de: Defunciones infantiles Por: Año de registro Según: Ent. y mun. de registro

Ref: c20130403233051

FUENTE: INEGI. Estadísticas de mortalidad.

(Y2): Mortalidad general Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias

Consulta de: Defunciones generales Por: Año de registro y Causas detalladas CIE Según: Ent y mun de registro

Ref: c20130403235843

(Y3) : Mortalidad general

Consulta de: Defunciones generales Por: Ent. y mun. de registro Según: Año de registro, Edad y Causas detalladas CIE Enfermedades infecciosas intestinales (001-009)