



Resiliencia y planeación municipal del agua potable 2020 (Nuevo León) (Resilience and municipal water planning 2020 (Nuevo León))

Rolando de Luna Dávila

¹ *Universidad Autónoma de Nuevo León – Facultad de Contaduría Pública y Administración (México),*
rolando.delunad@uanl.edum.mx, <https://orcid.org/0009-0009-2398-1837>

Informació revisada por pares

Fecha de recepción: Marzo 2023

Fecha de aceptación: Mayo 2023

Fecha de publicación en línea: Septiembre 2023

DOI: <https://doi.org/10.29105/vtga9.5-419>

Resumen

El presente documento tiene como objetivo analizar la vinculación entre los planes y programas municipales con el uso sustentable y resiliente del agua, a través de indicadores hídricos, sociales, económicos y ambientales, como lo señala la Ley de Aguas Nacionales, con el objetivo de enfrentar perturbaciones y mantener la operatividad de los sistemas municipales. El documento identifica un déficit en la recarga total de los 23 acuíferos presentes en el Estado de Nuevo León, con base en información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía se identificó que solo 15 municipios de 51 cuentan con un programa sustentable de manejo del agua, el cual no presenta una vinculación evidente con los componentes sociales, económicos y ambientales. Asimismo, se observa la necesidad de contar con planes y programas regionales de manejo de agua debido a la distribución de los acuíferos, los cuales pueden abarcar hasta 15 municipios, por lo que es necesario la gestión conjunta de planes.

Palabras clave: Gestión municipal, planeación, resiliencia hídrica, sustentabilidad.

Códigos JEL: H12, H75, Q25, Q58

Abstract

The objective of this document is to analyze the link between municipal plans and programs with the sustainable and resilient use of water, through water, social, economic and environmental indicators as indicated by the National Water Law with the objective of facing disturbances and maintain the operation of municipal systems. The document identifies a deficit in the total recharge of the 23 aquifers present in the State of Nuevo León, based on information from the National Institute of Statistics and Geography, it was identified that only 15 municipalities out of 51 have a sustainable water management program on which does not present an evident link with the social, economic and environmental components. Likewise, the need to have regional water management plans and programs is observed due to the distribution of aquifers, which can cover up to 15 municipalities, which is why joint management of plans is necessary.

Key words: Municipal management, planning, sustainability, water resilience

JEL Codes: H12, H75, Q25, Q58

Introducción

De acuerdo con el artículo 115, fracción III, inciso a de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, los municipios tendrán a su cargo el servicio público de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales.

Por otra parte, la Ley de Aguas Nacionales señala indica un desarrollo sustentable de los recursos hídricos, proceso por el cual se generan indicadores hídricos, económicos y sociales que tienen a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas.

De acuerdo con la el Consejo Consultivo del Agua (n.d.) en las ciudades se desperdicia alrededor 40 por ciento del agua por fugas, el 47.5 por ciento de las aguas residuales colectadas reciben tratamiento, de acuerdo con el consejo, la federación ha descuidado responsabilidades de regulación sobre organismos operadores municipales ya que constitucionalmente los municipios tienen las facultades de proveer este servicio, por lo que en el mejor de los casos la regulación está a cargo de los gobiernos estatales.

En este sentido, se analizarán las disposiciones generales en cuanto a sustentabilidad del agua con el objetivo de desarrollar un diagnóstico de las estrategias y acciones implementadas por los municipios con el objetivo de asegurar la sustentabilidad del manejo de estos recursos.

En el primer capítulo se analizará el contexto del problema, en el segundo capítulo se analizarán los análisis teóricos respecto a resiliencia, sustentabilidad y la teoría de la planeación, por último, se hará un ejercicio con la información a desagregación municipal disponible con el objetivo de identificar la vinculación entre la generación y planes y los componentes social, económico y ecológico vinculados a la resiliencia en el manejo del agua.

Contexto del Agua y la Planeación en Nuevo León

La Ley de Aguas Nacionales define el desarrollo sustentable de los recursos hídricos como el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, orientado a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, esta definición se orienta a las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, buscando que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras, en este sentido esta investigación toma como ejes de estudio los componentes hídricos, económicos, sociales y ambientales.

Esparza (2013) realiza un estudio donde analiza la escasez de agua en las ciudades de México y concluye que las malas políticas y la mala administración del gobierno para sobrellevar las sequías y para manejar presas y cuerpos de agua, con soluciones parciales y beneficios de corto plazo ha generado que se padezcan conflictos por agua de manera cotidiana.

Ortega-Gaucin (2013) concluyen que para 2013 en Nuevo León, no se contaba con un sistema de gestión que reduzca el riesgo de sequía y sus efectos colaterales, a pesar de la recurrencia del fenómeno a través del tiempo. Señala la necesidad de gestionar los riesgos y no los desastres, al ser un fenómeno persistente y recurrente en la región es necesario una planeación integral claramente definida.

En cuanto al componente social, de acuerdo con el CONEVAL (2020) el estado de Nuevo León contaba con una población de 5,460,396 de los cuales el 0.74 por ciento (40,372) del total de la población residía en viviendas sin agua potable y el 1.3 por ciento en viviendas sin drenaje.

En cuanto al componente económico se identificó en el Censo Económico de 2019 una producción bruta total en millones de pesos de 20,434,042.86 millones de pesos vinculado al consumo de 61,729.75 millones de pesos en agua suministrado por los municipios.

Referente al componente hídrico y ambiental se identificó con base en información de la Comisión Nacional del Agua que de los 23 cuerpos acuíferos en el estado 13 presentan un déficit de recarga de 393.11 hectómetros cúbicos al año y 10 acuíferos presentan recargas acumuladas de 98.96 hectómetros cúbicos al año lo que representa un déficit estatal de 294.15 hectómetros cúbicos al año en la suma agregada de los 23 acuíferos identificados en el estado.

Problema

Desde 2013 en Nuevo León no se contaba con un sistema que reduzca el riesgo de sequía y sus efectos colaterales (Ortega-Gaucin, 2013), de acuerdo con la CPEUM el servicio de agua potable y alcantarillado es un servicio provisto por los municipios, en este sentido el diagnóstico y generación de objetivos y programas vinculados con la gestión de agua municipal juega un papel preponderante para el desarrollo sustentable de los recursos hídricos en el estado, por lo tanto la presente investigación es una respuesta a identificar la existencia de elementos de planeación e en el manejo del servicio de agua potable y alcantarillado y su relación con las variables sociales, económicas y ambientales.

Preguntas de Investigación

¿Existe una relación entre variables sociales, económicas y ambientales respecto a la generación de planes y programas sustentables a nivel municipal?

Objetivo

Analizar la relación entre componentes sociales, económicos y ambientales respecto a la elaboración de planes y programas enfocados en la sustentabilidad de los recursos hídricos a nivel municipal para el estado de Nuevo León.

Justificación

La presente investigación servirá para identificar la orientación de la planeación municipal hacia el manejo sustentable de los recursos hídricos escasos en la entidad de Nuevo León, lo anterior es de gran importancia social ya que al ser el orden de gobierno que provee el servicio de agua potable y alcantarillado debe generar planes y programas carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiendan a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas. Este documento ayudará a identificar áreas de oportunidad en cuanto a la generación de programas que permitan aminorar los efectos de las sequías en el estado al tener programas y planes de acción. Con base en la teoría de la resiliencia este documento abonara al análisis teórico del manejo sustentable ante situaciones adversas, la utilidad metodológica del estudio es la generación de un instrumento que permita evaluar la pertinencia de planes y programas para el manejo sustentable de los recursos hídricos por los municipios en el estado de Nuevo León.

En el siguiente capítulo se analizarán las principales corrientes teóricas en materia de sustentabilidad, resiliencia y planeación enfocados en el manejo de recursos hídricos.

Sustentabilidad

Para Leigh & Lee (2019) Sustentabilidad es definido como aquellas prácticas institucionales que engloban el conocer las necesidades presentes sin comprometer las generaciones futuras y sus necesidades como lo establece la Ley de Aguas Nacionales en la definición del manejo hídrico sustentable, se considera un modelo triangular que equilibra las prioridades competitivas de justicia social, crecimiento económico y eficiencia, así como protección ambiental y sustentabilidad en el marco de manejo de los recursos naturales el documento establece la necesidad de contar con una política efectiva y planes para alcanzar la sustentabilidad y resiliencia urbana en los sistemas de agua considerando consecuencias temporales y espaciales así como posibles acciones.

De acuerdo con Sisto (2010) en el norte de México, la escasez de los recursos hídricos y el crecimiento de las ciudades plantea un problema de sustentabilidad . el autor toma como base teórica para su investigación del uso sustentable del agua, el balance del agua, en el cual se relaciona el volumen de agua extraído de una fuente para abastecer un sistema municipal de agua con el volumen que efectivamente llega a los usuarios, así como el volumen de fugas.

Acselrad (1999). Plantea que el conducir las ciudades para un futuro sustentable es el utilizar de manera productiva en el uso de los recursos medioambientales y fortalecer las ventajas competitivas, esta sustentabilidad de las ciudades permite planificar en las ciudades una ecocracia emergente en la perspectiva de eficacia, una ciudad sustentable será la que puede minimizar el consumo de recursos materiales como el agua, tomando en cuenta los flujos locales, con un criterio

de conservación de los stocks y una reducción de los residuos vinculado con las fuentes de abastecimiento de agua y el tratamiento de aguas de drenaje

En el ámbito académico existe una discusión entre elementos de sustentabilidad y resiliencia que se verán a continuación.

Resiliencia y Planeación

Holling (1973) define resiliencia como la medida de la persistencia de los sistemas y su habilidad para absorber cambios y perturbaciones, y aun así mantener la misma relación entre variables de población o de estado; lo anterior, por medio de conducir las variables, y parámetros y aun así persistir a pesar de los cambios y perturbaciones. Por otra parte sustentabilidad es la habilidad del sistema de regresar al estado de equilibrio después de un periodo de perturbaciones, entre más rápido regrese al estado original más estable será. En este sentido un sistema puede ser muy resiliente y presentar grandes fluctuaciones por lo que tendría poca estabilidad. La visión de resiliencia se centra en las consecuencias de un evento fortuito y raro que antes podría ser absorbido y puede desencadenar una pérdida repentina de la integridad estructural del sistema, lo que se vincula con elementos de desabasto de agua y la integridad de los sistemas sociales y económicos del estado de Nuevo León.

Pizzo (2015) analiza las implicaciones de la teoría de la planeación y la problematización de la resiliencia en tres puntos:

Los diferentes eventos naturales que necesitan resiliencia y estructuras urbanas y territoriales, así como una planeación resiliente.

Los diferentes matices que el concepto de resiliencia asume cuando se refiere a diferentes eventos, específicamente cuando se traslada de una perspectiva analítica a una normativa.

Los problemas teóricos y operacionales que el concepto implica como diferentes definiciones e implicaciones que se surgen de las citadas diferencias.

La autora concluye que existen dos debates respecto a mejorar la resiliencia de las ciudades, el primero a través de un proceso espontáneo de auto adaptación y el segundo a través de acciones y comportamientos organizados y colectivos. En el primer caso es un comportamiento autónomo y espontáneo, en el segundo implica procesos organizados de planeación, en este sentido y desde la perspectiva de la planeación, el primer caso se da por debilidad en los planes y sus procesos en el campo de la resiliencia es necesario contar con un buen liderazgo y cultura para responder de manera adecuada a los imprevistos (Pizzo, 2015).

Friedmann (2008) concluye que la planificación necesita desarrollar una filosofía humanista, adaptarse a las prácticas y a los asuntos que trata, traducir conocimiento y conceptos de distintos

campos diferentes a la planificación y al propio lenguaje, sin estos enfoques la planificación actual de las ciudades no es favorable para la vida ni ecológicamente sostenibles.

Pickett et al. (2004) definen el termino de resiliencia a la habilidad del sistema de ajustarse frente a condiciones cambiantes e identifica una heterogeneidad entre las funciones ecológicas y sociales de las áreas urbanas. La concepción anterior de resiliencia significaba regresar a condiciones de equilibrio después de una perturbación definición que no es aplicable a ciudades y regiones urbanas que continúan cambiando. El autor señala una metáfora en la cual se debe integrar ecología, ciencias sociales y planeación, en este sentido se hacen necesarios modelos científicos para determinar de manera precisa como medir la resiliencia y vincularlo con los elementos de la planeación, por lo que el presente estudio intentará generar un modelo básico respecto a planeación y componentes económicos, sociales y ambientales.

Análisis de las Variables

Para este documento se tomaron las variables disponibles en fuentes secundarias desagregadas a nivel municipal para el estado de Nuevo León. Una de las principales dificultades que enfrentó la presenta investigación fue la pluralidad de actores en el manejo de los recursos hídricos a nivel nacional, se tiene la participación de la federación a través de la Comisión Nacional del Agua, los municipios de la entidad que proveen el servicio de agua y saneamiento, así como la integración y organismos operadores estatales e intermunicipales como lo señala la Ley de Agua Potable y Saneamiento para el Estado de Nuevo León.

Como se analizó previamente la planeación gubernamental en materia de sustentabilidad y resiliencia es de gran importancia para estos efectos, en este sentido el desarrollo sustentable se define en la Ley de Aguas nacionales como el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental así como la generación de planes y programas sustentables (Ley De Aguas Nacionales).

Componente Hídrico y Ambiental

Para le componente ecológico hídrico del estudio se tomó la información de disponibilidad de agua por acuífero del estado de Nuevo León, publicado por la Comisión Nacional del Agua disponible para 2020, en la cual se identificó un déficit de recarga de agua anual de 294.15 hectómetros cúbicos al año, de los 23 acuíferos identificados en el estado 10 presentan un superávit en la recarga de agua y los 13 restante presentan déficits.

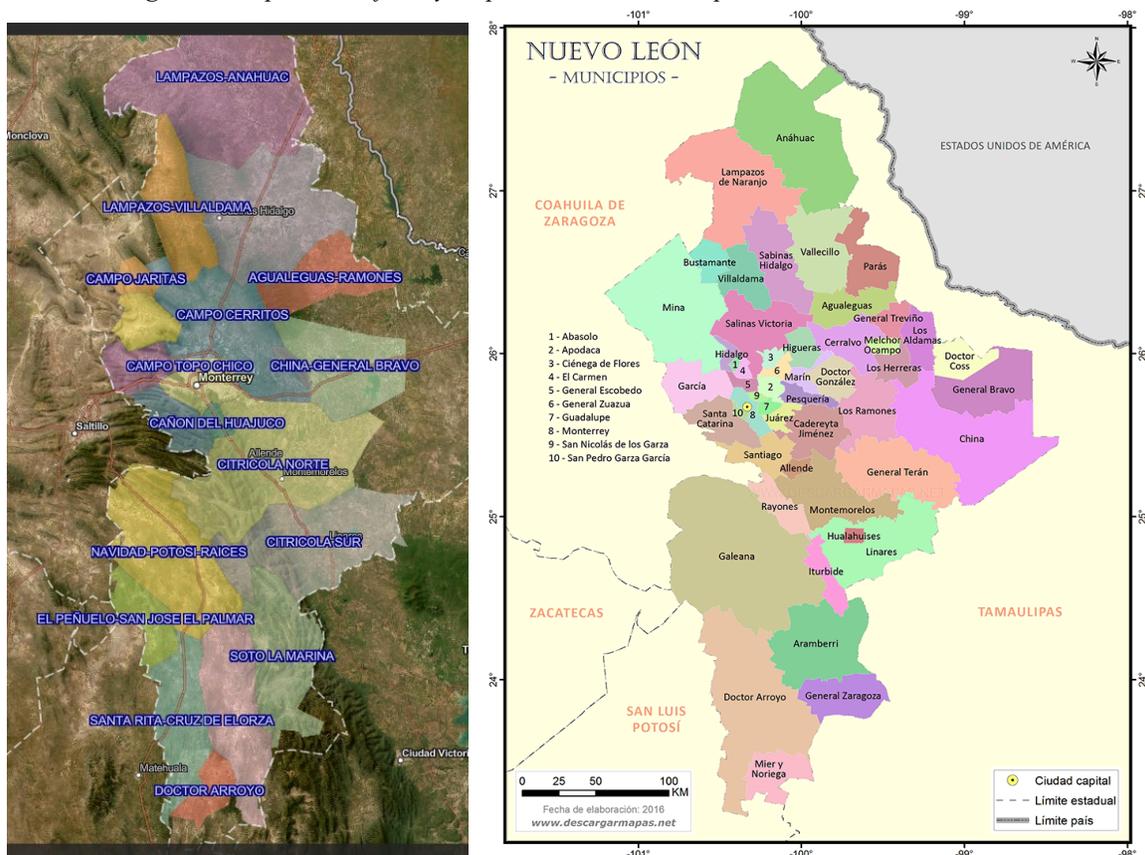
Tabla 1. Acuíferos del estado de nuevo león, recargas, extracción y disponibilidad anual 2020

Acuífero	Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea (DMA) hm ³ /año	Descarga Natural Comprometida (DNC) hm ³ anuales	Recarga Media Anual (R) hm ³ /año	Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (VEAS) hm ³ anuales
1901 Lampazos - Villaldama	-13.28	8.00	20.50	25.78
1902 Sabinas -Parás	-76.24	17.70	46.00	104.54
1903 Lampazos - Anáhuac	37.88	18.00	66.60	10.72
1905 Agualeguas - Ramones	4.21	0.00	35.30	31.09
1906 Área Metropolitana de Monterrey	-11.51	45.80	143.70	109.41
1907 Campo Buenos Aires	-5.80	0.00	57.00	62.80
1908 Campo Mina	-7.81	0.00	24.00	31.81
1909 Campo Durazno	-1.48	0.00	9.60	11.08
1910 Campo Topo Chico	0.26	0.00	3.50	3.24
1911 Cañón del Huajuco	-1.93	0.00	26.80	28.73
1912 Citrícola Norte	-65.39	7.90	336.70	394.19
1913 China - General Bravo	4.94	0.00	23.90	18.96
1914 Citrícola Sur	-89.20	47.10	75.10	117.20
1915 Soto La Marina	1.09	73.10	84.00	9.81
1916 Navidad - Potosí - Raíces	-72.72	0.00	88.80	161.52
1917 Sandía - La Unión	-10.35	0.00	25.80	36.15
1918 Campo Jaritas	2.74	0.00	2.90	0.16
1919 Campo Cerritos	-1.54	0.00	3.00	4.54
1920 Campo Papagayos	0.49	0.00	2.50	2.01
1921 El Peñuelo - San José El Palmar	9.00	0.00	9.00	0.00
1922 Santa Rita - Cruz de Elorza	26.18	0.00	27.60	1.42
1923 Doctor Arroyo	12.17	0.00	13.40	1.23
1924 El Carmen - Salinas -Victoria	-35.86	6.20	53.90	83.56
Suma	-294.15	223.8	1179.6	1249.95

Fuente: elaborado con información de acuíferos de la Comisión Nacional del Agua 2020.

Una de las dificultades que enfrentó la presente investigación fue la presentación de información de los déficits de recargas de agua desagregado por acuífero los cuales pueden incluir a varios municipios de la entidad.

Figura 1. Mapa de acuíferos y mapa de división municipal del estado de Nuevo León.



Fuente: Comisión Nacional del agua 2020 y mapa de municipios del estado de Nuevo León

Para ajustar la información se analizaron los acuíferos y los municipios que los integran, se estimó la sumatoria del déficit o superávit de agua por municipio del total de los acuíferos que están en sus límites territoriales (anexo 1).

Componente Social

De acuerdo con Picket et al. (2004) además se tendría que analizar el componente social, en este sentido se identificaron las siguientes variables con desagregación municipal para 2020, Población por municipio y personas que no disponen de agua potable de información de la medición de pobreza multidimensional del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

Respecto a la población, se identificó que el estado de Nuevo León contaba en 2020 de acuerdo con información de CONEVAL con 5,460,396.00 habitantes en el estado de los cuales el 78.18 por ciento habita en 8 municipios de los 51 que conforman el estado (Monterrey, Apodaca, Guadalupe, Juárez, Gral. Escobedo, García, San Nicolás y Santa Catarina).

Tabla 2. Habitantes por municipio de Nuevo León 2020.

Municipio	Población	Municipio	Población	Municipio	Población
Monterrey	1,077,143	Santiago	43,027	Lampazos de Naranjo	5,051
Apodaca	615,244	Galeana	36,675	Marín	4,832
Guadalupe	605,520	Dr. Arroyo	36,482	Bustamante	3,456
Juárez	465,811	Sabinas		Villaldama	3,373
Gral. Escobedo	456,708	Hidalgo	30,717	Aguaqueguas	3,193
García	386,358	Allende	30,438	Iturbide	3,113
San Nicolás de los Garza	376,222	Anáhuac	16,502	Dr. González	3,074
Santa Catarina	286,198	Hidalgo	14,047	Abasolo	2,807
Pesquería	140,136	Aramberri	13,638	Rayones	2,244
San Pedro Garza García	118,113	Gral. Terán	13,520	Los Herreras	1,849
Cadereyta Jiménez	117,398	China	9,374	Gral. Treviño	1,707
Carmen	97,871	Mier y Noriega	7,223	Vallecillo	1,465
Gral. Zuazua	96,513	Cerralvo	6,929	Melchor Ocampo	1,400
Salinas Victoria	83,893	Hualahuisés	6,632	Los Aldamas	1,328
Linares	79,526	Gral. Zaragoza	5,930	Higueras	1,308
Ciénega de Flores	67,016	Mina	5,709	Dr. Coss	1,284
Montemorelos	61,259	Gral. Bravo	5,198	Parás	855
		Los Ramones	5,087		

Fuente: elaborado con información de CONEVAL 2020.

Otro componente social que se identificó que el número de personas que no disponen de agua potable en sus hogares en 2020 se identificó que 40,372 personas en el estado no contaban con el servicio de agua potable en sus viviendas.

Tabla 3. Personas que no cuentan con agua potable en sus viviendas por municipio 2020.

Municipio	No disponen	Municipio	No disponen	Municipio	No disponen
Dr. Arroyo	10,544	Carmen	479	Rayones	78
Galeana	5,269	Anáhuac	435	Hualahuisés	61
Gral. Escobedo	2,872	Salinas Victoria	382	Villaldama	61
Monterrey	2,433	Gral. Terán	349	Iturbide	56
Guadalupe	1,925	Apodaca	336	Abasolo	54
Mier y Noriega	1,623	Sabinas Hidalgo	308	Bustamante	53
Juárez	1,461	Mina	307	Dr. Coss	50
García	1,425	Gral. Zuazua	295	San Pedro Garza García	47
Gral. Zaragoza	1,275	Gral. Bravo	206	Vallecillo	36
Linares	1,189	Allende	177	Marín	35
Cadereyta Jiménez	1,125	Hidalgo	158	Los Herreras	31

Aramberri	1,011	Los Ramones	148	Los Aldamas	30
Santiago	790	Cerralvo	99	Gral. Treviño	29
Santa Catarina	774	Ciénega de Flores	97	Agualeguas	25
Montemorelos	697	Dr. González	91	Parás	16
China	689	San Nicolás de los Garza	87	Higueras	11
Pesquería	551	Lampazos de Naranjo	82	Melchor Ocampo	10

Fuente: elaborado con información de CONEVAL 2020.

Componente Económico

Al realizar la minería de datos en materia elementos productivos y económicos, se identificaron variables vinculadas con la producción y el uso de agua en el censo económico de 2019 de INEGI con desagregación municipal, estas son:

1. Producción bruta total (millones de pesos): Es el valor de todos los bienes y servicios producidos o comercializados por la unidad económica como resultado del ejercicio de sus actividades, comprendiendo el valor de los productos elaborados; el margen bruto de comercialización; las obras ejecutadas; los ingresos por la prestación de servicios, así como el alquiler de maquinaria y equipo, y otros bienes muebles e inmuebles; el valor de los activos fijos producidos para uso propio, entre otros. Incluye la variación de existencias de productos en proceso. Los bienes y servicios se valoran a precios productor.
2. Consumo de agua (millones de pesos): Es el importe por el consumo de agua suministrada por la red municipal o por pipas, ya sea para el consumo humano o empleada en el proceso productivo.

Al analizar la información, 13 municipios del estado de Nuevo León concentran el 98 por ciento de la producción y del pago de consumo de agua, estos se presentan en la siguiente tabla, se observó una razón del pago de agua respecto a la recaudación de 0.4 por ciento en promedio para los 51 municipios del estado, destaca el caso de Cadereyta el cual presenta una razón superior de 1.2 por ciento.

Tabla 4. Producción bruta y consumo de agua en millones de pesos por municipio 2019.

Municipio	Producción bruta total millones de pesos	Consumo de agua empresas millones de pesos	Pago de agua y producción bruta
Monterrey	6,400,577.64	12,991.77	0.2%
Gral. Escobedo	1,299,349.34	8,730.91	0.7%
Apodaca	2,992,702.85	8,569.65	0.3%
Cadereyta Jiménez	661,046.19	7,769.64	1.2%
San Nicolás de los Garza	2,151,253.66	7,477.16	0.3%

Guadalupe	1,353,316.03	4,549.72	0.3%
Santa Catarina	1,637,052.29	3,400.59	0.2%
San Pedro Garza García	1,546,182.94	3,213.99	0.2%
García	541,394.52	1,652.53	0.3%
Pesquería	839,195.98	853.13	0.1%
Gral. Zuazua	276,068.92	527.63	0.2%
Juárez	106,598.53	406.68	0.4%
Salinas Victoria	126,356.91	268.08	0.2%
Resto de los 38 municipios	502,947.06	1,318.26	0.3%

Fuente: Elaborado con información del Censo Económico 2019.

Programas Sustentables Municipales del Manejo de Agua

Se identificó en el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2021 la información de Programas orientados a la gestión sustentable del servicio de agua potable para los 51 municipios del estado de Nuevo León de manera desagregada que nos indica que 15 municipios cuentan con un programa sustentable del manejo de agua en el estado.

Tabla 5. *Municipios que contaban con programa sustentable de manejo de agua potable.*

Municipio	Cuenta con programa
Apodaca	1
China	1
Galeana	1
Gral. Escobedo	1
Gral. Terán	1
Guadalupe	1
Linares	1
Marín	1
Mier y Noriega	1
Montemorelos	1
Monterrey	1
Pesquería	1
Sabinas Hidalgo	1
Vallecillo	1
Villaldama	1

Fuente: elaborado con información de INEGI. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2021. Tabulados básicos

Relación entre las Variables

Al analizar las variables sociales, económicas y ecológicas y su vinculación con los planes de los 10 primeros municipios en cuanto a la suma del déficit o superávit en los cuerpos de agua que tocan sus límites administrativos municipales se identificó que solo cuatro presentaban un plan sustentable, respecto a los 10 municipios con mayor población solamente 5 presentaban planes, respecto a los 10 municipios que presentan el mayor número de personas sin acceso de agua potable solo 6 cuentan con un plan y de los 10 municipios que facturan mayor cantidad de consumo vinculado a actividades económicas solo 5 cuentan con un programa sustentable del manejo de agua.

Tabla 6. Relación de 10 municipios con mayor participación por componente y la identificación de programas sustentables de manejo de agua.

Municipio	Déficit o superávit cuerpos hídricos hm ³ /año	Programa	Municipio	Personas que no disponen de agua potable	Programa
Galeana	-236.57	1	Dr. Arroyo	10,544	0
Montemorelos	-154.59	1	Galeana	5,269	1
Salinas Victoria	-126.92	0	Gral. Escobedo	2,872	1
Juárez	-112.77	0	Monterrey	2,433	1
Cadereyta Jiménez	-101.25	0	Guadalupe	1,925	1
Los Ramones	-95.82	0	Mier y Noriega	1,623	1
Hualahuis	-89.20	0	Juárez	1,461	0
Linares	-89.20	1	García	1,425	0
Sabinas Hidalgo	-76.24	1	Gral. Zaragoza	1,275	0
Parás	-72.02	0	Linares	1,189	1
		4			6
Municipio	Población	Programa	Municipio	Consumo de agua empresas millones de pesos	Programa
Monterrey	1,077,143	1	Monterrey	\$ 12,991.77	1
Apodaca	615,244	1	Gral. Escobedo	\$ 8,730.91	1
Guadalupe	605,520	1	Apodaca	\$ 8,569.65	1
Juárez	465,811	0	Cadereyta Jiménez	\$ 7,769.64	0
Gral. Escobedo	456,708	1	San Nicolás de los Garza	\$ 7,477.16	0
García	386,358	0	Guadalupe	\$ 4,549.72	1
San Nicolás de los Garza	376,222	0	Santa Catarina	\$ 3,400.59	0
Santa Catarina	286,198	0	San Pedro Garza	\$ 3,213.99	0
Pesquería	140,136	1	García	\$ 1,652.53	0
San Pedro Garza	118,113	0	Pesquería	\$ 853.13	1
		5			5

Fuente: elaborado con información de CONEVAL, INEGI y CONAGUA para 2019 y 2020.

De acuerdo con la información identificada para 2019 y 2020 con desagregación municipal, vinculada a los tres aspectos de la sustentabilidad en la Ley de Aguas Nacionales se corrió un modelo simple entre las variables de planeación, componente social, económico y ecológico.

Resultados del Modelo

Con el objetivo de utilizar la información recabada se utilizó un modelo de mínimos cuadrados ordinarios para analizar la relación entre las variables anteriormente identificadas. El modelo presentó un inconveniente importante el cual se vincula con la complejidad de la distribución de los mantos acuíferos entre los municipios del estado, en este sentido la generación de un plan o programa resiliente de manejo hídrico de los acuíferos puede implicar hasta 15 municipios como el caso del cuerpo 1923 El Carmen - Salinas -Victoria.

Se corrió el modelo utilizando una regresión de mínimos cuadrados ordinarios, la variable programas como dependiente, la población y las personas sin acceso a agua potable como componente social, producción bruta y costo de agua de empresas como componente económico, por último, el déficit o superávit de los acuíferos en el municipio como componente ecológico (anexo 2).

El modelo presentó una R cuadrada muy baja de 19.17 puntos, en cuanto a las variables, solamente el déficit o superávit resultó significativo al 10 por ciento, lo que podría indicar que ante déficits de los acuíferos los municipios que lo integran estarán más dispuestos a generar un plan sustentable de manejo del agua, lo que se vincula con la teoría de la resiliencia de enfrentar perturbaciones para mantener el sistema en funcionamiento.

Conclusión

La principal conclusión de este estudio es la necesidad de generar planes regionales para el manejo sustentable del agua en Nuevo León, se observó que existe un problema en el manejo de los acuíferos en el estado ya que 13 de los 23 registran déficits de recarga en 2020 y en agregado los 23 presentan un déficit total de 294.15 hectómetros cúbicos de agua al año.

Lo anterior representa un problema para mantener la operatividad del sistema social, económico y ambiental de la entidad, de acuerdo con la teoría de planes es necesario contar con un buen liderazgo y cultura para responder de manera adecuada a los imprevistos (Pizzo, 2015) lo anterior por medio de generación de planes para enfrentar dichas perturbaciones.

De acuerdo con el presente documento no se identificó una relación entre municipios que tienen dentro de su territorio acuíferos con déficit, altos niveles de población, de acceso de la población al

agua potable, del valor de la producción y del consumo de las empresas de agua y la generación de planes sustentables de manejo de agua.

La conclusión final es la necesidad de generar sinergias estatales para integrar programas regionales de manejo sustentable del agua y la necesidad de estrategias para mejorar la recarga de acuíferos, toda vez que un mismo puede integrar a 15 municipios como el caso del 1924 el Carmen-Salinas-Victoria por lo que la cooperación y el liderazgo y cultura implicará la participación de diversos actores en el estado para atender de manera resiliente el uso del agua en Nuevo León.

Se desprenden de esta investigación líneas de investigación que permitan cuantificar el aporte de la planeación regional de manera cualitativa al manejo sustentable de los recursos hídricos por acuífero, así como la identificación normativa de la generación de planes y programas de manejo sustentable del agua en el estado de Nuevo León.

Referencias

- Acselrad, H. (1999). Sustentabilidad y ciudad. *EURE (Santiago)*, 25(74), 36–46. <https://doi.org/10.4067/S0250-71611999007400003>
- CONAGUA 2020, Aguas subterráneas y acuíferos Nuevo León, recuperado de: <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/nleon/nleon.html>
- CONEVAL. (2020). *Informe de pobreza Nuevo León 2020*. <https://www.coneval.org.mx/quienessomos/InvestigadoresAcademicos/Paginas/Investigadores>
- Consejo Consultivo del Agua. (n.d.). *Diagnósticos del agua*. Recuperado de: <https://www.aguas.org.mx/>
- INEGI, Censos Económicos 2019, recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>
- INEGI, 2021, Censo Nacional de gobiernos municipales, recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2021/>
- LEY DE AGUAS NACIONALES.
- Esparza, M. (2013). La sequía y la escasez de agua en México_ Situación actual y perspectivas futuras. *Secuencia*.
- Friedmann, J. (2008). The uses of planning theory: A bibliographic essay. *Journal of Planning Education and Research*, 28(2), 247–257. <https://doi.org/10.1177/0739456X08325220>
- Holling, C. S. (1973). RESILIENCE AND STABILITY + 4050 OF ECOLOGICAL SYSTEMS. In *Source: Annual Review of Ecology and Systematics* (Vol. 4).
- Leigh, N. G., & Lee, H. (2019). Sustainable and resilient urban water systems: The role of decentralization and planning. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su11030918>
- Ortega-Gaucin, D. (2013). *CIENCIA Y SOCIEDAD*. www.a7.com.mx
- Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., & Grove, J. M. (2004). Resilient cities: Meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms. *Landscape and Urban Planning*, 69(4), 369–384. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.035>
- Pizzo, B. (2015). Problematizing resilience: Implications for planning theory and practice. *Cities*, 43, 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.11.015>
- Sisto, N. P. (2010). *Manejo sustentable del uso de agua y crecimiento urbano* (Issue 1).

Anexo 1

Nmun	Municipio/ acufero	1901 Lampazos - Villaldama	1902 Sabinas - Parás	1903 Lampazos - Anáhuac	1905 Agualeguas - Ramones	1906 Área Metropolitana de Monterrey	1907 Campo Buenos Aires	1908 Campo Mina	1909 Campo Durazno	1910 Campo Topo Chico	1911 Cañón del Huajaco	1912 Ctrícola Norte	1913 China - General Bravo	1914 Ctrícola Sur	1915 Soto La Marina	1916 Navidad - Potosí - Raíces	1917 Sandía La Unión	1918 Campo Jaritas	1919 Campo Cerritos	1920 Campo Papagayos	1921 El Peñuelo - San José El Palmar	1922 Santa Rita - Cruz de Elorza	1923 Doctor Arroyo	1924 El Carmen - Salinas - Victoria	Suma	
1	Abasolo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	Agualeguas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	-43.7	
3	Los Aldamas	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	
4	Allende	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.4	
5	Anáhuac	0.0	0.0	37.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.9	
6	Apodaca	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	-47.4	
7	Aramberri	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	-10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.3	
8	Bustamante	-13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-13.3	
9	Cadereyta JI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.4	
10	Carmen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	
11	Cerralvo	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	
12	Ciénega de F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	-37.4	
13	China	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	
14	Dr. Arroyo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	26.2	12.2	0.0	37.0
15	Dr. Coss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	
16	Dr. González	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
17	Galeana	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.4	0.0	-89.2	1.1	-72.7	-10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-236.6	
18	García	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.8	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	-0.3	
19	San Pedro G	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	
20	Gral. Bravo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	
21	Gral. Escobedo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	-35.6
22	Gral. Terán	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.4	
23	Gral. Treviño	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	
24	Gral. Zaragoza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	
25	Gral. Zuazua	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	-37.4
26	Guadalupe	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	
27	Los Herreras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	
28	Higueras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	-37.4
29	Hualahuisés	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-89.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-89.2
30	Iturbide	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	
31	Juárez	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	-112.8
32	Lampazos de	-13.3	0.0	37.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.6	
33	Linares	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-89.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-89.2	
34	Marín	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	-35.9
35	Melchor Oca	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36	Mier y Nori	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	0.0	1.8	
37	Mina	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	-40.9
38	Montemore	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.4	0.0	-89.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-154.6
39	Monterrey	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.9
40	Parás	0.0	-76.2	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-72.0
41	Pesquería	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	-35.9
42	Los Ramone	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.4	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	-35.9	-95.8
43	Rayones	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.4
44	Sabinas Hid	0.0	-76.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-76.2
45	Salinas Victo	-13.3	-76.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	-126.9
46	San Nicolás	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.2
47	Hidalgo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.9	-35.9
48	Santa Catarina	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.5	-5.8	0.0	-1.5	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-20.7
49	Santiago	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	-65.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-67.3
50	Vallcillo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	Villaldama	-13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-13.3

Anexo 2

```
. regress programas pob2020 nodisponendeaguaentubada Producción consumodagempr defsup
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	48
Model	1.9006301	5	.38012602	F(5, 42)	=	1.99
Residual	8.01603657	42	.190858014	Prob > F	=	0.0997
				R-squared	=	0.1917
				Adj R-squared	=	0.0954
Total	9.91666667	47	.210992908	Root MSE	=	.43687

programas	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pob2020	3.88e-07	6.87e-07	0.56	0.575	-9.98e-07	1.77e-06
nodisponendeaguaentubada	.0000296	.0000382	0.77	0.443	-.0000475	.0001066
Producción	8.26e-08	1.57e-07	0.53	0.602	-2.34e-07	3.99e-07
consumodagempr	-7.98e-06	.0000502	-0.16	0.874	-.0001093	.0000933
defsup	-.0023253	.0012532	-1.86	0.071	-.0048543	.0002038
_cons	.1106811	.0879214	1.26	0.215	-.0667515	.2881137