



**Modificaciones territoriales por procesos de  
urbanización y aprovechamiento de aguas  
residuales: Implicaciones socio ambientales en el  
ejido de Soledad.**

**TESIS**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA

**PRESENTA**  
Rebeca Arellano Moctezuma



---

**Modificaciones territoriales por procesos de  
urbanización y aprovechamiento de aguas  
residuales: Implicaciones socio ambientales en el  
ejido de Soledad.**

**TESIS**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA

**PRESENTA**  
Rebeca Arellano Moctezuma

**DIRECTOR DE TESIS**  
Dr. German Santacruz de León.

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
<i>Gracias</i> .....	4
<b>Introducción</b> .....	5
<b>Capítulo 1. Modificaciones territoriales por procesos de urbanización: acercamientos conceptuales.</b> .....	12
<i>1.1. La extensión de la ciudad como parte de un proceso de urbanización.</i> .....	12
<i>1.2. El impacto del Proceso de urbanización en la transformación territorial.</i> .....	14
<i>1.3. Modificaciones territoriales que se desprenden de una configuración hidrosocial</i> .....	19
<i>1.4. Dinámicas de flujo de aguas residuales en la agricultura desde una perspectiva del metabolismo urbano y social.</i> .....	22
<i>Consideraciones finales</i> .....	26
<b>Capítulo 2. Políticas públicas para la gestión y el aprovechamiento de las aguas residuales en Latinoamérica.</b> .....	29
<i>2.1. Políticas públicas para la gestión administrativa del aprovechamiento de agua residual.</i> 29	
<i>2.2. El agua residual como recurso factible en la agricultura de riego.</i> .....	34
<i>2.3. Las plantas de tratamiento de agua residual, dos ejemplos de la inoperancia.</i> .....	41
2.3.1. <i>El caso mexicano</i> .....	44
2.3.2. <i>El caso peruano</i> .....	46
<i>Consideraciones finales</i> .....	48
<b>Capítulo 3. Proceso de urbanización de la zona metropolitana de S. L. P- S. G. S: Sus modificaciones territoriales, generación y aprovechamiento de aguas residuales.</b> .....	52
<i>3.1. Ejidos y expansión urbana en México, breve descripción.</i> .....	52
<i>3.2. La zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez: la extensión de una ciudad</i> .....	56
<i>3.3. Evolución del aprovechamiento de aguas residuales en el ejido Soledad.</i> .....	60
3.3.1. <i>Localización y conformación del ejido Soledad.</i> .....	60
3.3.2. <i>Repartición del agua residual en el ejido de Soledad: Decreto de 1959</i> .....	62
3.3.3. <i>Hidrología superficial y subterránea del ejido de Soledad y la gestión del agua residual.</i> .....	66
3.3.4. <i>Uso de suelo en el ejido de Soledad.</i> .....	73

<i>3.4. Modificaciones territoriales por procesos de urbanización y su impacto en el ejido de Soledad</i> .....	77
<i>Consideraciones finales</i> .....	80
<b>Capítulo 4. Implicaciones socio ambientales del uso de aguas residuales en la agricultura: una mirada interna al conflicto en la organización del ejido de Soledad.</b> .....	82
<i>4.1. Implicaciones socio ambientales del uso de agua residual en la agricultura.</i> .....	82
<i>4.2. Transformaciones territoriales del ejido de Soledad a través del uso de aguas residuales en agricultura de riego.</i> .....	91
<i>4.3. Los ejidatarios de Soledad: Una mirada a la organización, resistencia y adaptación del uso de aguas residuales en la agricultura de riego.</i> .....	102
<i>Consideraciones finales</i> .....	120
<b>Conclusiones</b> .....	123
<b>Bibliografía</b> .....	127
<b>Anexos</b> .....	139
<b>Listado de Entrevistados</b> .....	141
<b>Carta expedida para recorrer libremente el ejido de Soledad.</b> .....	142

## Índice de Mapas

Mapa 1. Crecimiento de la superficie de la Zona metropolitana de S. L. P - S. G. S de 1975-2010	59
Mapa 2. Localización del ejido Soledad	60
Mapa 3. Zonificación de áreas irrigadas en la zona urbana y suburbana del municipio de Soledad de Graciano Sánchez	62
Mapa 4. Repartición del agua negra urbana según el decreto de 1959	64
Mapa 5. Corrientes, flujos y escorrentías en el ejido Soledad	67
Mapa 6. Hidrología superficial y subterránea y unidades oficiales y no oficiales para la gestión del agua en el ejido de Soledad	69
Mapa 7. Precipitación y Rango pluvial en el ejido de Soledad	70
Mapa 8. Climas predominantes en el ejido de Soledad	74
Mapa 9. Uso de suelo y vegetación presente en el ejido de Soledad	76
Mapa 10. Crecimiento de la superficie de la zona metropolitana de Soledad de Graciano Sánchez y su cercanía al ejido de Soledad	78

Mapa 11. Superficie agrícola presente en el ejido de Soledad en 1984	99
Mapa 12. Superficie agrícola presente en el ejido de Soledad en 2005	100
Mapa 13. Superficie agrícola presente en el ejido de Soledad en 2016	101
Mapa 14. Canales de riego en la zona urbana y suburbana en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez	114
Mapa 15. Sistema de riego y zonificación por canales en el ejido del Soledad	116

### **Índice de Tablas**

Tabla 1. Intervención en materia de aguas en el arreglo constitucional federal	31
Tabla 2. Composición de tipos de agua residual y su descarga	38
Tabla 3. Uso indirecto de aguas residuales en agricultura los países de México y Perú	50
Tabla 4. Crecimiento de la Zona Metropolitana de S.L.P-S. G. S	59
Tabla 5. Repartición de agua negra en el ejido de Soledad por decreto de 1959	63
Tabla 6. Población total del municipio de Soledad de Graciano Sánchez 1970-2010...	79
Tabla 7. Población total del ejido de Soledad de 1970-2010	98
Tabla 8. Calendario agrícola del ejido de Soledad a través de la mirada campesina	111
Tabla 9. Fuentes de agua residual del ejido de Soledad	115

### **Índice de Figuras**

Figura 1. Niveles institucionales de formulación y ejecución de políticas para la gestión de aguas residuales	30
Figura 2. Clasificación y origen de aguas residuales municipales	36
Figura 3. Sistemas de tratamiento de agua residual utilizadas en México	45
Figura 4. Modelo institucional mexicano de gestión del agua y su carácter en San Luis Potosí a nivel local (Ejido de Soledad)	72
Figura 5. Organización de acuerdo con la mirada campesina dentro del ejido de Soledad	105

## **AGRADECIMIENTOS**

*A todas las personas que hicieron posible el desarrollo y conclusión de este proyecto de investigación, en especial a los miembros del Comisariado del Ejido Soledad de Graciano Sánchez; Presidente Raymundo Gaytán Moreno; Secretario Gabino Sánchez Hernández y Tesorero Arturo Rocha Muñiz; a miembros del ejido José Gaytán Santillán; Antonio Torres Sánchez y Manuel Hernández Torres sin los cuales el trabajo de campo y entrevistas no hubieran sido posibles con tanta facilidad como se dieron, quienes me brindaron las comodidades y accesibilidad para llevar a cabo entrevistas y me facilitaron material de gran ayuda para esta tesis.*

*Gracias por su apoyo y enseñanza a mi director de tesis Dr. German Santacruz de León y a mis sinodales Dra. Claudia Cirelli y Dr. Francisco Javier Peña por sus aportaciones. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme brindado la beca nacional correspondiente del 2017 al 2019, muchas gracias por su apoyo.*

*A mi familia por el apoyo y comprensión para terminar este proyecto, los quiero mucho y les dedico esta tesis a mis padres Cipriana Moctezuma Padrón y Juan Arellano Sandoval, el cual ya no está para ver este texto pero que siempre me apoyo, espero que desde donde estés te sientas orgulloso, a mis hermanos y a mi sobrino.*

*A Hugo Gerardo Blanco Loredó por brindarme su ayuda y acompañamiento en trabajo de campo en mis andanzas. A mis compañeros y amigos de la Maestría de Gestión Sustentable del Agua, Hugo, Perla, Octavio, Francisco, Paola y Mónica, gracias chicos por sus aportes, tiempo y enseñanzas y por formar parte de esta aventura y siempre quedarán en mis recuerdos.*

*Agradezco a Dios por darme las fuerzas y perseverancia por alcanzar mis sueños.*

**Gracias**

## **Introducción**

Esta investigación se centra en el ejido de Soledad, que desde siempre ha usado el agua residual, la cual forma parte de un sistema de flujos hídricos dentro del ciclo hidrosocial que se transforma dentro de la Zona Metropolitana de San Luis – Soledad de Graciano Sánchez (ZMS. L. P. -S. G. S), dicha ciudad se ha expandido como parte de una red urbana que genera una visión de desarrollo con un futuro prometedor a nivel económico dentro del país.

En 1959 se firmó un decreto por parte del presidente en turno Adolfo López Mateos que otorgó a cuatro grupos (3 ejidos y una cooperativa) el derecho al uso de agua negra para riego, dando un fundamento jurídico a una práctica ya realizada desde los años veinte en dichas zonas. En especial, al ejido de Soledad, que cuenta con 8,506.936778 Ha de superficie total de acuerdo con el Padrón de Historial de Grupos Agrarios (PHINA), dicho ejido cuenta con la mayor superficie dentro de la zona metropolitana; tiene asignado, de acuerdo con el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), un volumen de 30,000.00 m<sup>3</sup>/año para uso agrícola.

La actividad agrícola que se practica en el ejido de Soledad ha servido como “filtro natural” para la ciudad, liberando de agua sucia a ésta y redirigiéndola a zonas en la periferia que generan un paisaje agrícola de aprovechamiento a nivel local. En su decreto de repartición el volumen de agua residual con la que contaba era de “1.724,514.0 millones de metros cúbicos anuales en 126 Ha beneficiadas” (Diario Oficial de la Federación 14 de noviembre de 1959), favoreciendo a los usuarios de la misma; pero las nuevas normativas han generado una amenaza para la vida agrícola y la organización interna dentro del ejido, por la constante incertidumbre de un agua de origen residual, por los cambios en la configuración de los canales de riego y la incompatibilidad del campo y la ciudad con respecto al manejo y mantenimiento de los mismos, así como el incremento de la mancha urbana.

Es ahí cuando aparecen los conflictos socio ambientales dentro del ejido por el uso de agua residual en las cosechas (principalmente en forrajes de tallo bajo); además, de problemas de paisaje rural mezclado con la nueva infraestructura urbana que no congenia

con la primera, teniendo disyuntivas tan frágiles entre políticas públicas y una visión campesina del recurso tan valioso para el agricultor del ejido de Soledad.

De manera que el objetivo de la investigación es identificar y analizar las implicaciones socio ambientales por procesos de urbanización que transforman el territorio, que a su vez generan volúmenes de agua residual fomentando así el aprovechamiento para uso agrícola en el ejido de Soledad. Para ello, se busca responder a la siguiente pregunta, ¿Cuáles han sido las modificaciones territoriales debido a los procesos de urbanización, sus causas y efectos en la pérdida de superficie agrícola y en el aprovechamiento de aguas residuales en el ejido de Soledad? Lo anterior considerando que analizar el proceso de urbanización permite revelar los posibles factores que explican la transformación urbano–rural que se presenta en la zona de estudio.

Los objetivos particulares, que se desarrollan en cada capítulo, son los siguientes:

- ❖ Analizar el proceso de urbanización, en donde confluyen varios aspectos tales como lo social, político, económico y cultural que ejercen cambios en el territorio urbanizado. El primer capítulo ofrece, un estado de la cuestión sobre la ciudad y de cómo el proceso de urbanización se refleja en la expansión de esta. En segundo lugar, se presenta una breve discusión teórica centrada en los conceptos “ciclo hidrosocial” y “metabolismo social” (urbano).
- ❖ En el segundo capítulo se analiza la participación de los entes políticos en la distribución y aprovechamiento del agua residual usada en la agricultura de riego, considerando que el papel que juegan las políticas públicas en una adecuada gestión del agua residual es importante para comprender cómo se aprovechan las mismas en países de Latinoamérica en la actualidad.
- ❖ En el tercer capítulo se analizan los procesos de urbanización acelerados, que han modificado el territorio de un ejido dentro de una zona metropolitana, generando así el aprovechamiento de agua residual para la agricultura de riego, así también se muestra un recorrido histórico y geográfico de la expansión de la ciudad sobre el campo, en un ejido en México. Así mismo, se revisa la singularidad geográfica e histórica del municipio de Soledad de Graciano Sánchez con el propósito de explicar, a su vez, la singularidad de los cambios geográficos e históricos que ha



tenido este municipio en el cual las nuevas colonias o fraccionamientos han modificado el suelo agrícola a urbano.

- ❖ En el cuarto capítulo se analiza el uso del agua residual en la agricultura y su distribución, así como las disputas y conflictos entre los ciudadanos de las urbes, el campo y en la organización interna de los usuarios del agua. Se incorpora la mirada campesina del uso y aprovechamiento de las aguas residuales en la agricultura, así como la implementación de vías alternas para la contención del deterioro ambiental en tierras agrícolas y en los efluentes que se utilizan para esta actividad.

La hipótesis de la investigación busca mostrar que las transformaciones por procesos de urbanización en la zona metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez (ZMSLP – SGS), las cuales han generado nuevas configuraciones territoriales en sus zonas periurbanas, reflejan implicaciones sobre los espacios ejidales (disminución constante de la superficie agrícola) y modifican, a su vez, la gestión y el aprovechamiento de las aguas residuales, transformando así las áreas agrícolas irrigadas por medio de canales de riego con dichas aguas en el ejido de Soledad, ello ha generado resistencias y conflictos, alterando así la organización interna en el ejido.

Esta investigación pretende aproximarse al enfoque interdisciplinario para integrar lo social, ambiental y político, “desde la construcción de un conocimiento generalizado de los procesos que organizan la sociedad y registra las especificidades de cada contexto” (Cirelli, 2004: 12), para así realizar un análisis desde lo local para poder vislumbrar las variaciones históricas que transforman el territorio. Así mismo adhiriendo la comprensión y el análisis de las implicaciones de las políticas públicas en la gestión y aprovechamiento de las aguas residuales en el uso agrícola y así poder visualizar el fenómeno de urbanización en el lugar de estudio.

En esta investigación la composición social tiene un peso importante ya que debido a la formación académica como profesional en geografía se considera que para tener la visión de un problema se debe tener en cuenta que “todo conocimiento es contextual pero el contexto es una construcción social dinámica, producto de una historia que nada tiene que ver con el determinismo arbitrario del origen” (Boaventura 2006: 57). La descripción de los hechos en el baraje social debe ser analizado desde un trabajo a conciencia desde lo

interdisciplinario para entender los problemas ambientales, sociales y políticos con respecto al uso y aprovechamiento del agua residual en la agricultura y entender así el carácter en la gestión y dinámica de las organizaciones dentro del carácter espacial y temporal del problema.

Esta tesis es un estudio en específico a nivel local para entender la transformación del territorio desde un proceso de urbanización en un territorio en donde el agua residual es un elemento fundamental para el cambio y las modificaciones que se vienen en el ejido de Soledad. Como menciona Cirelli “el territorio resulta de la yuxtaposición y acumulación de las acciones de las políticas públicas y de la intervención de grupos locales, pero también de la articulación, adaptación e imbricaciones de las estrategias de los actores con la acción pública” (Cirelli, 2004: 13); es por ello que se hace un repaso por las diferentes etapas que dan acceso a la reconstrucción y el aprovechamiento por parte de los grupos locales que integran la organización del reparto y manejo de las aguas residuales en el ejido, esta decisión se tomó debido a que los comités que se conforman dentro del mismo toman las decisiones sobre el reparto de las mismas y conocen el territorio para la conformación y distribución de tierras y aguas para el desarrollo económico de los actores involucrados.

La metodología de esta investigación es mayormente cualitativa, ya que contiene un trabajo de campo a nivel local, entrevistas a profundidad, observación participante y revisión de documentos para construir la argumentación del trabajo y su análisis que dio pauta para la realización de esta tesis en donde se abordan teorías y posturas conceptuales que ayudan a explicar el problema del proceso de urbanización y la generación de aguas residuales provenientes de la misma en el lugar de estudio, además de ser relevantes para una contextualización sobre el aprovechamiento de dichas aguas en la actividad agrícola y sus implicaciones socio ambientales.

Con la finalidad de llegar a entender el proceso de urbanización se llevó a cabo una etnografía en el lugar de estudio, se trabajó con los miembros del Comisariado ejidal ya que son fuente primordial para entender cómo funciona la organización y administración dentro del ejido con la finalidad de “captar la totalidad de una experiencia biográfica, los cambios en la vida, sus ambigüedades, sus dudas, sus contradicciones, la visión subjetiva y las claves que permitan la interpretación de fenómenos sociales que acompañan la vida del

sujeto” (Reséndiz, 2008: 128), y cómo se realizan los trabajos de repartición de agua residual por medio de los canales de riego a los miembros activos del ejido de Soledad, para ello las cuatro entrevistas realizadas fueron enfocadas en la distribución, los cambios y conflictos con respecto a los canales de riego que llevan agua residual para uso agrícola, esto con el objetivo de caracterizar los procesos de impacto en la calidad y la cantidad de agua residual en las zonas de riego y el impacto de la urbanización en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez.

El impacto de calidad y cantidad se realizó por medio de los testimonios de los entrevistados, su visión particular como usuarios muestra las modificaciones territoriales y sociales que han tenido lugar por el uso de agua residual en el ejido y la intensificación urbana que se viene generando en el municipio de Soledad a través del proceso de urbanización en la ZMS. L. P – S. G. S. Se realizó un escalado de la evolución de los flujos que llevan las aguas residuales usadas en las áreas agrícolas del ejido para conocer su distribución y que den evidencia de su paso desde la Zona metropolitana como agua urbana hasta el paso de agua desechada y su uso agrícola en el ejido de Soledad, la calidad y cantidad no se toma como referente numérico más bien como percepción empírica de los campesinos que la utilizan y cómo ello ha modificado sus dinámicas de aprovechamiento.

El ciclo hidrosocial del ejido de Soledad, se analizó través de la evolución y el recorrido de la transformación de los flujos hídricos sobre la base del sistema urbano y agrícola del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, y se estudió cómo estos elementos de cambio se entrelazan e interactúan para transformar la calidad y cantidad del agua residual de uso agrícola. La revisión constante de la literatura me permitió conocer la importancia de elementos conceptuales para el desarrollo de un análisis para identificar las posturas y medidas de las políticas públicas del marco normativo de aguas nacionales que se han establecido para el tratamiento de aguas residuales y su gestión administrativa, por medio de ello se recabo información de diferentes fuentes bibliográficas como lo son tesis, libros, artículos entre otros que han trabajado el tema referente a aguas residuales, tratamiento del agua urbana, calidad del agua en cuestiones sociales y vivencias de manera empírica por parte de los actores involucrados.

Para validar la información obtenida se acudió a recabar información y se realizó un análisis interpretativo de los datos obtenidos de diferentes instituciones como lo es el Registro Agrario Nacional en San Luis Potosí, en donde se buscó información sobre la conformación y ampliaciones específicas del ejido de Soledad, acuerdos jurídicos legales establecidos, datos sobre catastro municipal de Soledad de Graciano Sánchez, esto con el objetivo de conocer los archivos relacionados al ejido de Soledad de carácter histórico y general como acuerdos de Asambleas, delimitaciones y asignación sobre el uso de aguas residuales.

También se llevó a cabo la revisión de información en instituciones como el Archivo Histórico de San Luis Potosí, con la búsqueda de expedientes relacionados al ejido de Soledad y a la conformación de la ZMSLP-SGS, al igual se realizaron visitas de campo al Archivo Histórico y Biblioteca Central del Agua en la Ciudad de México para buscar información en los fondos documentales, colección de estudios y proyectos con respecto a dotaciones de aguas negras, oficios de distribución y dotación de aguas negras para riego en la ciudad de San Luis Potosí, documentación sobre facultades administrativas y derechos para el uso de aguas en la Sociedad Cooperativa de Compra en Común de Soledad, así como planes y proyectos de saneamiento de aguas de las ciudades de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez desde 1955 hasta 1995 con información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua.

Se obtuvieron datos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) de San Luis Potosí, planos que revelen la intensificación urbana en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, Censos Agropecuarios para identificar tipo de cultivo (hortalizas) y tipo de lote (área verde, zona habitacional y zona comercial), así como la consulta de datos en el Sistema de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP) con la finalidad de verificar datos de cultivos anuales en el municipio de Soledad, censos de población y vivienda desde 1970 hasta el 2010 para conocer la distribución de la población y el análisis del mismo del Ejido de Soledad y del municipio, esto con el fin de darle un sustento al proceso de la investigación.

En base a la información recabada se procedió a la realización de mapas que tienen como objetivo mostrar procesos de intensificación urbana que den cuenta del impacto en la

calidad del agua residual para uso agrícola en el ejido, esto por medio de Sistemas de Información Geográfica (SIG) utilizando el software ArcGIS (ArcMap) que permite hacer interrelaciones entre variables y conexiones completas con los puntos obtenidos por GPS, fotografías (ortofotos).

En base a todo lo anterior se realizó un análisis correspondiente de las etapas de estudio para la obtención de conclusiones que den una validación del problema en el impacto en la calidad de las aguas residuales para uso agrícola y que muestran evidencias de los procesos que los actores y demás elementos mencionados anteriormente para lograr tener una incidencia en dicha transformación en el ejido de Soledad.

## **Capítulo 1. Modificaciones territoriales por procesos de urbanización: acercamientos conceptuales.**

*“La ciudad se extiende desmesuradamente; estalla” (Lefebvre, 2014:127).*

El objetivo del presente capítulo, es analizar los procesos de urbanización a través de las modificaciones territoriales del espacio, basado en fundamentos teóricos que dan pie a visualizar el trasfondo de los cambios en la zona de estudio, desde el significado de una ciudad, a como se transforma y pasa por una urbanización extendida, la cual genera cambios en la configuración del campo agrícola y modifica los causes del agua residual utilizada para el riego.

Por medio de teorías se contextualiza la periferia de una ciudad que pasa por procesos de urbanización, las consecuencias que se generan, tales como el crecimiento demográfico, el desarrollo económico, social y cultural; y de cómo esto afecta a las zonas agrícolas aun existentes en dichas ciudades, en la organización y visión sobre el riego con aguas residuales.

Se analiza la configuración en el ciclo hidrosocial de las aguas residuales, usadas en la agricultura y como han ido modificado el territorio y causan cambios tanto positivos como negativos a su paso, y como las dinámicas de flujo de los causes de aguas residuales cambian la perspectiva sobre el metabolismo urbano y social de los agricultores que usan este recurso.

### ***1.1. La extensión de la ciudad como parte de un proceso de urbanización.***

La ciudad es considerada como parte de un conjunto espacial que depende de actividades como la agricultura, la ganadería o la minería, que se practican en las áreas rurales circundantes y que son proveedoras de materias primas necesarias para el sustento de las actividades secundarias y terciarias que buscan el desarrollo económico acorde a las políticas del Estado.

Los espacios urbanos crecen cada vez más debido al constante crecimiento demográfico que acrecienta la demanda de viviendas, que a la vez genera demanda de agua limpia y, con ello, incrementa la generación de aguas residuales. En este proceso de crecimiento urbano los espacios antes dedicados a la agricultura no son una prioridad social, y eso afecta a los campesinos, los cuales padecen problemas de abastecimiento de agua limpia para riego, falta de espacios agrícolas o despojo de parcelas por expansión de la mancha urbana, lo que puede generar que “la población rural de los alrededores de las grandes ciudades se vea desplazada sin mucha ceremonia al expandirse” (Harvey, 2013: 41), llegando a convertirse en habitantes forzados y marginados de la mancha urbana. Muchos de estos agricultores se ven obligados a retirarse del campo para buscar trabajo en la ciudad (incluso realizan actividades en ambos sitios), esto la convierte en un espacio de “armonía forzada entre lugares y agentes allí instalados” (Santos, 2000: 195), generando una fuerte presión en los campesinos que no se llegan a identificar como sujetos dentro de una ciudad, sino como meros actores secundarios dentro de una maquinaria que los margina.

En la separación del campo y la ciudad se libra una guerra de marchas forzadas influenciando a los actores de cada bando, en donde el campo es visto como la mancha que obstruye el proceso de desarrollo urbano, a este bando le corresponde, de manera despectiva, como menciona Lefebvre (2014: 38), “el trabajo material separado de la inteligencia; a la ciudad le pertenece el trabajo enriquecido y fomentado por el intelecto, incluyendo las funciones de administración y mando”. Pero estas líneas divisoras entre ambos son solo un límite incapaz de separarse, debido a los factores asociados entre ambas, aunque las hace socialmente incompatibles, son un ente disyuntivo que las conforma como un solo conjunto llamado metrópoli.

La ciudad es un núcleo, un satisfactor para realizar actividades que sirvan a los habitantes de los desarrollos urbanos en los que habitan, los cuales no satisfacen estas necesidades por falta de una buena estructura urbana que se vuelve cada vez más demandante para sus habitantes, lo que da por ende un desequilibrio entre la periferia y el centro de una metrópoli. Las periferias metropolitanas, como menciona Aguilar (2003: 65), son aquellas cuyo límite está definido en términos funcionales, a partir de los movimientos

laborales diarios. Esto con base al crecimiento de las zonas de transición, tanto urbanas como rurales que se conglomeran con la zona metropolitana<sup>1</sup>.

En lo que respecta a las periferias, Bazant (2001: 51) menciona que el resultado de una concentración, cuyos factores de producción generan una inversión que se deriva en infraestructura para que las ciudades se distribuyan conforme a la población, siempre está más atraída social y económicamente a la ciudad central, que, se satura hasta ir desplazándose hacia las periferias, entendidas estas desde el punto de vista geográfico, como un proceso de anillos concéntricos<sup>2</sup>. En cada anillo se desarrolla un trabajo específico que sirve de alimentación al centro del anillo para así complementar un sistema que favorezca a todas las partes.

El diseño de una ciudad está basado en la concentración de servicios que la beneficien y le provengan de una gran variedad de elementos para su máximo desarrollo, con ello se busca la satisfacción en la vida de los habitantes que la conforman y genera una estabilidad social, política y económica para su proceso de crecimiento estructurado (Bazant, 2001).

El punto es que la ciudad en expansión necesita proveer de productos básicos a sus habitantes, es ahí donde entra el campo en las periferias, que a pesar de ser parte del sistema de alimentación son vistas como puntos de atraso social y que entorpecen el proceso de una ciudad, generando conflictos dentro del proceso de urbanización.

### ***1.2. El impacto del Proceso de urbanización en la transformación territorial.***

La urbanización, es un proceso que incluye aspectos sociales, económicos, políticos y territoriales en los cuales “están inscritas la historia y la cultura de los grupos que trazan y definen límites, ejerciendo formas de propiedad y control sobre el mismo” (Cirelli, 1999: 45), los cambios en un sistema urbano se derivan de procesos generados por el desarrollo de una ciudad que en términos locales afecta a su identidad y su cognición de territorio.

---

<sup>1</sup> La Zona Metropolitana se forma cuando el crecimiento demográfico de una ciudad se extiende a otras unidades administrativas más allá del municipio central. Un área metropolitana o metrópoli es considerada como una gran aglomeración de centros urbanos en donde se conjugan toda clase de sistemas que hacen de ésta un área de desarrollo en donde todas sus partes se entrelazan para actuar a favor del avance de una ciudad.

<sup>2</sup> Modelo Urbano de Anillos concéntricos de urbanismo de Burgess (1925), que sugiere que la mayoría de las ciudades crecen hacia el exterior en anillos concéntricos, un ejemplo de ello es la Ciudad de Chicago.



Pivovarov (1976: 20) refiere, que la *urbanización* es un fenómeno típico del mundo moderno. Una de las características más importantes de la población humana es el impetuoso crecimiento del número de ciudades y de los habitantes de estas. Asimismo, “la *urbanización* (...) determina las tendencias en la distribución de la población, en general, y la evolución de sus formas y estructuras espaciales, en particular” (Pivovarov, 1976: 20).

Pivovarov (1976: 24) sostiene que la modernización urbana consta de:

- 1) La concentración, intensificación y diferenciación de los tipos urbanos de actividades (o funciones).
- 2) La propagación de nuevas formas y estructuras espaciales de asentamiento.
- 3) La propagación del modo de vida urbano, juntamente con su estructura peculiar de relaciones humanas, cultura, sistema de valores, orientaciones, etc.

Ahora bien, según Unikel (1978: 12):

“...la urbanización significa el pasaje o mutación de un estilo de vida rural a una de estilo de vida urbano; o bien, un cambio gradual de una sociedad de tipo urbano. Este cambio, se dice, puede verificarse de dos maneras o en dos etapas: 1. El crecimiento de las ciudades existentes y la creación de nuevas ciudades. 2. La extensión del estilo de vida urbana sobre las áreas rurales que la circundan...”

De modo que el proceso de urbanización incluye aspectos sociales, económicos, políticos y territoriales que cambian los sistemas urbanos y modifican los usos de suelo. “La ciudad se extiende desmesuradamente; estalla. Si hay urbanización de la sociedad, y en consecuencia absorción del campo por la ciudad, simultáneamente hay ruralización de la ciudad” (Lefebvre, 2014:127).

El proceso de urbanización es la “evolución que registra el suelo rustico al transformarse en urbano, los asentamientos de cualquier clase en su crecimiento, e incluso el conjunto de la sociedad al adoptar comportamientos y usos asociados comúnmente al hecho urbano” (Zoido, 2000: 295). Es así como entre el centro y la periferia se darán relaciones que los unan para sostenerse mutuamente.

El proceso de urbanización también puede ser un “núcleo de población con características de asentamiento urbano, morfológicamente diferenciado por su edificación, generalmente separado del continuo urbano y de funcionalidad esencialmente residencial” (Zoido, 2000: 364).

Según Escalona (1998: 21), es un factor de concentración, avance y aglomeración humana en las ciudades y tiene una relación con el crecimiento poblacional de los asentamientos humanos y propiamente con la expansión y crecimiento de las ciudades. Opina que la urbanización es un proceso en donde podemos percatarnos del avance de las ciudades a diversos puntos espaciales. También, se refiere a la urbanización (...) como: “un fenómeno espacial de aglomeración, (...) de crecimiento y de avance de las ciudades que, en fracciones, se van poco a poco incorporando al espacio físico de la ciudad” (Escalona, 1998: 23).

En sí, la periferia urbana está en los “márgenes de la ciudad en los que la densidad de usos urbanos decrece (y que son) semi formalizados, se localizan una vez finalizado el núcleo continuo y que por lo tanto forman parte de una gran ciudad, una aglomeración urbana o un área metropolitana legalmente constituida” (Zoido, 2000: 265). En el proceso de urbanización el área urbana se encuentra ligada con la ciudad mediante una red de carreteras, transportes y comunicaciones, a su vez, han favorecido o afectado según sea la perspectiva, el establecimiento sobre áreas agrícolas y ganaderas.

Colín (2000: 24), menciona que, en el proceso de urbanización en un espacio determinado, en un primer momento la mayoría de su población vive en el campo y se dedica a las labores agrícolas, además los lugares que habitan cuentan con escasos y rudimentarios servicios. A medida que se urbaniza, mayor cantidad de su población pasa a vivir en ciudades con la intención de trabajar y de tener acceso a servicios y productos de la economía urbana. Las características rurales y actividades agrícolas sufren cambios relacionados con la cercanía e interacción máxima a una ciudad, esto causa que las personas que habitan un lugar con dichos cambios sean influenciadas por la mezcla territorial.

Según Vinuesa y Vidal (1991: 115–150), los cinco factores para explicar el proceso de urbanización son:

- Factores de crecimiento espacial: son demográficos, de empleo, mercado, desarrollo tecnológico, transporte y comunicación, ingreso per-cápita, disponibilidad de terrenos, etapa de industrialización, crecimiento de actividades terciarias y equipamiento e infraestructura.
- El suelo como soporte del crecimiento urbano: tiene que ver con los procesos de producción y con las características geográficas del territorio.
- El suelo como mercancía: está ligado al crecimiento (planeado y no planeado), al mercado especulativo, vivienda y regulación en la propiedad y uso del suelo que dependen de las inversiones públicas y privadas.
- La planificación del crecimiento urbano: al ser el suelo el puntal de las actividades humanas y comerciales, necesita ser funcional, y requiere de propuestas teóricas, planeamientos, legislación urbana, comercial, política, y de la situación a futuro de esos espacios, es decir su evolución.
- La promoción del espacio urbano: de acuerdo con los paradigmas de organización, se darán distintos tipos de desarrollo en los diferentes espacios de las ciudades, donde convergen varios elementos y componentes del crecimiento espacial, como la población, infraestructura, actividades, uso de suelo, etc.

Estos cinco factores del proceso de urbanización se llevan a cabo debido al uso de suelo que se le da al territorio, esto de acuerdo con las necesidades de una población que se rigen por diversos componentes que están relacionados para conllevar un desarrollo ya sea urbano o rural con su respectiva planificación y su organización.

Es así que la definición de proceso de urbanización de Escalona (1998), es pertinente para la presente investigación, toda vez que la zona de estudio ha estado en un constante proceso de cambios rurales (agrícolas) a urbanos, un espacio que no era enteramente urbano se transformó por influencia de una ciudad en un área urbanizada, así

pasó de ser un lugar considerado como área rural a urbana, con grandes conexiones tanto físicas como territoriales, con una ciudad que apoyó a su urbanización acelerada.

El elevado crecimiento poblacional generó que las manchas urbanas convivieran con las tierras dedicadas a las zonas de riego con cultivos agrícolas, ya sea para la sustentación del propio campesino o para la venta de productos de alimentación que se distribuyen a los mercados en las ciudades próximas o para venta de forraje para la alimentación de ganado, como productor que se beneficia de estas parcelas de riego, como menciona Lefebvre (2014: 117), este proceso lleva a cabo una “presión de la propiedad del suelo [que] sigue siendo considerable, a la vez en la producción agrícola y en el proceso de urbanización”.

El proceso de urbanización demanda una mayor cantidad de agua potable (o entubada) para la ciudad en expansión, por lo tanto, se necesita una mayor infraestructura que abarque las necesidades para el abasto de este servicio, pero también genera volúmenes considerables de aguas residuales, por lo que también requiere de obras para el correcto desalojo de esas aguas y para el tratamiento adecuado de las mismas.

La infraestructura hidráulica surge de la interacción con nuevos desarrollos urbanos, causando problemas como la presencia de entubado del drenaje habitacional en canales de riego que sirven a los campesinos y sus parcelas, estos lugares de transición cada vez son más frecuentes, representan un cambio en la sociedad y en sus actividades diarias.

Los prediales para el campo han aumentado debido al desarrollo urbano presente en las periferias, esto genera que se dé un abaratamiento de las tierras agrícolas por su interacción con las manchas urbanas que construyen nuevas estructuras y equipamiento para los habitantes urbanos; debido a ello, las inmobiliarias aprovechan los bajos costos de la tierra agrícola que se abarata por dicha interacción y compran terrenos a campesinos que ya no pueden trabajar la tierra debido a problemas sociales y económicos. En dichos espacios de cambio de uso de suelo se generan conflictos entre el campo y las zonas urbanizadas por la falta de equilibrio entre las dos, que se refleja en las dinámicas de riego de los agricultores y el mantenimiento de los canales que han sido entubados en el ejido por motivos de salud pública y presión social de la población urbana.

### ***1.3. Modificaciones territoriales que se desprenden de una configuración hidrosocial***

Boelens et al. (2014:17) afirman que “(...) la distribución desigual de los costos y beneficios de las políticas hídricas, busca politizar los mecanismos de distribución del agua, y entender cómo estas relaciones de poder producen distribuciones hídricas, derechos y reglas sobre el recurso hídrico, estructuras de toma de decisiones y sus procesos, y los regímenes discursivos y de verdad que sustentan las políticas sobre el agua”. En ello existe la relación entre las transformaciones del ciclo hidrológico con la existencia de las relaciones sociales, con los poderes político y económico, así como aspectos culturales de los territorios, el agua es parte de un proceso de circulación que pretende trascender la tan complicada vinculación entre sociedad y naturaleza, así:

“la configuración hidrosocial del espacio es el proceso de apropiación, usufructo y transformación del agua que lleva a cabo la sociedad en diferentes momentos históricos, en los que consolida su respectiva estructura espacial. Dicho proceso de integración social del agua está condicionado por la interacción de dinámicas políticas, económicas y sociales, que denominamos la producción del espacio hidrosocial” (Rodríguez, 2017: 38).

Las relaciones estrechas entre diferentes factores e implicaciones de carácter social, político y económico, así como de carácter ambiental y de sistemas naturales que persisten en el ciclo hidrológico lo transforman y modifican de manera local, con consecuencias que tienen una trascendencia histórica, es decir que: “los ambientes hidráulicos son construcciones socio-físicas producidas activa e históricamente en función tanto del contenido social como de las cualidades físico-ambientales” (Swyngedouw, 2017: 8). Todas las modificaciones y construcciones hidráulicas que configuren el territorio en base al agua tienen un trasfondo más profundo de procesos de transformación que se relacionan con sistemas de producción política y económica que se vive en el territorio.

El poder que se ejerce en el sistema hidráulico está basado en las condiciones de carácter global con decisiones políticas y económicas en cuestiones de agua, en donde “las políticas hídricas tienen consecuencia para el reparto del recurso y la legitimación de las

asimetrías de poder, pues define quienes son incluidos o excluidos y bajo qué reglas” (Hoogesteger et al, 2013: 12).

El ciclo hidrosocial ayuda a analizar cuáles son las diferentes etapas o procesos por los que pasa el agua hasta llegar a convertirse en agua residual y que vuelven en un flujo de espiral por diversos factores determinadas por “la relación dialéctica que se establece entre el agua y la sociedad, a la permanente interacción entre el ciclo hidrológico y el devenir social” (Damonte, 2015: 115).

La explicación de la dinámica de flujos del agua residual y cómo se mueve en un sistema, se entiende a través de:

“las ciudades como un producto híbrido socio-natural que es alimentado por la movilización de diversos flujos naturales, entre los que se encuentra el agua. También atiende a los factores políticos y socioeconómicos que motivan la circulación de los flujos hídricos, por lo que se propone abandonar el antiguo paradigma del ciclo hidrológico para incorporar el de ciclo hidrosocial” (Arahetes, et al. 2016: 3).

Este ciclo puede ser modificado por “el hecho de que ciertas zonas de uso están fuera de la cuenca. Dentro de las cuencas hidrológicas se encuentra agua que permite llevar una vida productiva en la ciudad, sin embargo, con el paso del tiempo y la evolución humana, esta fuente ha sufrido una transformación en el ciclo hidrológico para servicio de la agricultura, industria y consumo doméstico (entre otras actividades económicas), esto genera excedentes en las fuentes naturales y tiene efectos amplios en la calidad del agua, costas y ecosistemas de agua dulce” (Foley et al. 2005: 570), que perjudican la interacción entre los actores de una ciudad en proceso de urbanización; así mismo, se crean y recrean relaciones jurídicas, sociales, técnicas y políticas entre usuarios de aguas arriba y aguas abajo y no solamente entre los pobladores de la cuenca” (Delgadillo y Duran, 2012: 82).

No se puede separar lo social de lo físico ya que “en la producción de configuraciones hidro-sociales, (...) los ambientes hidráulicos serían construcciones socio - físicas tanto en relación con los aspectos sociales como a los físico - ambientales” (Swyngedouw, 2017:6). Las concepciones de poder en un territorio generan cambios o

configuraciones en el sistema hídrico, por lo que los aspectos en cuanto a leyes de gestión del agua toman suma importancia en los acuerdos de distribución y administración del elemento, es así que “La gestión estatal del agua y saneamiento en la ciudad históricamente apunta a esquemas centralizados, pues el estado en su rol de planificador y distribuidor de los servicios de agua aplica políticas que pueden ser uniformizantes en su búsqueda de mejora del bienestar general” (Oliverio 1998: 15-16), tan es así, que se toman decisiones políticas sobre el reparto del agua con base a cuestiones sociales de interés económico regido por las políticas públicas convenientes al país en cuestión.

Este tipo de decisiones son llamadas por Raffestin como sistemas de tramas, las cuales se conforman de “nudos y redes que se imprimen en el espacio y que constituyen de alguna manera el territorio. (...) Realizan una diferenciación determinada que contribuye a ordenar el territorio según la importancia que los individuos o los grupos les otorguen a sus diversas acciones” (Raffestin, 2013: 181).

La gestión hídrica es una parte importante en la toma de decisiones en las políticas públicas con relación al manejo del agua, ésta crea una relación de elementos que lo contextualizan conforme el lugar y tiempo indicado en la cuestión hidrosocial. Cirelli (1999: 55) menciona que: “el éxito o fracaso del proyecto técnico y de la acción pública que lo promueve, se juega en la interacción de comunidades, políticas nacionales, grupos profesionales de técnicos y estructuras socioeconómicas”. Pero en la realidad, esto es más complicado de lo que aparenta, las relaciones de poder dentro de la política en la gestión hídrica conllevan un trabajo interdisciplinario en la toma de decisiones que beneficien en todos los aspectos sociales entre los diferentes actores para lograr un equilibrio en un sistema dentro del ciclo hidrosocial.

En este punto es donde los problemas de manera local surgen en dicha toma de decisiones para la adecuada gestión hídrica, ya que se fragmentan los intereses de los involucrados generando una desigualdad entre los beneficiados del derecho al agua. Es ahí donde se genera una discusión sobre la escasez del agua como un discurso político proveniente de las “geometrías del poder”, encargadas de elegir a quién se le va a otorgar el recurso (mercantil) del agua como producto de cambio y de estatus social de clases. Como menciona Swyngedouw (2017:11), “las configuraciones hidro-sociales reflejan las

preferencias hegemónicas políticas, sociales y culturales”. Así mismo, es conveniente que otras formas de organización hidráulica se fortalezcan y emerjan para consolidar maneras más equitativas y justas del reparto del agua, pero a través de tomar en cuenta aspectos importantes como lo son las configuraciones en el territorio y cómo influyen éstas en el aspecto de la configuración hidrosocial.

Estas relaciones de poder están basadas en las relaciones de clases sociales fundadas en el capital, que hace uso del poder y de cómo se mueven las mercancías, hacia dónde fluye el dinero y a la inversa, generando un ciclo de transformación que beneficia a los más privilegiados en el sistema social global, causando una inequidad de distribución, mala administración y una ineficiente y homogénea gestión del agua como recurso y elemento indispensable para el ser humano, conocida como injusticia hídrica (Peña, 2011: 217-218).

Esta injusticia hídrica tiene mucho que ver con la manera en cómo fluye las aguas en una ciudad y cómo se distribuyen en los diferentes sectores sociales y económicos de la misma, todo entra en un sistema que conlleva la toma de decisiones del poder político en cuestión al agua.

#### ***1.4. Dinámicas de flujo de aguas residuales en la agricultura desde una perspectiva del metabolismo urbano y social.***

Aquí se parte de la concepción del término de metabolismo urbano, que es definido como una noción en donde la ciudad es analizada como un ente biológico, con procesos internos definidos por su comportamiento en la enramada biológica, en ella los organismos sostienen un intercambio de materia y energía que conllevan en el sistema que les permite su desarrollo, evolución y desenlace.

Es así como la concepción del metabolismo urbano “es un concepto que evolucionó a partir de la μεταβολικός (metabolikós) concepto biológico, que fue acuñado en el siglo XIX por Theodor Schwann, y que tiene sus orígenes históricos en la teoría económica de Karl Marx” (Kennedy et al., 2011; Zhang, 2013).

A partir de la aparición del concepto de metabolismo social, resurgió casi un siglo después con el nombre de metabolismo urbano en 1965. En tal sentido, Wolman, desarrolló una investigación concebida en la “hipotética ciudad estadounidense de un millón de



habitantes. [Se obtuvo la] información sobre producción y consumo per cápita. Wolman estableció cómo influyeron estos factores o entradas [en dicha ciudad]” (Céspedes, 2017).

Lo fundamental de la concepción del concepto definido por Wolman es primordial para el estudio del desarrollo sostenible de las ciudades, que se define como: “la suma total de los procesos técnicos y socioeconómicos que ocurren en las ciudades, resultando en crecimiento, producción de energía y eliminación de residuos” (Kennedy et al., 2011: 1).

Para llevarlo a la práctica en un metabolismo urbano, se tomaron en cuenta de manera cuantitativa, las entradas, las salidas, los procesos y evolución de la energía, las entradas de agua y sus ciclos (social-hidrológico), nutrientes que estimulan el crecimiento, el material con que se produce el desarrollo y finalmente los residuos dejados que conllevan los procesos anteriores con la conexión antrópica dentro de una urbanización, “esto significa que un Metabolismo Urbano (MU) sirve como modelo de un sistema que combina las actividades antrópicas que se producen en las ciudades (por ejemplo, transporte, consumo de energía) y sus afines de infraestructura urbana (por ejemplo, carreteras, edificios)” (Beloin, et al., 2016).

Se pueden hacer comparaciones entre una ciudad y un organismo, su funcionamiento es básico aparentemente, pero las ciudades aun cuando consumen, transforman y desechan, son sistemas complejos, es por ello que el entender una ciudad a través del metabolismo urbano son primordiales “todos los materiales y productos básicos necesario para mantener a los habitantes de la ciudad en casa, en el trabajo y en el juego” (Wolman, 1965:156), así lo analizaba Abel Wolman en la década de los sesenta, lo concibió como una metáfora de comparaciones entre los sistemas biológicos y los comportamientos sociales.

Existe una especialización basada en el metabolismo, la cual permite la identificación de los diferentes flujos que se conocen como de entrada y salida; en una ciudad se encuentran diferentes entradas que llevan suministros para mantener vivo el espacio social, pero estos suministros o entradas generan flujos de distribución que conllevan residuos. “Este enfoque multiescala del metabolismo hace posible abordar los

problemas relacionados con los aspectos socio espaciales y políticos de la gestión de recursos en áreas urbanas” (Bahers, et al; 2018)

La ciudad es un acumulador de sistemas con sus interacciones entre ellas, la dinámica de comportamientos sociales externos lo hacen dinámico y vuelve a la ciudad en un sistema multi escalas, por ello del metabolismo urbano existen: “Los procesos materiales que se definen en términos de material y energía. Intercambios entre los sistemas urbanos y el mundo natural” (Céspedes, 2017). Es así como se concibe dentro de los mismos elementos que componen dos dimensiones, lo tangible y lo intangible.

Las interacciones tangibles que se llevan a cabo entre la comparación entre una ciudad y un ecosistema se basan en cinco procesos básicos descritos por Toledo (2013: 47-50):

1. La apropiación que implica la extracción de materias primas y energía desde el sistema natural.
2. La transformación consiste en todos los procesos necesarios para la producción de bienes y servicios derivados de la materia y la energía obtenida en la apropiación.
3. La circulación está relacionada con el transporte y distribución de materia y energía (en forma de bienes y servicios).
4. El consumo que se refiere a los residuos generados.
5. La excreción y su eliminación.

Estos procesos de la dimensión tangible que ocurren entre la ciudad y el mundo natural son de escala múltiple y, en muchos casos, espacialmente discontinuo. Por lo tanto, procesos como la apropiación, circulación, consumo y la excreción pueden ocurrir tanto en la interacción entre el sistema urbano con los ecosistemas circundantes y mediante su interacción con ecosistemas distantes. Esta condición particular de las ciudades como los sistemas socioeconómicos permiten la definición del metabolismo de estos sistemas a través de la existencia de relaciones proximales y distales, con ecosistemas que las sustentan y otras ciudades (Céspedes, 2017: 221).

Dentro de este sistema social, la dimensión tangible no considera algunos procesos sociales que alteran la estructura básica como lo son la cultura, la política, la economía, sociedad, la religión, la geografía, entre otros dentro del metabolismo urbano, es así como se llega a la dimensión intangible. La dimensión intangible está “compuesta por todos los aspectos socioeconómicos a partir de los cuales los imaginarios, percepciones, leyes, instituciones, conocimiento, política, tradiciones, economía, relaciones / estructuras sociales y (en general) a partir de la cultura configurada de los flujos de materia y energía en una ciudad” (Toledo, 2013). Esta dimensión es un avance en la definición de Wolman que se centraba en la dimensión tangible donde los elementos dentro del metabolismo urbano no evolucionaban más allá de lo visible a una escala.

El metabolismo social, es un instrumento teórico para analizar de manera conjunta las relaciones entre los procesos naturales y los procesos sociales (Toledo, 2011:42); habla como una metáfora de intercambio orgánico entre organismos, en este caso entre naturaleza y sociedad, esto puede ser que se le atribuyen elementos ya sean tangibles o intangibles, con un proceso de producción del territorio basado en estos elementos y en el ciclo de transformación.

Estos procesos pueden ser contenidos, por ejemplo, en un ejido (de manera local); dentro de este, se pueden dar relaciones comerciales, de procesos productivos, de cantidad y calidad del agua cuantificable que den una explicación tangible a estos procesos; pero también pueden ser procesos contenedores como sus procesos de apropiación de la tierra agrícola ya sea jurídica, simbólicamente o de manera más didáctica como sustento de vida para los ejidatarios, además, puede percibirse en la manera en que el agua residual tiene una connotación de uso agrícola para su modo de vida y cultivos.

El uso del concepto de metabolismo social, según Toledo (2011:46), se reduce a los simples cálculos de entradas (apropiación), salidas (excreción), importaciones y exportaciones, dejando fuera de sus análisis tanto las complejas configuraciones del resto del proceso metabólico (lo que encierra la “caja negra”, la condición a la que quedan reducidas las naciones), como las dimensiones no materiales o intangibles del metabolismo. Se debe tener en cuenta la trama metabólica como menciona Toledo (2013: 20), que es “realizar un estudio completo de toda la cadena metabólica en un territorio limitado o

particular. El estudio integrado de metabolismo agrario (...) en un espacio regional, el cual es determinado por uno o varios criterios”.

### *Consideraciones finales*

En este capítulo hemos partido de la premisa de que la ciudad al expandirse genera conflictos con las periferias, estos problemas se reflejan en los ejidos y pequeñas localidades dentro de la mancha urbana (que se transforma en una zona metropolitana), que incorpora así a ejidos y localidades. En los ejidos se vislumbra las causas y las consecuencias de esta expansión ya que se pierde el límite entre lo permitido y lo prohibido en sus actividades económicas como lo es la agricultura, generando así un descontento por parte de los campesinos dentro de la zona metropolitana.

Dentro del proceso de urbanización (en donde confluyen varios aspectos), se realizan transformaciones territoriales que ejercen unos cambios en la historia, límites y visiones de manera local en los individuos que se encuentran en el territorio urbanizado. El crecimiento de la población genera un cambio en la estructura urbana impactando a campesinos en su terruño y su modo de sobrellevar los procesos de urbanización que se dan en estos sitios.

El lugar de esta investigación es considerado como una ciudad intermedia por su posición en el metabolismo urbano, ya que es mediana en el consumo de materia y en la extracción de energía que se obtiene dentro de la misma, es identificada como ciudad intermedia debido a que se encuentran en zonas rurales que interactúan con una gran ciudad y que ayudan en la exportación de consumo para ciudades mayores. Éstas: “tienen una función logística sólida, ya que la mayoría de los flujos identificados solo transitan a través de ellos como centros, desde áreas más rurales hacia mega ciudades” (Bahers, et al., 2018). Así, “Las interacciones, desde la perspectiva de los sistemas socio ecológicos, son incorporados en su forma más básica bajo las actividades y procesos humanos; relacionados con la extracción, transformación y aprovechamiento de los recursos naturales, así como la generación de residuos” (Salas - Zapata et al., 2012).

Entender cómo se ha configurado el territorio en la actualidad y entender los procesos de urbanización basados en los flujos de intercambio de materia y energía que

conviven en una ciudad permiten, como menciona Bahers, (et al., 2018): “evaluar el impacto específico de cada ciudad en su entorno local y en las áreas que lo suministran o en las que libera sus residuos. Además, muestra las consecuencias acumuladas de sus actividades individuales”.

El proceso de metabolismo tiene que tener una contextualización basada en el tiempo en que se emplea, la escala espacial y temporal son establecidas en lo que se quiere saber cómo objetivo de esta investigación, se puede delimitar en un área local, pero sin dejar de lado las escalas más regionales ya que se perdería coherencia en el desarrollo del contexto Así, también se tiene que tomar en cuenta la dimensión del proceso del agua residual, cómo está conformada, su distribución y tratamiento para comprender mejor el entrelazado en el ejido y sus actores sociales. Como menciona León (2014: 69): “el agua socialmente útil no encuentra su medida de abundante o escasa únicamente en la existencia objetiva del recurso, sino en la relación establecida en el metabolismo material de cada sociedad, de acuerdo con su sistema histórico de necesidades, capacidades materiales y, sobre todo, de acuerdo con sus criterios políticos de intervención en este metabolismo histórico”.

Todos los procesos sociales están regidos por las transformaciones históricas producidas por combinaciones de procesos sociales y procesos metabólico – ecológicos, estas relaciones entre los dos procesos generan intercambios entre ellos que influyen al sistemas ecológico o ambiental que puede afectar a los ciclos naturales de un sistema (ya que nada es natural) (Swyngedouw, 2017:9).

“La movilización de los recursos hídricos para usos distintos en lugares distintos es un proceso no exento de conflictos, y cada sistema tecno-social que organiza el flujo y la transformación del agua (a través de diques, canales, tuberías, etcétera) muestra cómo está distribuido el poder social en una sociedad determinada” (Swyngedouw, 2017:9).

Pero no es meramente un proceso de entrada y salida sino un grupo de interacciones que suceden en un ciclo dentro de este metabolismo. En esta investigación se utiliza esta teoría para explicar cómo sucede la transformación de rural a urbano y cómo estos elementos territoriales modifican la calidad del agua residual, así como su proceso particular de

transición, entre intercambios ecológicos, territoriales, económicos, políticos y culturales de los mismos actores de un ejido de manera más focalizada.

El agua proveniente de la ciudad, se transforma pasando por un ciclo, en donde cumple ciertas funciones de servicio, ya sea urbano, industrial, comercial y agrícola. La dinámica de las aguas residuales y su distribución se modifican a través de sus usos, los cuales son regidos por leyes para su repartición de forma legítima. Para las zonas donde la interacción entre campo y ciudad es palpable, pueden surgir problemas en la organización y la obtención para manejar las aguas residuales para riego, provenientes de la zona urbana, debido a los cambios en la calidad y cantidad de agua y a las plantas de tratamiento presentes en la zona, creando conflictos entre los diferentes actores. Es por ello que se tiene que cuestionar sobre las estructuras políticas sociales establecidas, y lo más importante por qué el agua se dirige hacia donde está el poder. “Las luchas por el agua están estrechamente vinculadas con la implementación de políticas económicas, comerciales, medioambientales, sociales y sanitarias que reducen el acceso al agua, anteponiendo su valor como mercancía y la inserción de este recurso en la ola de la liberalización y privatización, presente en nuestros países” (Becerra, 2006: 2).

Para una adecuada administración del recurso del agua es indispensable el conocimiento de la estructura jurídica para el aprovechamiento de las aguas residuales. En el siguiente capítulo se revisa ese marco jurídico y se consideran algunas particularidades de México y Perú, que permiten observar el contexto del uso y manejo del agua residual para la sobrevivencia de actividades económicas como la agricultura de riego en Latinoamérica.

## **Capítulo 2. Políticas públicas para la gestión y el aprovechamiento de las aguas residuales en Latinoamérica.**

*“Ha cambiado la composición del agua, el hecho de que ya no llega lo mismo, es agua negra que trae diferentes componentes, pero ya no sé si es más provechosa que el agua de antes” Antonio Torres Sánchez, ejidatario de Soledad, 18-09-2018.*

En el presente capítulo se busca analizar la participación entre los entes políticos y los usuarios del campo, para la distribución y aprovechamiento de las aguas residuales en la agricultura de riego, a través de las gestiones administrativas y su manejo sobre las relaciones políticas y sociales que se entrelazan en una ciudad en extensión. Conocer cuáles son las gestiones sobre el tratamiento del agua provenientes de la ciudad, el papel que juegan las políticas públicas para una adecuada distribución del recurso y conocer la historia del manejo de las tierras regadas con dicha agua, esto a través de su contextualización en México y América Latina.

### ***2.1. Políticas públicas para la gestión administrativa del aprovechamiento de agua residual.***

A nivel global existen diferentes sectores en la política y la investigación con respecto al uso de agua residual en la agricultura de riego en poblaciones con escasez de agua para dicha actividad, la importancia de estas decisiones con respecto a la gestión y el manejo adecuado de ésta se ven reflejadas en documentos como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la cual en su objetivo número 6, apartado 6.3 propone: “reducir a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentar considerablemente el reciclado y la reutilización segura a nivel mundial” (WWAP, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, 2017).

Las aguas residuales en la agricultura son un recurso de valor primordial, por ello lograr su gestión sostenible es importante para construir un pilar fundamental en la economía de un país, en especial en México y en países como Perú. “Son muchas las ventajas de mejorar la gestión de aguas residuales que conllevarían, igualmente, beneficios

paralelos para las sociedades y el medio ambiente” (WWAP, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, 2017: prefacio), pero a nivel local depende de las políticas y medidas regulatorias para no forzar un sistema hegemónico a todo tipo de uso de aguas residuales en uso agrícola. Esta gestión debe tener soluciones y propuestas locales específicas lo que depende de la ubicación, el territorio y las cuestiones socio económicas del país o localidad.

Esta implementación requiere de “estructuras de gobierno que fomenten la colaboración a través de las fronteras institucionales, así como la rendición de cuentas y el cumplimiento de las regulaciones para el uso de aguas residuales y la extracción/el uso de subproductos recuperados” (WWAP, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, 2017:22); la planificación de la gestión debe ser desde el origen de la fuente de agua (para uso doméstico e industrial) hasta llegar a una solución final con las aguas residuales y su origen previamente investigado.

Existen, según la WWAP (2017:31), (Figura 1) niveles institucionales de formulación y ejecución de políticas para la gestión de aguas residuales:

Figura 1. Niveles institucionales de formulación y ejecución de políticas para la gestión de aguas residuales





En esta gestión de las aguas residuales se dividen en dos niveles fundamentales, primeramente la formulación de políticas que se desarrollan con dos principios sustentables, el de quien contamina paga y el de precaución y prevención, los cuales buscan la igualdad, la eficiencia ambiental y no causar daño a terceros (principio de la ley ética), esto con el fin de dar un acceso básico y equidad de la distribución del recurso para generaciones venideras; estas se determinan por leyes y reglamentaciones que dan como resultado planes, programas e instrumentos políticos de aplicación con un nivel focalizado que resulte en instrumentos, acuerdos y promociones para un mejor funcionamiento en las políticas públicas.

La gestión sostenible de las aguas residuales requiere según la WWAP (2017:22) de:

- a) Políticas propicias que reduzcan la carga de contaminación por adelantado.
- b) Tecnologías personalizadas que permitan un tratamiento apto para el fin específico para optimizar la utilización de los recursos.
- c) Tener en cuenta los beneficios de la recuperación de recursos.

En México existe un régimen jurídico basado en políticas públicas establecidas para su distribución, uso y explotación. “Dentro de este régimen existen dos marcos normativos, uno federal y otro estatal, los cuales regulan los aprovechamientos de acuerdo con la propiedad y los usos del agua” (Marín, 2016: 132). La autoridad que representa al ejecutivo para gestionar las aguas nacionales está bajo el cargo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) con funciones de derecho público (Marín, 2016: 136).

Ejecutivo	Legislativo	Judicial
Lleva a cabo la administración de las aguas nacionales y coordina la programación hidráulica.	Aprueba y expide leyes y reglamentos en materia de aguas de jurisdicción federal.	Da resolución de contiendas y recursos contenciosos sobre derechos concesionados y mecanismos de protección sobre el derecho humano al agua.
Las aguas son públicas y excepcionalmente entran al dominio de los particulares, en tanto que las tierras son privadas y excepcionalmente públicas (Marín, 2016: 138; Op cit. Farías, 1993).		

Tabla 1. Intervención en materia de aguas en el arreglo constitucional federal

Fuente: Elaboración propia basada en Marín, (2016: 137).

En la tabla 1, se puede apreciar cómo está dividida la intervención en materia del manejo de agua por el arreglo constitucional federal, el cual está fragmentado en tres entes que llevan a cabo la administración, la coordinación, que expiden y aprueban leyes en materia del agua y que dan resolución a contiendas para ejercer un uso equitativo y protección del derecho humano al agua en México.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es el órgano de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la cual es encargada de la administración y preservación de las aguas nacionales. Sagasta (2017: 93) menciona que “La Ley de Aguas Nacionales (LAN) [es la que se encarga de establecer] la explotación, el uso y el aprovechamiento de las aguas nacionales a través de títulos de concesión o asignación otorgados por la CONAGUA”.

Para el manejo de aguas residuales La Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997 es la que regula el destino del agua para uso agrícola y sus contenido bioquímico y bacteriológico, así como los parámetros permitidos para el riego de hortalizas que se consumen en las ciudades de manera cruda. Por otra parte,

“los lodos de las PTAR se consideran un residuo de manejo especial y se regulan mediante la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Existe la Norma NOM-004- SEMARNAT-2002 que establece la calidad mínima para el uso de los lodos como abonos, aunque no hay regulaciones y directrices relacionadas con las dosis de aplicación o el manejo de los mismos” (Sagasta, 2017: 93).

Existen dos tipos de otorgamientos para el aprovechamiento del agua en México. Uno es la concesión, que es el “título que otorga la CONAGUA o el Organismo de Cuenca a personas físicas o morales de carácter público y privado, para explotar, usar o aprovechar aguas nacionales y la asignación que ampara un volumen destinado a cubrir los servicios de agua con carácter público urbano y doméstico” (Marín, 2016: 138-139).

Para estos tipos de otorgamientos del agua existen tres tipos diferentes de aplicaciones que se le puede dar, primero está el uso, que se basa en el consumo parcial o

total a una actividad específica como los es la doméstica, industrial, agricultura, urbana, etc. En segundo, se da la explotación, la cual es el agua que se destina a las actividades encaminadas a la extracción de elementos químicos y que después de su uso es retornada a su origen sin algún consumo total o parcial aparente. Por último, está el aprovechamiento que exige el consumo total en actividades que implican su totalidad. “En México todas las aguas catalogadas como propiedad de la nación son gestionadas con base en un modelo de organización con facultades concentradas (...), es un régimen de coordinación administrativa centralizado que se ejerce a través de la CONAGUA” (Gutiérrez y Emanuelli, 2010: 656).

Para una adecuada planificación, construcción y operación con un funcionamiento de sistemas que coordinen la aplicación de sistemas alternos del uso de agua residuales en la agricultura se deben tomar en cuenta la participación de los habitantes involucrados para así gestionar el desarrollo e implementación básica para la toma de decisiones en cuanto a liderazgo focalizado en los lugares, así como las prácticas y métodos que se deben de llevar a cabo para una gestión con medidas responsables y útiles con respecto a las escorrentías y canales de drenaje y riego y sus impactos ambientales y sociales.

Pero estas medidas no son de fácil acceso y decisión a menos que se hablen de decretos que se otorgan y sistemas de canales que se manejen a nivel local, es importante la participación de “las autoridades municipales o los departamentos de obras públicas [los cuales] suelen ser los principales responsables de la escorrentía urbana” WWAP (2017:31). Para que funcione de manera fructífera debe haber una colaboración entre actores involucrados en una ciudad (urbano y rural) a nivel metropolitano para evitar la contaminación, la basura y el vertido de residuos en los canales de riego y drenaje que sirven para la distribución de agua residual para la agricultura de riego.

Es por ello que se necesita de un marco de políticas eficaz para controlar la contaminación del agua proveniente también de la agricultura. El agua de uso agrícola debe de ser verificada como elemento en el sistema del ciclo hidrosocial que conlleva la estructura hidráulica, el punto es: “las políticas pueden aplicarse a través de distintos tipos de instrumentos: leyes y normativas, planes y programas, instrumentos e información económicos, y programas de sensibilización y educación” (WWAP, 2017: 7); para ayudar a

interactuar entre políticas y población usuaria no solamente se necesita de una gestión de las aguas residuales de origen municipal a nivel local, sino también de un desarrollo sostenible en cuanto a los flujos que se originan de la agricultura, su adecuado retorno y reusó de estas aguas.

## ***2.2. El agua residual como recurso factible en la agricultura de riego.***

El agua residual es un recurso que pasa por diferentes procesos y que es significativo y viable para las poblaciones con problemas de accesibilidad al agua para la agricultura de riego. El origen de estas aguas generalmente es municipal e industrial, por lo mismo contiene una variedad de componentes, que pueden ser dañinos para el medio ambiente, entre ellos se encuentran patógenos, detergentes y la presencia de metales en el agua, además de que perjudican la salud de los seres vivos que disponen de ella.

Pero como regularmente esta agua es la única disponible todo el año a bajo precio para algunos campesinos, su uso se plantea como una solución factible para remediar la falta del agua en zonas donde el recurso no está a la mano. El uso de esta fuente ha tenido éxito en zonas urbanas y periurbanas, donde su acceso es más posible debido a la disponibilidad de fuentes confiables sin costos de tratamiento para productos agrícolas; se suele “almacenar las aguas residuales para realizar un tratamiento parcial o porque las tendencias de suministro pueden no coincidir con la demanda (por ejemplo, variaciones estacionales)” (WWAP, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, 2017: 77).

En grandes centros urbanos, como las zonas metropolitanas formadas por aglomeraciones urbanas en crecimiento, donde su densidad de población es paulatina, el sistema de alcantarillado cuenta con redes de drenaje administradas por la municipalidad; el agua en estos lugares puede variar en su composición y se refleja así en los flujos que conlleva la diversidad que existe en las “fuentes domésticas, industriales, comerciales e institucionales” (WWAP, 2017: 4). Debido a la expansión de las ciudades el aumento y generación de aguas residuales presenta retos importantes para su uso agrícola, ya que genera descontentos y falta de confianza por parte de la ciudadanía urbana colindante a las zonas de riego con agua residual.

Según la (WWAP, 2017: 17) las aguas residuales se consideran como una combinación de:

“Efluentes domésticos que consisten en aguas negras (excremento, orina y lodos fecales) y aguas grises (aguas servidas de lavado y baño); agua de establecimientos comerciales e instituciones, incluidos hospitales; efluentes industriales, aguas pluviales y otras escorrentías urbanas; y escorrentías agrícola, hortícola y acuícola” (Raschid-Sally y Jayakody, 2008:1 Op. cit. WWAP, 2017: 17).

A las aguas residuales se les conoce con diferentes nombres, lo que depende de sus características y su función y la actividad a la que hayan estado involucradas en el proceso metabólico, que van desde aguas residuales crudas hasta las diluidas, las cuales son generadas por las diversas actividades que se dan en una urbe, pueden ser de origen: “doméstico, comercial, industrial, agua de lluvia, las corrientes de agua urbana, aguas residuales tratadas, las aguas residuales recuperadas, lodos y biosólidos fecales” (Núñez, 2015: 6).

La composición de estas aguas se explica por su origen, el contenido orgánico, los agentes externos que se arrastran en el ciclo hidrosocial y la carga metabólica generan su disposición y su criterio para la disposición en la agricultura de riego (Núñez, 2015).

“Las aguas residuales domésticas y municipales se componen de 99% de agua y 0.1% suspensiones coloidales, sólidos disueltos orgánicos y compuestos inorgánicos, incluidos los macro nutrientes tales como el nitrógeno, fósforo, potasio, así como micro nutrientes como hierro, cobre, zinc y boro entre otros (WHO, 2006a). Además, las aguas residuales industriales tienen materiales disueltos como productos químicos diversos y agentes patógenos (Asano, et al., 1985). Estos materiales y composición que tienen las aguas residuales han contribuido a la generalización ecológica y problemas de salud en los alrededores de las ciudades. Pero la exposición diaria al agua contaminada y en especial las aguas residuales, conlleva diferentes problemas, al establecer contacto con la piel, durante la inhalación, consumo directo de las aguas o al comer las verduras crudas producidas con estas aguas (Srinivasan y Ratna, 2009). Las aguas residuales contienen microbios y sustancias químicas que son un riesgo para la salud humana y

el medio ambiente (Abu-Ashour y Lee, 2000). Ya que provocan enfermedades como el cólera y tifoidea entre muchas otras” (Núñez, 2015).

Parte del discurso que se menciona anteriormente tiene que ver con la calidad del agua que se dispone para el uso en la agricultura de riego y la falta de información que conlleva el mal manejo de las aguas residuales en dicha actividad, así como los problemas ambientales y sociales en cuestiones de salud pública por consumo de productos que han estado en contacto con este tipo de agua.

Es por ello que es indispensable conocer los diferentes tipos y clasificaciones de las aguas residuales, dependiendo su procedencia, que según Núñez (2015: 7), se clasifican de la siguiente manera:

Figura 2. Clasificación y origen de aguas residuales municipales.



Fuente: Elaboración propia basada en Núñez (2015:7).

En la figura 2 se puede apreciar la existencia de dos tipos de nombres con los que se conocen a las aguas de origen municipal, las aguas negras y las grises de diferente origen, esto según la distribución en el municipio del agua potable que se administra dentro de una ciudad y que pasa por un proceso metabólico como consecuencia de los diferentes usos que se le dan y que las transforma en aguas residuales, éstas pueden ser más adelante tratadas o no, para volver al ciclo hidrosocial y servir a una metrópoli como agua potable o pueden ir

directamente a uso agrícola de riego en tierras donde es difícil el acceso a dicho recurso para la solvencia económica de dicha actividad, más en el caso local.

El origen de estas aguas residuales es municipal e industrial, éstas pueden utilizarse para la agricultura de riego, pero también tienen efectos perjudiciales que pueden ser cualitativos o cuantitativos, como lo son en la salud de las personas que consumen y manejan los productos regados con estas aguas, ya que generan problemas como “desbalance de nutrimentos, deficiencias, trastornos fisiológicos, así como cambios en el metabolismo” (Núñez 2015: 8).

El agua es un elemento indispensable para el desarrollo económico de una ciudad, en especial para la actividad agrícola, pero para que esta se desarrolle en las zonas agrícolas para riego, se necesita de una demanda de agua, la cual se ha mermado por la sobreexplotación de mantos acuíferos y una necesidad urbana que “dicta el qué, cuánto, cómo y dónde de la actividad humana” (Graizbord, 2011, 23), misma que se requiere en las ciudades con un discurso de derecho humano al agua cada vez es más exigente.

La disponibilidad de dicho elemento se vuelve indispensable para sobrellevar esta actividad que le permita al campo seguir produciendo, en cuanto a ello la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el The International Water Management Institute (IWMI) reconocen que:

“Apoyar la reutilización de aguas para una agricultura sostenible, productiva y saludable es una importante contribución a la Agenda 2030, mediante una economía verde y circular en la que el agua y los residuos se gestionan como activos económicos, minimizando los impactos negativos sobre el medio ambiente y mejorando el acceso y el uso de agua de calidad para todos los actores involucrados (Sagasta, 2017: Prefacio XIII).

El agua residual<sup>3</sup> en la agricultura tiene una demanda por una necesidad de sobrellevar esta actividad económica con el agua que se tiene más a mano, esta funge como fuente principal

---

<sup>3</sup> Aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas (Ley de Aguas Nacionales, 1992).

de riego para los cultivos dentro de una metrópoli, esta agua es usada para cubrir “un abastecimiento regular que compense la poca disponibilidad del recurso, por causa de la estacionalidad o la distribución irregular de la oferta de otras fuentes de agua a lo largo del año” (Silva; et al., 2008).

Existen tres formas de utilizar las aguas residuales, pueden ser de uso directo sin ser tratadas, las aguas tratadas de uso directo y las aguas residuales de uso indirecto. Su aplicación es la forma que las hace diferentes, ya sea por medio del sistema de alcantarillado u otros medios como los canales de riego. El uso directo de las aguas tratadas mantiene un control sobre el transporte y la descarga, desde y hasta una planta de tratamiento y se controla la descarga a las zonas de riego. Por último, está el uso indirecto de las aguas residuales que provienen del municipio y de las actividades urbanas (industria, comercio, etc.), estas aguas no son tratadas y no existe un control de descarga ni de uso adecuado para ellas, lo cual genera problemas en las zonas de riego por su contaminación y cambios en los cauces de los canales usados para el riego en la agricultura.

Tabla 2. Composición de tipos de agua residual y su descarga.

<b>Composición de tipos de agua residual y su descarga</b>			
<b>Tipos</b>	<b>Origen</b>	<b>Composición</b>	<b>Descargadas por medio de drenaje de diferentes sistemas de alcantarillado</b>
<b>Domestica</b>	Aguas negras	helmintos, sustancias coloidales, materia orgánica	túneles, canales, cuerpos acuáticos y alcantarillado
	Aguas grises		
<b>Industriales</b>	Aguas negras	Químicos diversos y metales pesados	

Fuente: Elaboración propia con base en Núñez (2015: 8).

En la composición de los tipos de aguas residuales existen elementos bioquímicos de diferentes tipos, dependiendo del origen de las aguas ya sean domesticas o industriales y se les conocen de diferentes maneras como se muestra en la tabla 2, estas aguas pueden ser descargadas después de un uso en una ciudad o como parte de un proceso económico dentro de una metrópoli, éstas pueden ser desechadas por medio de diferentes tipos de alcantarillado o de manera directa. Ésta a su vez puede ser aprovechada por los campesinos agrícolas dentro de la ciudad en las periferias.



El uso que se le dá a esta agua en la actividad agrícola es de suma importancia para los campesinos que la utilizan, contiene nutrientes para que el cultivo sea de mayor calidad por tener elementos que lo favorecen, pero implica al mismo tiempo un riesgo ambiental en cuanto a la infiltración de dichas aguas en el subsuelo que pueden dañar el medio ambiente y la contaminación de otras fuentes de agua superficiales y subterráneas.

En países de América Latina existe un problema de contaminación en los afluentes de agua potable que es elevada y se vuelve escasa para uso urbano, generando un problema de muy alta consideración. El agua residual desechada de las ciudades genera un fuerte problema ambiental, debido a que desembocan en ríos y lagos, y cuya agua se utiliza para uso agrícola.

En el año 2000 dentro del convenio para el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, se ejecutó un proyecto de Investigación denominado Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina con el siguiente objetivo: “estudiar las experiencias de América Latina en el tratamiento de aguas residuales domésticas y su uso sanitario en agricultura urbana para recomendar estrategias de diseño e implementación de estos sistemas integrados e identificar nuevas oportunidades” (Veliz; et al., 2009: 3). Esto con la finalidad de generar nuevas oportunidades para la utilización de las aguas residuales de manera sustentable que beneficie de manera económica a los agricultores de locales y que carecen del acceso al recurso del agua para su actividad.

Si bien los beneficios que dan las aguas residuales se debe a que contienen nutrimentos que son potenciales fertilizantes para los productos que se cultivan en el campo y que le beneficia a los campesinos por lo que se ahorran en la compra de suplementos que ayuden a la tierra, la discusión va más allá de si son tratadas o van directamente al riego en la agricultura; las aguas tratadas tiene un costo más elevado para los ejidatarios que las usan y el agua carece de los mismos nutrientes y cantidad reglamentada que pueden afectar a los agricultores. Pero también existe la inconformidad en el consumo de los productos regados con estas aguas ya que pueden afectar la salud y crear problemas de carga nociva de patógenos tóxicos.

En muchas regiones de México se reusa el agua proveniente de la ciudad como una fuente para el desarrollo económico de las actividades primarias, entre ellas están las aguas residuales provenientes de la zona urbana y que se han utilizado como base de sustento para la agricultura en zonas periurbanas de las metrópolis.

Las aguas residuales han sido utilizadas en la agricultura con diferentes connotaciones, estas pueden ser aguas tratadas con procesos que difieren a las aguas crudas. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) rige el intercambio de agua residual tratada por agua de uso primario como la que se usa en la industria; esto genera una entrada de valor económico al país, por la cual se hacen tratados para dicho intercambio entre tratadoras y entes gubernamentales con beneficio para el uso urbano en la ciudad.

El régimen jurídico formal del agua de la nación en México es regulado por el Estado a través de la CONAGUA, que administra y coordina los permisos de uso de agua, así como la distribución por concesiones y asignaciones a los organismos operadores con normas institucionales como el Sistema Intermunicipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (Interapas), en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí – Soledad de Graciano Sánchez que se encarga de la gestión del agua potable, pero ésta, a su vez, delega la responsabilidad sobre el tratamiento de aguas residuales a los municipios, pero al ser de alto costo dicho proceso de separación de residuos para consumo urbano potable, tiene que resultar por medio de decretos de uso de aguas negras a los campos agrícolas.

Existen casos de agua no tratada o agua cruda que pasan, en la idea del ciclo hidrosocial, desde las zonas urbanas a las zonas agrícolas periurbanas sin un filtro de tratamiento por canales de riego, al respecto “la mayor parte del agua reutilizada en los países en desarrollo es para uso agrícola, y en general, los agricultores que requieren agua para sus cultivos han aplicado aguas residuales sin ningún tratamiento previo” (Romero 2009: 411), esa agua se transporta por cauces naturales y son distribuidas por los actores principales de su uso, los campesinos.

En el Valle del Mezquital, se usan las aguas residuales que provienen del Valle de México, de modo que “son aguas no tratadas industriales y domésticas. Los agricultores se han visto en la necesidad de usarlas para irrigar sus predios debido al déficit de este recurso

natural tanto en cantidad como en calidad” (Núñez, 2015: 1), la demanda de agua para esta actividad genera incertidumbre en los campesinos del lugar, modificando territorialmente el espacio por procesos de urbanización que se extendieron a la periferia de la comunidad, ante la situación socioeconómica del Estado que los dejó en desventaja en la gestión del recurso.

Los problemas ambientales y de salud pública que han ocasionado el uso de aguas residuales en el Valle del Mezquital son enfermedades que se han presentado en los agricultores producto del uso y manejo de dichas aguas, así como la gente que maneja los canales de riego y la que vive en zonas habitacionales cerca del acceso a estas aguas “las enfermedades que se presentan en el lugar de estudio, van desde enfermedades gastrointestinales, hasta el cólera” (Núñez, 2015: 2)

La exigencia del agua residual proveniente de la ciudad se volvió la única solución para la sobrevivencia de los agricultores y el combate a la pobreza extrema que se vivía en la zona, este caso marca un antes y un después, así esa agua es especial porque es: “recurso inagotable, que resulta inimaginable que se agote ya que la ciudad se quede sin agua (...) si hay agua ahí, también aquí tiene que llegar” (Peña, 1999:71). Ellos ven en la agricultura un tipo de filtro como tratamiento de las aguas negras para su reusó y la consideración de un buen uso eficiente y productivo, pero que a la vez genera conflictos por la distribución y los patrones socio ambientales que esto implica (Peña, 1999).

Entre la zona periurbana y la ciudad son poco visibles las separaciones espaciales, pero las sociales tienen sus conflictos con respecto al uso del agua residual en tierras que por su tenencia y uso generan disputas socio ambientales. Por su cercanía a las ciudades, la agricultura urbana y periurbana presenta retos y oportunidades. Retos relacionados fundamentalmente con la seguridad de los alimentos, que son regados con aguas contaminadas, y oportunidades porque permiten cultivar cerca de las ciudades donde la demanda de alimentos no para de crecer y porque favorece la recuperación de recursos (agua y nutrientes) de los efluentes urbanos para su reutilización (Sagasta, 2017: 5-6).

### ***2.3. Las plantas de tratamiento de agua residual, dos ejemplos de la inoperancia.***

En las zonas urbanas y periurbanas, el crecimiento demográfico está acelerando el proceso de urbanización que va escalando niveles de desigualdad social y económica. En este sentido, a nivel local es donde el abastecimiento y la demanda de agua se hacen presentes bajo la presión como recurso hídrico disponible para estos entornos. Precisamente en ellos es donde el agua residual tiene una valorización más alta por la cantidad de nutrientes de los que está cargada para los cultivos de los agricultores, esta agua es la única vía sólida y disponible para sostener la demanda de alimentos que los mercados urbanos exigen del campo y para la manutención de los campesinos. “La combinación de una demanda de agua creciente, especialmente en agricultura, y una disponibilidad de agua limpia cada vez menor está impulsando un uso cada vez mayor de fuentes de aguas no convencionales, como los efluentes urbanos” (Sagasta, 2017: 3).

Se plantea el uso de aguas residuales tratadas de manera planificada para uso agrícola, ya que se considera su manejo sin tratamiento como un peligro para la sociedad, en especial para la salud y el medio ambiente, con implicaciones socio ambientales presentes en el uso de estas aguas; en las zonas periurbanas es importante tomar en cuenta la connotación que se le da al significado de su uso para el sustento de una economía en declive por la falta de apoyo del Estado al campo, en casos de Latinoamérica.

Esto da como consecuencia que el agua se vuelva sumamente valiosa, ya que “el agua limpia, que es destinada a sectores prioritarios como los usos domésticos, o con mayor capacidad de pago como los usos industriales, [es por ello que se van] quedando frecuentemente las aguas de calidad marginal para la agricultura” (Sagasta 2017: 3).

Pero el discurso que manejan expertos de la FAO, es que el agua residual es un “recurso cuya disponibilidad va a crecer en las próximas décadas” (Sagasta, 2017: 3); lo cual es altamente preocupante ya que, si bien es un elemento indispensable para la sobrevivencia de actividades como la agricultura de riego, es criticado su uso como una acción no viable socialmente por las implicaciones sociales y ambientales que conllevan.

En este sentido, en los ejidos o comunidades que se encuentran en una batalla por el acceso a este recurso, la importancia de tener agua de cualquier calidad es indispensable. Los desarrollos de plantas tratadoras son mayoritariamente de inversión privada en donde

su ganancia redituable es la venta de agua ya tratada a posibles compradores privados, es un negocio. Otro de los puntos es el hecho de que los contaminantes son vistos de manera negativa, pero en la realidad se les ve como nutrientes, como sustanciales para una buena producción, ya que los cultivos son de mejor calidad con aguas no tratadas que con la tratada. En general los campesinos no están de acuerdo con las plantas tratadoras, las consideran como parte de las acciones de un Estado que los desfavorece ante la crisis económica que vive el campo en los últimos años.

La agricultura en América Latina es de primordial importancia para la seguridad alimentaria. Es por ello que, en estas regiones, se da una lucha que genera conflictos entre lo urbano y lo rural en cuestiones socio ambientales. Las plantas de tratamiento convencionales son costosas y requieren inversión para su construcción y mantenimiento, la falta de inversión ha dejado a muchas plantas en estas regiones en mal estado y con un funcionamiento ineficiente, en donde el gobierno no puede o no quiere cubrir los gastos de mantenimiento y posteriormente quedan abandonadas y en mal estado. Así se “construyen con el apoyo de donantes internacionales o con subsidios del gobierno central, con el tiempo éstas se abandonan, se averían o simplemente no son operadas o mantenidas adecuadamente” (Sagasta, 2017: 44).

La comunicación entre los diferentes actores en la gestión del agua residual es de vital importancia porque las “diferentes instituciones, públicas o privadas, nacionales, regionales o locales, juegan (o deben jugar) un rol en el tratamiento y reutilización de aguas residuales para agricultura” (Sagasta, 2017:51), en la realidad esto no sucede muy a menudo, estos roles de poder se mantienen lejos de la escala rural y el “desarrollo de estrategias y planes, formulación de leyes y regulaciones, financiación de proyectos, implementación de proyectos, operación y mantenimiento de proyectos” (Sagasta, 2017: 51), queda a nivel estatal o municipal para su realización y con puntos de vista opuestos que no son favorables para una buena gestión que impulse un desarrollo sustentable de la agricultura.

Es importante la visión de comparación entre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR's) en América Latina, es por ello que se toma como ejemplo dos ciudades, una en México en donde se desarrolla el caso de estudio y que maneja su gestión y administración

de forma centralizada y otra en Perú por ser un caso en donde la gestión es descentralizada y que son más una opción de inversión económica y que genera resultados de confusión sobre la adecuada administración del agua residual, este país se visitó por sus características en particular por su visión de la gestión del agua residual, su tratamiento, venta y administración. A continuación, se analizan los dos casos y sus contextos históricos y sociales.

### ***2.3.1. El caso mexicano***

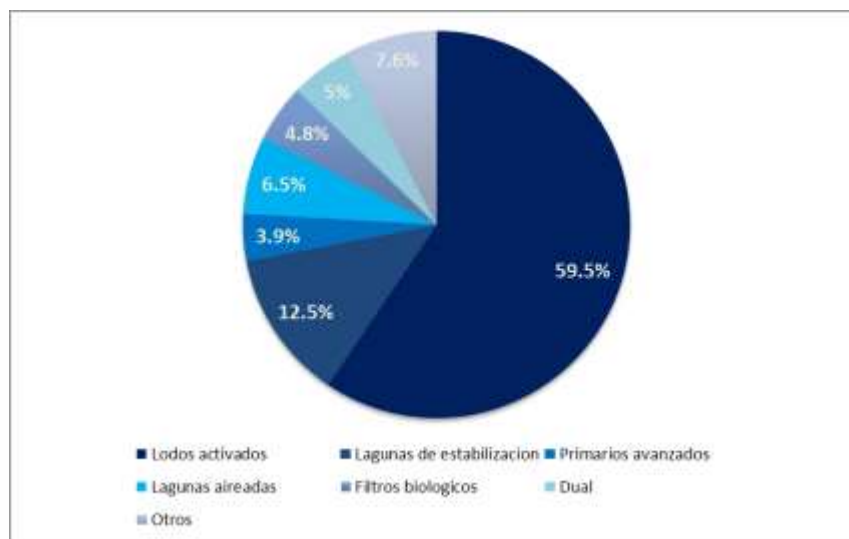
En México la demanda del agua está por encima de la tasa de recuperación natural, esto provoca que la mayoría (16%) de los acuíferos en el país estén sobreexplotados, así “el 77% del uso de agua es agrícola, se fomenta el intercambio de agua residual tratada por agua de primer uso” (Sagasta, 2017:92), de acuerdo con la CONAGUA, este uso puede ayudar a solventar la demanda de agua para la agricultura que consume dicha agua en mayor cantidad.

El gobierno mexicano propuso la fomentación de las actividades agrícolas y la implementación de riego de áreas verdes y el consumo de aguas de reusó en la industria como parte del Programa de Reúso e Intercambio de Agua Residual Tratada con la que cuenta CONAGUA, esto con la idea del intercambio de agua de primer uso en actividades factibles que realicen un manejo sustentable de este recurso.

En relación a las Plantas de Tratamiento de aguas residuales (PTAR), en México se lleva a cabo un sistema centralizado en el que esas aguas se recolectan en una red de drenaje o alcantarillado a nivel municipal de un número de usuarios domésticos, industriales y de otras actividades económicas de una zona urbana o metrópoli para tratarse en uno o más sitios; debido a ello los costos de recolección implican “más del 60% del presupuesto total para la gestión de aguas residuales en un sistema centralizado, particularmente en comunidades con baja densidad de población (WWAP, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, 2017: 45).

En México los sistemas de tratamiento de agua residual son diversos (figura 3).

Figura 3. Sistemas de tratamiento de agua residual utilizadas en México.



Fuente: Elaboración propia con base en Sagasta (2017:92).

En México para el año 2015 se tenían reportadas 1, 360 plantas de tratamiento, el 59.5% emplean sistemas de lodos activos, el 12.5% son lagunas de estabilización y el resto se reparte entre tratamientos primarios avanzados, tanques de aireación y oxidación, decantadores primarios, biofiltros y tanques sépticos (Sagasta 2017:13).

Un ejemplo de esas plantas de tratamiento es la PTAR de la Planta Tenorio en la ciudad de San Luis Potosí, que tiene una capacidad de manejo, de acuerdo con el Plan de saneamiento de aguas residuales de la zona metropolitana de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez (2010), de 1,050 l/s (que reciben un tratamiento primario fisicoquímico) y un almacenamiento total de 2, 650, 000 m<sup>3</sup> (Torres, 2015: 62)

Las aguas residuales tratadas en el tanque Tenorio para uso agrícola, están bajo un tratamiento primario, pero mantienen niveles de concentración no permitidos por la norma mexicana (NOM), sus efectos contaminantes provocan que en el acuífero del Valle de San Luis sucedan “procesos de infiltración, adsorción y retención en el subsuelo” en dicho valle

(Torres, 2015: 56). Esto genera una contaminación en los mantos acuíferos y su afectación en el proceso de depuración de aguas con carga de químicos en su composición.

Es por ello que existe un paradigma en la apreciación del tratamiento de aguas residuales por el cual se pasa de “un mero «tratamiento y eliminación» a contemplar la «reutilización, reciclado y recuperación de recursos»” (WWAP, 2017: 1); con ello las aguas tratadas se vislumbran como una solución a la contaminación del agua, pero es parte del inconveniente latente de las comunidades y poblaciones con dificultades para la obtención de agua tratada a bajo costo, pasa de ser una solución a un problema debido a la inaccesibilidad a estas aguas con un nivel de tratamiento adecuado a las normas sanitarias.

### ***2. 3. 2. El caso peruano***

En el caso de Perú, que se encuentra situado en la parte central y occidental de América del Sur y está conformado por un territorio de 1, 285, 215 km<sup>2</sup> de superficie (Moscoso, 2016:16), que cuenta con abundantes recursos hídricos superficiales, sin embargo, la disponibilidad temporal y espacial es desigual. El Río Rímac es el más importante y pertenece a la cuenca hidrográfica que suministra agua a más del 30% de la población peruana. Se estima además que al menos 15% de sus recursos hídricos se emplean en agricultura y es uno de los más contaminados del país (ANA, 2012b Op. cit. Sagasta, 2017: 6).

La Ley General de Aguas que fue expedida en 1969 en Perú, rige sobre las aguas marítimas, terrestres y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos. En su artículo 1º, la Ley declara que “las aguas, sin excepción alguna, son de propiedad del Estado y su dominio es inalienable e imprescriptible” y que “no hay propiedad privada de las aguas ni derechos adquiridos sobre ellas” (Méndez y Marchán, 2008: 11).

El ente rector del sistema hídrico peruano es la Autoridad Nacional del Agua (ANA), que es el Organismo perteneciente al Ministerio de Agricultura el cual “se encarga de elaborar y proponer la estrategia, política, y plan nacional de recursos hídricos de cuenca” (Vila, 2017: 203-204) es competente y tiene la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, autorizó en 2012 la



reutilización de aguas residuales tratadas por un volumen anual total equivalente a 30, 309, 102 m<sup>3</sup> (ANA, 2012).

El Perú en el 2017 contaba con 336 PTAR, de las cuales 255 se basan en lagunas de estabilización. El 70% de todas las aguas recolectadas en el Perú reciben solo un tratamiento preliminar avanzado y luego son vertidas al mar mediante emisarios submarinos (Moscoso, 2016 Op. cit. Sagasta (2017: 13).

La región de Lambayeque es la más importante en reusó: “sustenta 4,343 ha, que representan casi el 33% de las áreas estimadas a nivel nacional. Le siguen La Libertad, Tacna e Ica, que juntas tendrían el 40% de estas áreas. Lima, Ancash y Piura manejan juntas el 21% de estas áreas y el 6% restante lo hacen las demás regiones” (Moscoso, 2016:43).

Esta zona es emblemática en el uso de aguas residuales, los agricultores de la Comunidad campesina de San José Chiclayo se organizaron para conjuntar la experiencia tradicional con el reusó del agua tratada para riego agrícola en 7,000 ha , debido a ello han podido crear una junta de regantes de aguas residuales con 1, 600 comuneros los cuales ganan experiencia e implementan conocimientos para la venta en el mercado de sus productos, esto debido a la organización creada y fomentada para el beneficio de su comunidad (Moscoso, 2016:35).

Para los campesinos de Chiclayo era importante una propuesta que los incluyese en el Plan Maestro de la Municipalidad para así poder tener instrumentos de gestión de las aguas tratadas que se dirigen a la producción agropecuaria en la comunidad, es así como ellos emprendieron una lucha (Torres,2012:2) por:

- a) Mantenerse en la zona.
- b) Que las aguas tratadas se destinen para la producción agropecuaria antes que para la forestación.

La comunidad San José está organizada por cinco Comités de Administración local (CDL), cuyas funciones son la toma de decisiones en cuanto a la gestión y el manejo de las aguas tratadas bajo la responsabilidad de cada comité, lo cual permite que la organización

esté descentralizada, lo que hace más fácil el desarrollo de las funciones de control y vigilancia dentro de la comunidad y la acción inmediata en asuntos importantes de las aguas en la producción agropecuaria y su distribución equitativa (Torres, 2012: 4).

Ahora bien, la nueva Ley de los Recursos Hídricos define la regulación del uso y la administración del recurso, al igual que regula los roles de los actores que intervienen en la toma de decisiones. Pero esta ley es criticada por su visión hegemónica del país, “en el que casi todos los usuarios destinan el agua al riego e, inclusive, donde todos los usuarios agrícolas son iguales” (Óre y Rap, 2009 Op. cit. Vila, 2017: 203). El problema de la gestión en Perú es que su sistema de agua tratada en las PTAR es descentralizado, conformado por microsistemas de tratamiento de aguas residuales para cada grupo de viviendas, comunidades y zonas rurales, que, al estar en lugares alejados, abaratan el costo de recolección del agua y proporcionan el mismo nivel de servicios en funcionamiento y mantenimiento como el sistema centralizado.

Por otro lado, el precio del servicio de agua tratada no es de fácil acceso para los agricultores en zonas rurales, ya que tiene un costo que algunos no pueden cubrir. Ahora bien, al estar descentralizada, la gestión del agua genera problemas en la identificación y ubicación de las PTAR, así, por ejemplo, existen más de 800 en la ciudad de Lima y no se sabe a ciencia cierta cuánto cobran y si están reguladas por la ANA para su funcionamiento o si generan una calidad y cantidad permitida por las normas de sanidad.

### ***Consideraciones finales***

Los procesos de urbanización han determinado que en las ciudades el aumento de la población genere incremento en la demanda de satisfactores, entre ellos el agua, así: “Con respecto a la gestión del agua urbana, tal movimiento, uso y disposición continuos de energía y materiales se pueden visualizar esquemáticamente como flujos de agua, alimentos y desechos dentro y fuera de las áreas urbanas, o como eco-ciclos de agua y nutrientes que apoyan las áreas urbanas” (Marsalek, et al., 2006: 25).

La demanda de agua en las áreas urbanas implica más exigencia con la calidad de éstas para el consumo humano, pero en actividades primarias de pequeña escala dentro de una ciudad se diluye esa demanda de calidad de agua que se usa para la agricultura, lo que

se justifica porque los precios de transporte, almacenamiento, tratamiento y distribución aumentan, de modo que el precio del agua de mejor calidad, en su mayoría, es difícil de costear para los campesinos.

Las aguas residuales se han usado históricamente para el riego, pero la diferencia es que en la actualidad con las normas vigentes de sanidad y agua disponible para todos, se gestionan de manera más controlada; en la agricultura el agua residual tratada y no tratada tiene diferentes beneficios para los usuarios; la tratada puede perder componentes que la enriquecen en materia para una cosecha de calidad según la visión campesina; en cambio, el agua tratada no parece la apta para el riego en uso agrícola ya que no contiene los elementos que la hacen productiva para los campesinos.

Es claro el beneficio que se obtiene del uso de estas aguas en los cultivos ya que tienen nutrientes ricos para la obtención de productos de mejor calidad que pueden vender en el mercado a mejor precio, pero que al mismo tiempo son estigmatizados por la falta de información de los productos agrícolas que se pueden regar con dichas aguas; las aguas residuales tienen una procedencia de diferentes “fuentes municipales, incluidas las áreas residenciales, comerciales, industriales e institucionales, son recolectadas por alcantarillas o drenajes abiertos y transportadas a las instalaciones de tratamiento, o descargadas directamente en las aguas receptoras” (WWAP, 2017: 51).

Si se usan de manera adecuada las aguas residuales con tratamiento pueden ser de algunos beneficios (Marsalek, et al., 2006: 5-6, 21, 76):

1. Si son tratadas adecuadamente “las aguas residuales domésticas constituyen una valiosa fuente tanto de agua como de nutrientes”.
2. Además, por la reutilización de estas aguas se “fomenta la seguridad alimentaria [y puede] generar grandes beneficios para la salud, entre ellos, un mayor valor nutricional”.
3. La reutilización de las aguas residuales puede ayudar a la circulación del agua y ayudando a la transición de la reducción de extracción de agua potable y pérdida del recurso y generando la transacción de producción y la economía de las actividades económicas.

4. Uso de agua tratada de origen residual para las actividades dedicadas a la energía, con el aumento de una mejor calidad de vida económica y sustentable para la población.

Esta agua está disponible todo el año, pero también depende de la variabilidad climática de cada región y de la densidad poblacional, el efluente de éstas puede variar dependiendo del volumen de escorrentía de las aguas pluviales que se mezclan con las aguas municipales provenientes del área urbana y generan cambios en la composición de las aguas residuales usadas en la agricultura de riego sin tratamiento alguno.

Podemos analizar que el reusó de las aguas residuales de origen municipal ofrecen beneficios para mitigar la falta de agua y desigualdad de distribución del recurso a la agricultura, pero con un claro ejemplo de desconfianza de los pobladores que consumen los productos y los actores circundantes a las zonas de riego o de los canales por cuestiones de salud pública y medio ambientales.

El uso directo de aguas residuales en la agricultura de países como México y Perú, no a modo de comparación, puede analizarse como un problema latente en Latinoamérica (Tabla 3), que puede generar conflictos sociales entre los habitantes de las periferias agrícolas en una ciudad.

Tabla 3. Uso indirecto de aguas residuales en agricultura los países de México y Perú

País	Capacidad de tratamiento de aguas residuales municipales (% del agua residual generada)	Área de cultivo regada de aguas debajo de áreas urbanas (ACRAU) & 1 (1000 ha)	ACRAU dependiente de aguas residuales municipales # 2 (1000 ha)	ACRAU altamente dependiente de aguas residuales municipales # 3 (1000 ha)	Área de cultivo regadas con aguas residuales diluidas reportadas en literatura (1000 ha)
México	49 (e)	1794	1455	386	190 (h)-390 (j)
Perú	28 (f)	126	79	38	ND

Fuente: Elaboración propia a partir de Sagasta (2015: 18) <sup>4</sup>.

<sup>4</sup> 1: En un radio de 40 km aguas debajo de ciudades de más de 50 000 habitantes

2: ACRAU donde  $\geq 20\%$  del caudal es agua residual

El uso de aguas residuales en Perú no se da de manera legal, ni es visible para las competencias gestoras, así se presentan casos en investigaciones en las que se les estigmatiza hasta el grado de la indiferencia al uso de éstas en la agricultura de pequeña escala. En cambio, en México, el caso es diferente, si bien se hacen presentes más casos emblemáticos y visibles del uso de estas aguas en la agricultura, su peso recae en la legitimación de políticas que permiten su uso, siempre y cuando se cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas de Sanidad (NOM) indicadas, pero que también sufren el rechazo por parte de la sociedad.

Es por lo que la agricultura está más determinada a la lucha en la competencia desigual por el recurso hídrico para solventar sus actividades, por lo tanto, termina disponiendo del agua desechada y sin tratamiento.

La reutilización de aguas residuales es común en zonas áridas y semiáridas, ya que es más accesible para los agricultores que saben de conocimiento a priori que los componentes de dicha agua aumentan su productividad en las cosechas agregándole contenido de materia orgánica y elementos que la hacen más efectiva, sin embargo, esta práctica también aumenta los riesgos para la salud en los consumidores y en los productores. En los siguientes capítulos se analiza y revisa el uso de aguas residuales en un ejido, así como las causas y consecuencias de las modificaciones territoriales y sus implicaciones ambientales.

---

3: ACRAU donde  $\geq 80\%$  del caudal es agua residual

### **Capítulo 3. Proceso de urbanización de la zona metropolitana de S. L. P- S. G. S: Sus modificaciones territoriales, generación y aprovechamiento de aguas residuales.**

En este capítulo se analizan las modificaciones territoriales de un ejido dentro de una zona metropolitana por procesos de urbanización acelerados. Una consecuencia de eso es el aprovechamiento de agua residual que desecha la ciudad y es usada para la agricultura de riego en dicho ejido. Se muestra un recorrido histórico y geográfico de cómo la expansión de la ciudad ha incidido en dichas transformaciones.

Para ello fue necesario una revisión de la singularidad geográfica e histórica del municipio de Soledad de Graciano Sánchez con el propósito de explicar los cambios geográficos e históricos que ha tenido, para entender por qué se han asentado colonias o fraccionamientos en terrenos agrícolas. Además, se indaga cómo el uso del agua residual ha generado cambios en el aprovechamiento y la estructura territorial, así como en la organización y gestión en el ejido. Esta línea de etapas se presenta desde la creación del ejido, pasando por las reformas de uso de agua para la agricultura, llegando así a la actualidad con una urbanización intensiva.

#### ***3.1. Ejidos y expansión urbana en México, breve descripción.***

Después de la Revolución Mexicana surgió un cambio importante para el campo en México, las tierras que eran de hacendados y grandes terratenientes se repartieron al campo agropecuario, pero el verdadero cambio de uso de suelo agrícola se originó a nivel nacional a través de acontecimientos que el Estado generó, como la creación en 1926 de la Comisión Nacional de Irrigación, “la cual fue una institución que desempeño actividades que apoyaron el manejo de los recursos hídricos y la agricultura de riego” (Torres, 2015: 25).

Esto impulsó al campo y a sus campesinos a un futuro prominente para figurar en el desarrollo mexicano, se generó para ello una innovación de tecnificación para el riego, se dio la entrada al mercado de bombas de agua que se volvieron muy populares para la facilitación del trabajador, pero esos cambios e innovaciones seguían siendo solo para cierto sector agrario, la agricultura a nivel privada era la beneficiada de esta nueva revolución tecnológica. Entonces, ¿qué pasaba con los pequeños y medianos campesinos de

pequeñas propiedades agrícolas?, esto generó un descontento y una nueva disputa por las contradicciones y desigualdades sociales en este sector económico.

Es por ello que, en el año de 1934, durante la administración del presidente Lázaro Cárdenas se dio un hecho representativo que marco un momento importante para el crecimiento y desarrollo de la actividad agrícola en la República Mexicana, se llevó a cabo el reparto de tierras y se estableció a los ejidos como una unidad productiva. “El derecho agrario se cimentó en dos grandes pilares complementarios: el reparto agrario y el sistema de tres tipos de tenencia de la tierra agrícola, que son, a la pequeña propiedad, la propiedad ejidal y la propiedad comunal” Bazant (2001: 53).

Como menciona Bazant (2001: 54):

“Para impulsar una transformación en las actividades del campesinado se llevará a cabo dos reformas constitucionales a la legislación agraria. En la primera, la de 1991, se elevó a rango constitucional la propiedad ejidal y comunal, reconociendo tres tipos de uso: tierras para asentamientos humanos, tierras de uso común y tierras parceladas individuales para fines productivos. Es decir, se otorgó un reconocimiento de la personalidad jurídica, autonomía a la propiedad ejidal y comunal, así como de las garantías para hacerla equitativa jurídicamente con la pequeña propiedad (que es privada). El texto constitucional no impone restricciones a la libre asociación de los ejidatarios, entre ellos o con terceros, y autoriza expresamente la libre sesión de las parcelas entre ejidatarios, aunque para evitar el desmembramiento del ejido, fija a la asamblea, constituida por todos sus integrantes, la decisión de enajenar las parcelas y establecer un derecho de preferencia en favor del ejido”.

La constante de esta administración no fue consecuente a otras regencias posteriores, ya que en esta se dio más prioridad al campo privado y a la inversión de capital en su producción, ello quedó reflejado “la Ley de Aguas expedida en 1946, la cual daba beneficios a la propiedad privada y limitó la extensión del ejido” (Fernández, 1974:81).

El ejido es la mayor forma de propiedad en el país desde el año de 1950 (Torres, 2015: 25), pero a pesar de ello la agricultura de riego mostró una dinámica de crecimiento

mucho mayor a la que se da en los ejidos, la cual ha permanecido con una producción y desarrollo casi estático, ya que las inversiones no son al mismo nivel nacional que a nivel local. Con la ley de 1946 se benefició a la agricultura de riego mecanizada, generando competencias entre los grandes productores contra los nuevos ejidatarios y pequeños propietarios, los cuales no podían competir a nivel nacional contra los primeros que utilizaban la tecnología para aumentar la producción en sus cosechas.

Los acontecimientos anteriores dieron el impulso para generar nuevas dinámicas productivas, en 1972 se inició una nueva etapa en el campo mexicano conocida como Revolución Verde que “se caracterizó por promover, además del mejoramiento tecnológico del riego, el incremento de la producción agrícola a través del uso de semillas mejoradas, agroquímicos y abonos sintéticos” (Torres, 2015: 26). Con este nuevo ciclo empezó una nueva ola de crecimiento económico y de productividad para algunas regiones del norte de México y dio algunos beneficios a productores nacionales que dieron la entrada de nuevas tecnologías con ganancias a esta inversión.

Con esta nueva etapa en México se generó una bipolaridad entre las regiones, por un lado estaban los que sí pudieron costear la entrada de innovación tecnológica y, por el otro lado, los ejidos y pequeños propietarios que no lograron costear los precios elevados de los nuevos productos tan fácilmente, esto contribuyó a la creación en el campo de una polarización en las zonas rurales (Barkin, 1988: 84-87), con los altos costos y la situación económica del campo local, era difícil o casi imposible la obtención de tecnología que los auxiliara en las necesidades para el desarrollo de la tierra en pequeños espacios agrícolas, en especial en los ejidos.

Para seguir con la ola de la nueva etapa de desarrollo en el campo mexicano se creó en 1989 la Comisión Nacional de Agua (CNA), que ejercía, como objetivo principal “promover el avance e incremento de la actividad agrícola de riego, y dotar de infraestructura a la misma” (Torres, 2015: 26); dicha institución estaba marcando el desarrollo hidráulico a nivel nacional con el impulso tecnológico a su disposición.

Con ella se dio la entrada de nueva infraestructura hidráulica: “2,200 presas de almacenamiento y 2,597 presas derivadoras, con 54,000 millones de metros cúbicos útiles



para riego (...), se contaba con kilómetros de canales, drenes y caminos, toda esta infraestructura con una capacidad de riego de 6.22 millones de hectáreas” (Ibíd). Se desarrolló una etapa de innovación para la infraestructura hidráulica que pretendía facilitar el desarrollo económico de la agricultura generando facilidades para los agricultores a gran escala.

Las modificaciones al artículo 27 constitucional permitieron cambios en los ejidos, la renta de sus tierras y la venta y la posibilidad de una incorporación al desarrollo urbano, esto con la ayuda del papel de las autoridades municipales urbanas en colaboración con las agrarias (Olivera, 2005:123).

En tal sentido, el Programa de Certificación de Derechos Ejidales (Procede) “tiene como finalidad que la tierra de propiedad social y normada por el derecho agrario sea regularizada mediante su incorporación al marco jurídico del derecho civil, y de esa manera pueda eventualmente formar parte del mercado privado de suelo. Sólo como tierra de propiedad privada, los actuales ejidos pueden incorporarse al crecimiento urbano ordenado” (Olivera. 2005: 126).

Se desarrollaron dos mecanismos de conversión del suelo para la utilidad pública como expropiación de tierras ejidales, que se explica (Olivera, 2005: 150) de la siguiente manera:

- El primero es la adopción del dominio pleno de la superficie ejidal que, como ya se había dicho, consiste en la obtención de los certificados de propiedad individual por parte de cada ejidatario una vez que ha concluido el Procede. Este proceso únicamente se aplica a las tierras parceladas, y a partir de ello los titulares del suelo pueden comercialarlo de manera directa; sin embargo, las autoridades urbanas municipales y estatales manifiestan su preferencia para que los ejidatarios incorporen su tierra al desarrollo urbano mediante el segundo mecanismo, ante el temor de que no se desarrollen dentro de la normatividad urbanística, como de hecho ocurre.
- El segundo mecanismo consiste en que los ejidatarios aporten las tierras de uso común a sociedades mercantiles inmobiliarias y que no la enajenen directamente a terceros. Pero esto nuevamente requiere la aprobación de la asamblea ejidal;

consiste en la posibilidad de asociación de los miembros del núcleo agrario en lo individual o como persona moral, con los sectores público, social y privado. Esta modalidad de privatización, sin embargo, ha tenido escasa repercusión entre el sector privado y prácticamente nula en los otros dos sectores. En el primer caso, por circunstancias de muy variada índole, y en el segundo caso por falta de recursos económicos, principalmente.

Esa historia no fue la misma para los ejidos y pequeños propietarios, han ido en retroceso hasta convertirse en una mera propiedad significativa para los ejidatarios, ya que las nuevas leyes de propiedad de la tierra abaratan las mismas dejando una brecha para las desarrolladoras inmobiliarias, como lo menciona Ávila (2019: 17), las tierras de uso agrícola cambian de destino “pues los intereses de constructores y desarrolladores inmobiliarios no siempre son compatibles con las políticas y acciones tendientes a la conservación de los espacios naturales. Esta situación es aún más dramática en los países pobres, donde las normativas territoriales tienen una gran laxitud y no son eficaces para afrontar la dinámica acelerada de una urbanización depredadora”, dejando a los ejidos en desventaja económica para desarrollar sus actividades productivas como son la agricultura.

El capital de inversión es ofrecido a la nueva agroindustria que genera ganancias redituables con un impacto en la economía nacional y crea nuevas tecnologías y productos de calidad para este sector agrícola, dejando de lado y en el olvido al campo tradicional mexicano a pequeña escala.

### ***3.2. La zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez: la extensión de una ciudad***

El municipio de Soledad de Graciano Sánchez (S. G. S.) se localiza en la parte central oeste del estado de San Luis Potosí, en la zona centro norte de la República Mexicana; ocupa la parte oriental del Valle de San Luis; se encuentra ubicado geográficamente entre los paralelos 22° 28' y 22° 08' de latitud Norte y los meridianos 100° 45' y 100° 59' de longitud Oeste, con una altitud de 1,850 msnm (Proyecto de modificación: Centro de población estratégico San Luis Potosí – Soledad de Graciano Sánchez, 2010: 12). Limita con Villa Hidalgo hacia el noreste, Armadillo de los Infante y Cerro de San Pedro hacia el

oriente, y con la capital de San Luis Potosí, hacia el norte, poniente y sur. El casco urbano del municipio de S. L. P está conurbado con el de S. G. S en su parte sur y suroeste. La extensión territorial de S.G.S es de 34,433.95 hectáreas, ocupa el 0.51% del total estatal (Centro de población estratégico San Luis Potosí – Soledad de Graciano Sánchez, 2010: 12).

El municipio de S.G.S cuenta con 188 localidades. Está flanqueado por la sierra de San Miguelito al oeste y por la Sierra de Álvarez al este, las cuales forman parte de la Sierra Madre Oriental de la República Mexicana (Guerrero, 2010: 15). El municipio de Soledad de Graciano Sánchez ha experimentado una transición constante entre lo urbano y rural desde su fundación, lo cual hace factible una conexión inmediata en infraestructura vial a la ciudad de San Luis Potosí.

Desde principios del siglo XX San Luis Potosí y S.G.S, ocupan una posición geográfica estratégica, pues por su territorio se conectan importantes vías férreas y carreteras que los comunican a la capital del País con la frontera noreste que une a Estados Unidos de Norteamérica y a los estados alrededor del Golfo de México con los que se ubican del lado del Océano Pacífico. Gracias a esta posición ventajosa y al asentamiento de muchas empresas fabriles creadas en la década de 1970 y el crecimiento de parques industriales que se fortalecieron en la década de los 1990 con el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá (TLCAN), se dio pie al fortalecimiento de una entidad fuerte en exportación y abastecimiento de servicios industriales; estas etapas fueron parte del impulso al desarrollo de una ciudad extendida y que se aceleró favorablemente para la economía de los municipios formando una metrópoli.

El mayor crecimiento se da en las zonas sur, suroeste, norte y noroeste, por el desarrollo de zonas habitacionales dirigidas a los trabajadores de nivel socioeconómico bajo y medio - alto que trabajan en la zona industrial y concentra la demanda de vivienda en la ciudad. En el noreste predominaban las zonas agrícolas, en la actualidad algunas aún se conservan, pero se han enajenado por falta de sustento para mantener la tierra o falta de interés generacional, cambiando de uso de suelo agrícola por zonas habitacionales.

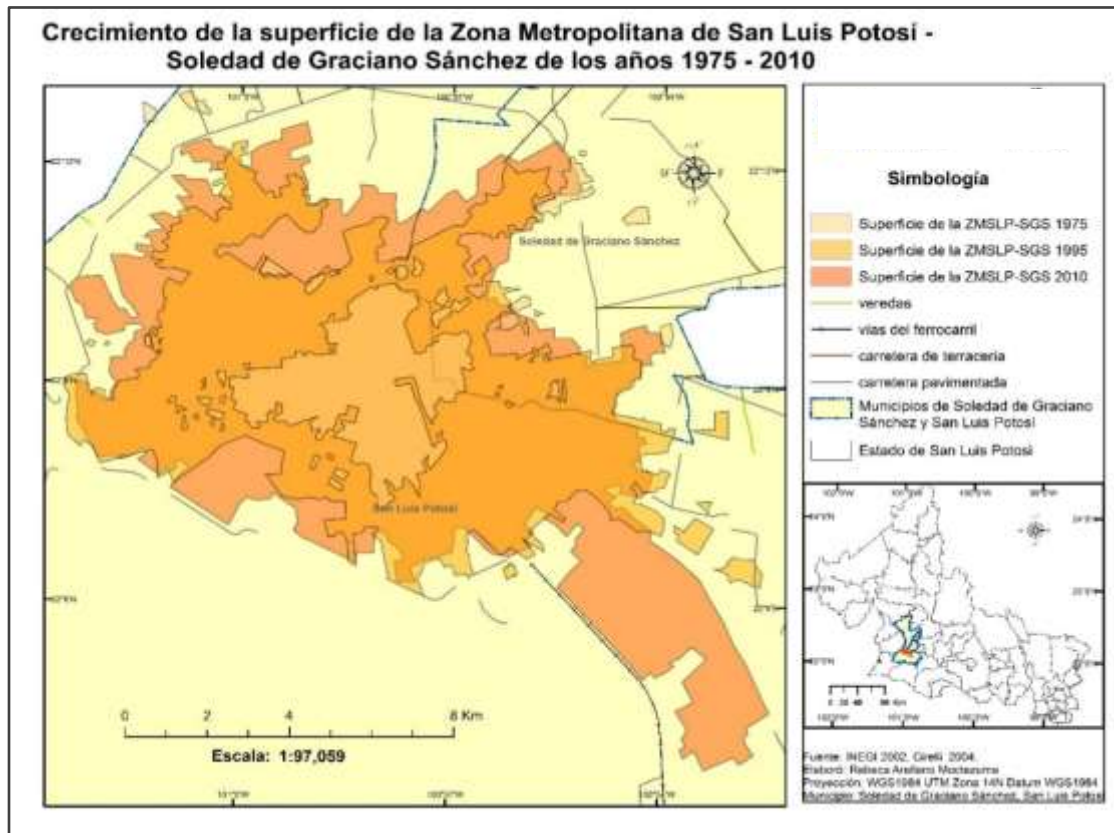
La zona oriente del municipio está teniendo una mayor demanda de infraestructura vial, ya que conecta a San Luis Potosí con otros estados, para intercambio comercial y otros fines. La dinámica del cambio de uso de suelo que se ejerce por el crecimiento territorial se da en zonas urbanas altamente pobladas que anteriormente eran terrenos agrícolas, pero, aunque algunos de ellos se han mantenido, también es “posible encontrar una dualidad o transición entre el suelo ejidal y la urbanización, principales elementos del paisaje en la zona noreste” (Stevens, 2012: 145).

El aumento de zonas habitacionales es evidente, y es un problema para las actividades económicas primarias como lo son la agricultura y la ganadería, que poco a poco han ido perdiendo terreno (Guerrero, 2010: 169). Se da la fragmentación del espacio urbano y el origen de una traza urbana desordenada, algunos de los fraccionamientos que antes eran campos agrícolas no cuentan con papeles en regla de la regularización del terreno o, frente a Catastro y la comitiva ejidal, por lo cual se generan problemas relacionados con los servicios básicos como el drenaje y el agua potable.

“El proceso de crecimiento urbano ha sido acelerado, sobre todo a partir de la década de 1970, [pero] no fue hasta la década de 1980 cuando se formó una metrópolis el municipio vecino de Soledad de Graciano Sánchez, aunque desde 1993 el crecimiento urbano adquirió más intensidad, específicamente hacia la zona este. Hacia 2011 destacó la zona noreste y suroeste; la primera por los fraccionamientos dirigidos a sectores socioeconómicos medio y bajo; la segunda, a sectores socioeconómicos altos” (Stevens, 2012: 145).

El municipio de Soledad pertenece a una de las 18 zonas metropolitanas entre 500 mil y 1 millón de habitantes; en la actualidad, las zonas metropolitanas desarrollan un papel protagónico en el desarrollo regional, económico, político y social. La conurbación que existe entre los dos municipios ha dado origen a la llamada Zona Metropolitana de San Luis Potosí – Soledad de Graciano Sánchez (ZM S. L. P - S. G. S) (Mapa 1), sus coordenadas son (X= 296164.02, Y= 2450933.11) y (22° 09'6'' y 100° 58'35'') (Guerrero, 2010: 14).

Mapa 1. Crecimiento de la superficie de la Zona metropolitana de S. L. P - S. G. S de 1975-2010.



El crecimiento de la zona metropolitana (Mapa1), está regido por la cantidad de población que se ha ido asentando en el lugar, cuya causa es la migración. Este crecimiento no está registrado en las instituciones públicas, o al menos no es de libre acceso, por lo que se requirió hacer un escalado con datos e imágenes de investigaciones previas para definir las etapas. Esta zona pasó de tener 658, 712 personas a 850,828 en 10 años, esto impulsado por la industrialización que se vivió en los años 1990 (Tabla 4).

Tabla 4. Crecimiento de la Zona Metropolitana de S.L.P-S.G.S.

Crecimiento de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez								
Nombre Municipio/Zona Metropolitana	Población			Tasa de crecimiento medio anual (%)			Superficie (km <sup>2</sup> )	DMU* (hab/ha)
	1990	1995	2000	1990-1995	1995-2000	1990-2000		
Zona metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez	658 712	781 964	850 828	3.1	2.0	2.6	1 742	109.3
San Luis Potosí	525 733	625 466	670 532	3.1	1.6	2.5	1 458	107.6
Soledad de Graciano Sánchez	132 979	156 498	180 296	2.9	3.4	3.1	284	115.6

Fuente: Censos Generales de Población y Vivienda de 1990 y 2000, y el Conteo de Población y Vivienda 1995, INEGI. \*Densidad media urbana 2000.

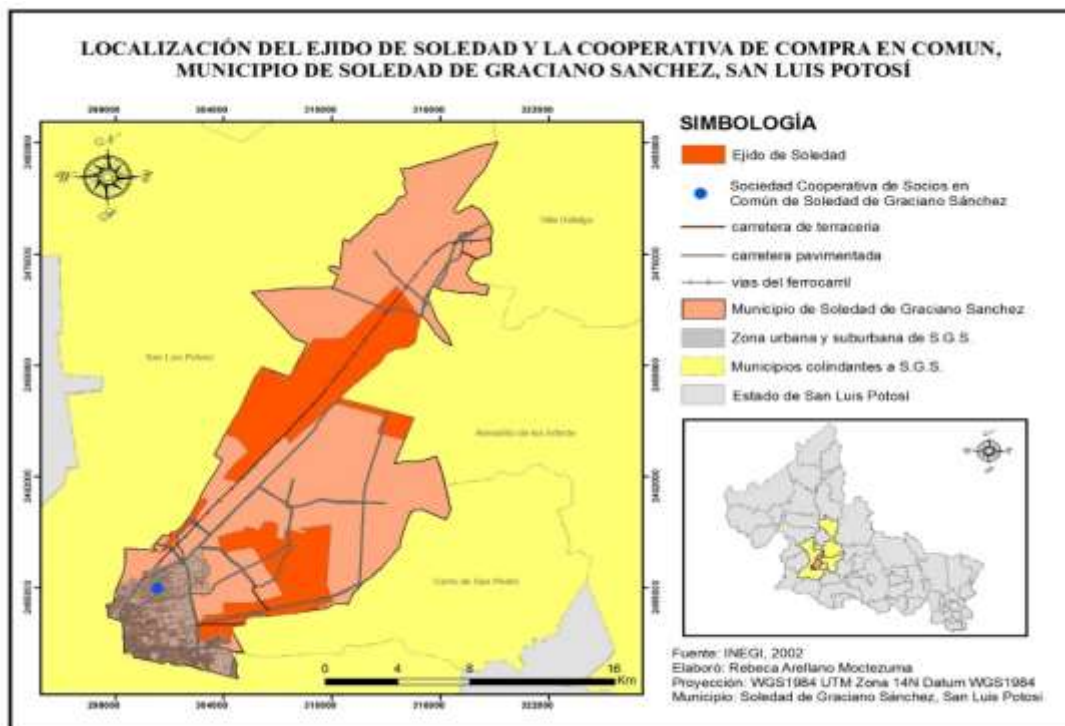
### ***3.3. Evolución del aprovechamiento de aguas residuales en el ejido Soledad.***

La singularidad del ejido Soledad se deriva de la configuración natural de su espacio geográfico. Por ejemplo, su clima, vegetación, uso de suelo, precipitación, aguas subterráneas y superficiales, han hecho posible el desarrollo ejidal y el uso de aguas residuales en la zona.

#### ***3.3.1. Localización y conformación del ejido Soledad.***

El ejido Soledad se encuentra dentro del municipio de Soledad de Graciano Sánchez (Mapa 2), se ubica en la parte centro y suroeste del municipio con una superficie de 8,844.97 Ha, “con 304 ejidatarios y 751 avocindados” (PHINA), más los que se van agregando actualmente a la lista de ejidatarios legítimos; cuentan con la representación del Comisariado ejidal conformado por el presidente, secretario y tesorero, vocales, comités, auxiliares (como el canelero), y, el ente más importante, la Asamblea ejidal.

Mapa 2. Localización del ejido Soledad.

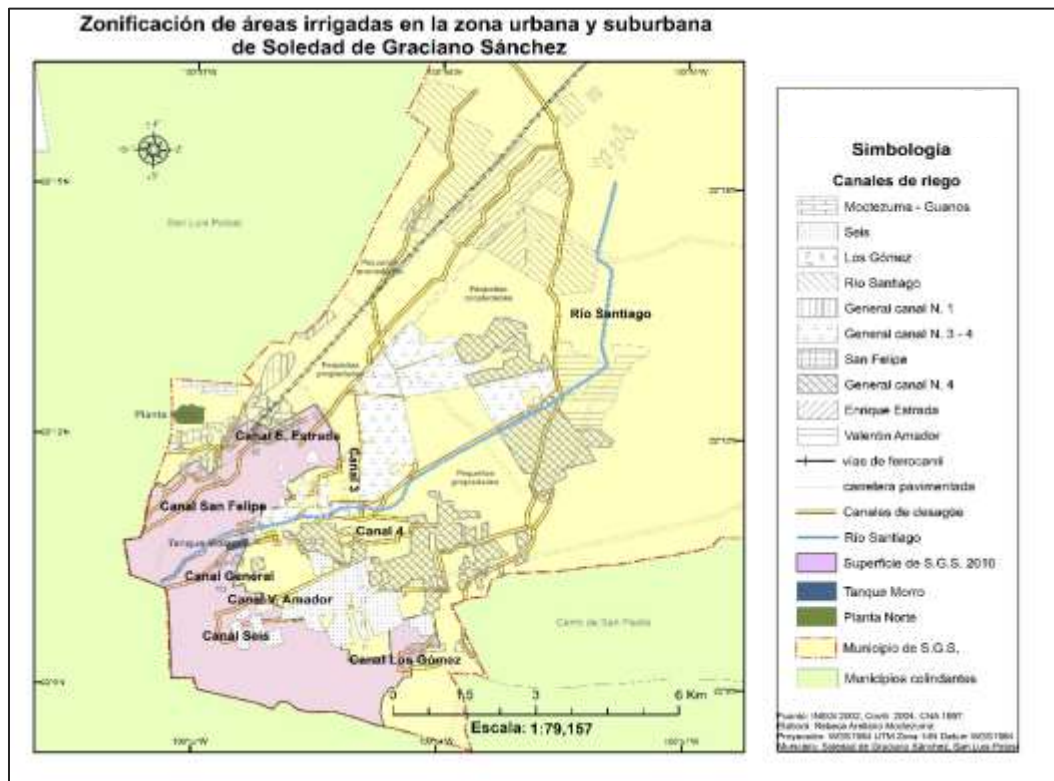


Este ejido es uno de los pocos en la zona metropolitana que sobrevive como tal, con su propia casa ejidal, es el más grande en extensión territorial, tiene su propio régimen, códigos legales y morales aún vigentes, que son importantes en la toma de decisiones, ya sea de derecho de tierras, política, cultura y en la repartición de agua (potable y residual) en el municipio. Este ejido fue conformado con el reparto agrario de tierras durante el mandato del presidente Lázaro Cárdenas.

Un ente regulador importante dentro del ejido Soledad es la Sociedad Cooperativa de compra en común, Campesinos de Soledad de Diez Gutiérrez; esta sociedad, cuenta con un comité el cual se constituye con un Presidente, Secretario y Tesorero, vocales, auxiliares y los socios, los cuales se reúnen con fechas de interés para toma de decisiones, además de contar con una secretaria particular la cual se encarga del reparto y de proporcionar la información, los horarios y el cobro a los socios por el derecho de agua para riego de los canales correspondientes; es importante señalar que los canales que usa la Cooperativa son los mismos que usa el ejido Soledad. Esta agua, hay que aclarar, es de origen residual y se usa para el riego de estos predios.

La Sociedad Cooperativa de compra en común Campesinos de Diez Gutiérrez se constituyó formalmente en 1941, se le otorgaron 196 Ha para regar, como propiedad de los socios principalmente integrada por Horticultores y ejidatarios del ejido Soledad, los cuales son 144 socios activos que se distribuyen el horario para el aprovechamiento del agua residual, beneficiando a 4 ejidos entre ellos al ejido Soledad, en donde los canales de riego que la benefician son el canal General 1, el 3 y 4, el Valentín Amador y el Río Santiago (Mapa 3), así como un quinto llamado el 6, pero que actualmente por modificaciones territoriales y tensiones con las desarrolladoras inmobiliarias y la infraestructura vial se pavimentó lo que generó la pérdida de su uso para el ejido de Soledad.

Mapa 3. Zonificación de áreas irrigadas en la zona urbana y suburbana del municipio de Soledad de Graciano Sánchez.



Una de las problemáticas del ejido es la conversión de tierras en sus predios y pequeñas propiedades; existen dos grupos sociales conformados, el primero, por ejidatarios y el segundo, por pequeños propietarios, los cuales forman un ente, ya que entre los dos se entrelazan disyuntivas que los afectan en su desarrollo en cuanto a la actividad económica que es la agricultura. Esta problemática sumada a la repartición de agua residual entre estos entes, sumándole la tensión entre ellos y las inmobiliarias que se van asentando dentro del ejido y el paso de los canales, son pausa para dar el conflicto latente del uso y el manejo, al igual que los accesos de los canales de riego que se cruzan con la población urbana.

### 3.3.2. Repartición del agua residual en el ejido de Soledad: Decreto de 1959

La historia del uso del agua residual para riego en la agricultura se remonta desde los años 1920, esto se debió a que en las haciendas se solicitó permisos para el uso de ésta a través de pagos o concesiones que el gobierno otorgaba, “el agua residual se realizó por gravedad a Soledad por un gran emisario donde se mezclaron con las aguas limpias de una presa



construida aguas arriba de la ciudad y parte del agua estaba destinado a irrigacion” (Cirelli, 2006: 381).

Dichos permisos se revisaban anualmente, esto por medio de uso de contratos que se manejaban con el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, después estos permisos se revisaban periódicamente con el visto bueno del gobierno estatal (Cirelli, 2004:93-95).

A partir de los años 1920 un grupo de usuarios que formaron un grupo organizado para poder usar el agua residual urbana apareció, estos eran productores de Soledad de los Ranchos que consiguieron el permiso del uso del agua para la agricultura y ganadería de parte del municipio de San Luis Potosí. El área de riego “fue de 200 hectareas. Se cultivó alfalfa y forraje, y alcanzó una producción anual de 1.000 toneladas. Se pretendía para la alimentación del ganado que produjo 4800 litros por día” (Cirelli, 2006 : 382-383).

Después de los años 1930, a partir del reparto agrario, el cual fragmentó e incrementó el número de propietarios de parcelas, se generaron conflictos por la disposición del agua residual, ya que al haber más pequeños propietarios y ejidatarios creció la demanda de la cantidad disponible para cada uno, lo cual se reflejó en enfrentamientos entre los usuarios de dicha agua.

Tabla 5. Repartición de agua residual en el ejido de Soledad por decreto de 1959.

Derechohabiente	Superficie beneficiada en Ha	Volumen en millones de metros cúbicos	% del volumen total
Ejido de Soledad Diez Gutiérrez	126	1,724,514.0	31

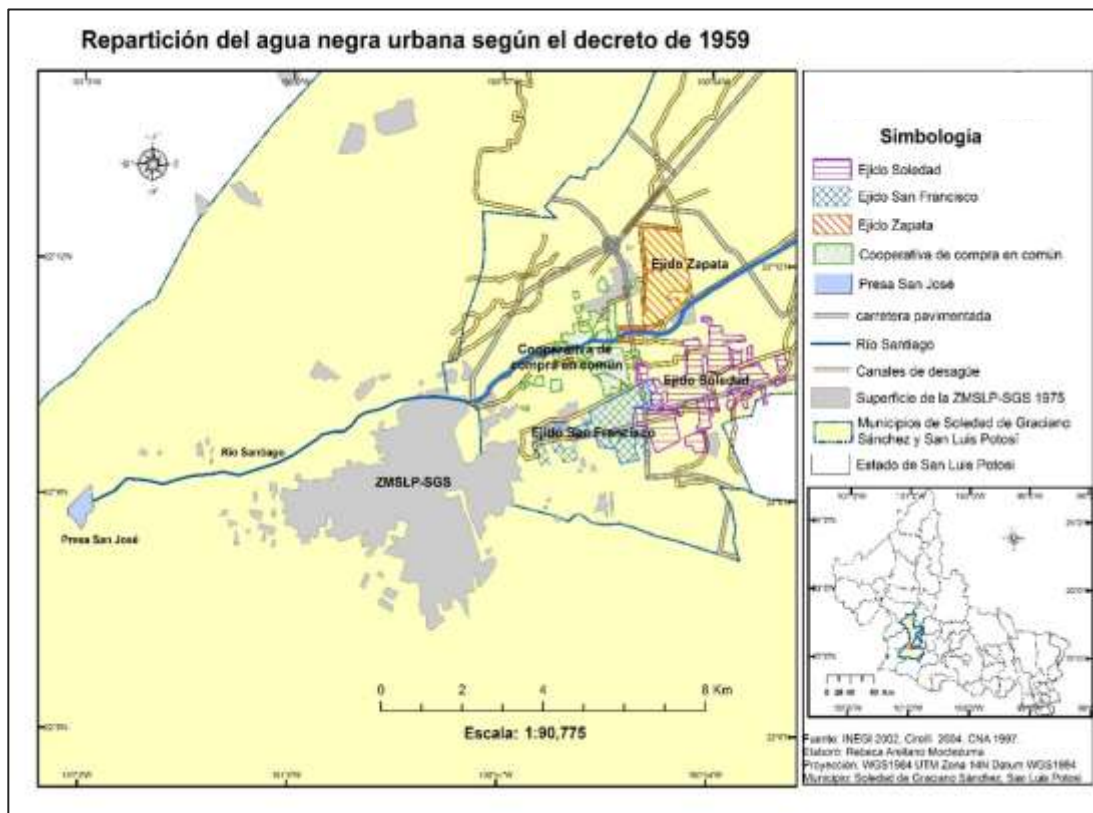
Fuente: Elaboración propia con base en Diario Oficial de la Federación 14 de noviembre de 1959 (7-8).

Debido a estos conflictos sobre la distribución del agua residual, en 1959 se estableció, gracias a un decreto presidencial, el derecho al reparto con un orden a grupos de agricultores para acceder a esta agua en beneficio para sus tierras “en virtud de la política agraria de la Revolución Mexicana para permitir el acceso a la tierra y el agua para las poblaciones desfavorecidas, un derecho a utilizar el aguas residuales urbanas se había adjudicado a cuatro asociaciones”, en este caso a los ejidos Soledad (Tabla 5), San Francisco, el Zapote y a la Cooperativa de Compra en Común de Soledad “proporcionando

así una base legal para una práctica agrícola realizada en la localidad desde la década de 1920, esta actividad agrícola liberaba a la ciudad de un líquido problemático dando vida a un paisaje y a una comunidad agraria estrechamente ligada a la vida urbana” (Cirelli, 2006: 7).

De manera que “los derechos del agua no eran otorgados a agricultores en particular, sino que el acceso al agua negra se [otorgaba] con la obtención de las tierras, las cuales pasaban a ser terrenos de riego” Cirelli, (2004:94-95), esto se repartió de acuerdo con el uso que cada usuario le daba a la tierra. En el año de 1925 se llevó a cabo la canalización de las aguas residuales para riego de la superficie agrícola, en 1930 con el reparto agrario se originó una demanda de aguas negras provenientes de la ciudad como único sustento para las parcelas de los ejidatarios; por decreto presidencial, en 1959 se le otorgó el derecho al uso de aguas residuales urbanas (Mapa 4).

Mapa 4. Repartición del agua negra urbana según el decreto de 1959.



Se asignó un volumen de 1,724,514.0 millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>) al ejido Soledad y a la Cooperativa de Compra en común 2,670,216.0 Mm<sup>3</sup> y las superficies donde sería usada dicha agua; dicho decreto otorgado por dotación aún sigue vigente por orden presidencial, de la misma, se le cedió al ejido Soledad un volumen del 31% y a la Cooperativa de compra en común un 48% (Cirelli, 2004: 96).

Es importante señalar que los agricultores de la zona no solo utilizan el agua residual para regar sus cultivos, también usan el agua proveniente de norias y pozos para sus parcelas. Como declara Don Antonio “yo me di cuenta que cultivaba alfalfa con agua negra, la cosecha se pone más buena con el agua negra, porque la lechuga y la coliflor eran con agua de pozo, y salía más buena la regada con agua negra, y el frijol y el maíz con agua negra, ya le han hecho estudios y no le pasan nada, por eso nos dejan sembrar eso” (A. Torres, comunicación personal, 18 de septiembre de 2018).

Su conocimiento de que el agua residual contiene elementos y sustancias dañinas los hace precavidos en el tipo de cosechas que deben plantar, existe el uso de esta agua en cultivos de tallo alto así como forrajes como la alfalfa, zacate forrajero, avena, trigo, entre otros; y los cultivos de tallo bajo son regados con agua de pozo y noria como hortalizas; el tipo de riego “puede ser de tipo directo o indirecto, lo que puede provocar efectos en el medio físico en que se desarrolla la agricultura” (Torres, 2015: 63).

Este lugar proporciona una solvencia económica con la obtención de “sus principales cultivos [como lo] son el maíz, frijol, cebada y alfalfa” (Zavala, 2004: 61), de riego y temporal principalmente en la producción de forrajes para el ganado y la venta de sus derivados a la Zona Metropolitana San Luis Potosí – Soledad de Graciano Sánchez.

Los agricultores del ejido Soledad tienen parcelas regadas por diversos métodos que “es un elemento clave para la producción agrícola y una fuente de importantes significados y conflictos” (Gelles, 2002:11), esta agua es de procedencia residual y de pozos con concesiones. Son los mayores distribuidores de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez en cuanto a producción agrícola se refiere, sin embargo, no se visualiza como un problema el hecho de que la calidad y la cantidad del agua que reciben se hayan transformado de acuerdo a la intensificación urbana del ejido.

El agua residual que se utiliza en el ejido Soledad libera la sobrecarga de estas aguas a la ciudad generado un aprovechamiento productivo de las tierras agrícolas con la técnica de riego, así “el reemplazo agrícola del agua negra urbana ha constituido también un sistema de eliminación de desechos (...), pero al mismo tiempo se encuentran sometidos a la presión del crecimiento urbano” (Cirelli, 2004: 10).

Este sistema de desechos se puede entender mejor por medio del metabolismo urbano, donde existen diferentes etapas para llegar a la salida o desecho, en el caso del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, la descarga de aguas negras se lleva a cabo mediante un proceso de ciclo hidrosocial en la ciudad que lleva a configurar las salidas por medio de tratadoras y canales, estos últimos son valiosos para los ejidatarios que hacen uso de este medio para regar sus tierras y así contribuir con el ciclo metabólico de aprovechamiento de desecho de la ciudad.

Estas aguas si no fueran destinadas a la agricultura, con la propuesta de la creación de la planta de tratamiento “El Morro” (que es parte del Plan Maestro de desarrollo de la ciudad de San Luis Potosí), se comercializarían y se distribuirían a un precio que podría ser elevado para un ejido.

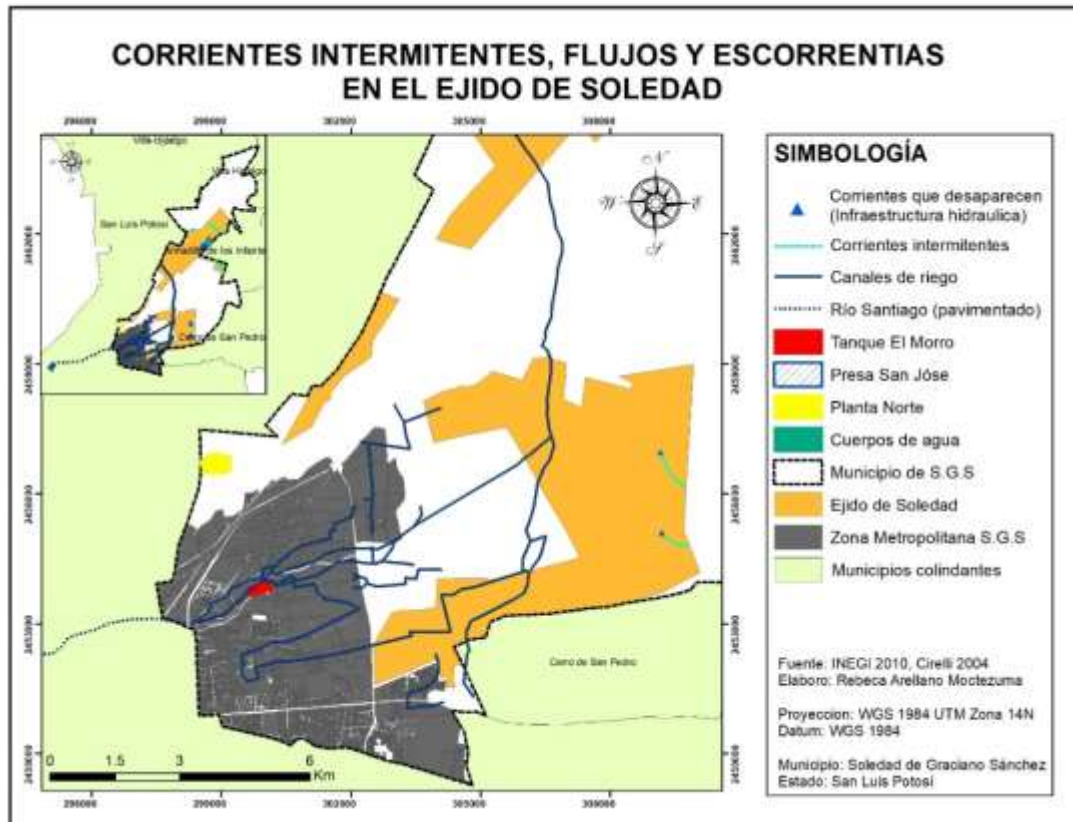
Si estas aguas urbanas de desecho no las utilizan los agricultores, las privatizarán y venderán a empresas privadas con inversión extranjera, entonces ¿a dónde van a dar estas aguas en ese caso, o que pasará con ellas en su trayecto? Es ahí donde entra el metabolismo urbano y los cambios en los flujos del agua residual a través de los canales de riego, generando una problemática en el uso y distribución.

### ***3.3.3. Hidrología superficial y subterránea del ejido de Soledad y la gestión del agua residual.***

En cuanto a su hidrología superficial y subterránea, sus corrientes hidrológicas son pocas y sólo en épocas de lluvia tienen caudal; esas corrientes son la Motina, las Trancas y las Canoas. El principal abastecedor de agua superficial es el río Santiago que pasa por la zona urbana del municipio de Soledad de Graciano Sánchez (Mapa 5), hay dos corrientes de agua que desaparecen próximas a la cabecera que se encuentran al sureste pero que son de ayuda a las parcelas colindantes a esta.

El agua se infiltra en el sur y suroriente, en el pie de monte de la Sierra de San Miguelito en el nororiente englobando una fracción tanto del municipio de San Luis Potosí como S.G.S. (Proyecto de modificación: Centro de población estratégico San Luis Potosí – Soledad de Graciano Sánchez 2010: 17).

Mapa 5. Corrientes, flujos y escorrentías en el ejido Soledad.



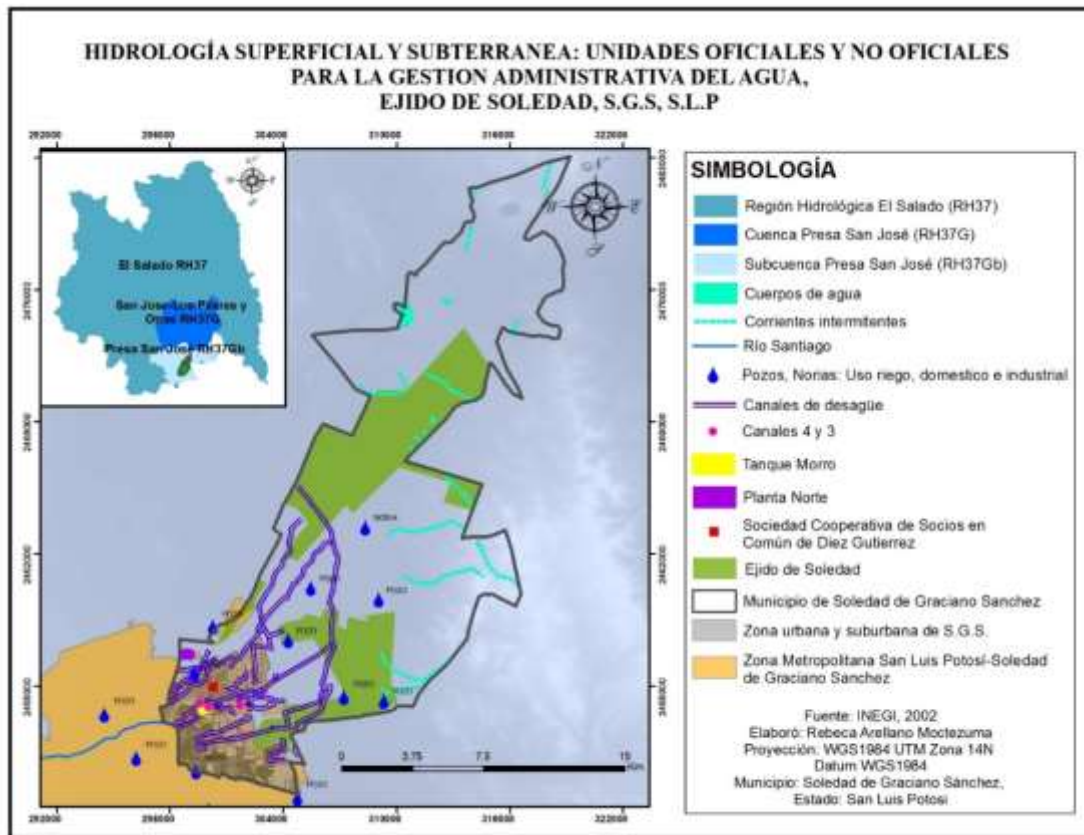
En cuanto a la distribución del sistema administrativo del acuífero del Valle de San Luis, es necesario dar una caracterización para entender el ciclo hidrosocial de la transformación del agua en la zona (Mapa 6). Dicho acuífero tiene una superficie de aproximadamente 2, 394 km<sup>2</sup>, está localizada en una zona considerada árida, “las cifras oficiales indican un desequilibrio negativo entre la recarga y la extracción, muestran que el volumen de recarga anual es de 74.3 Mm<sup>3</sup> y el de extracción es de 150 Mm<sup>3</sup> de manera que el acuífero que sostiene a la zona urbana de la cuenca está en condiciones de sobreexplotación (CONAGUA, 2002).

El acuífero mencionado se caracteriza por tener un sistema compuesto por 3 subniveles, “están divididos por una capa intermedia de material fino compacto (arena, limos y arcillas), y que presentan un bajo nivel de interacción y conductividad hidráulica” (Torres, 2015: 53). Se describen como:

- El acuífero somero (colgado): El acuífero colgado de composición granular (arenas y sedimentos de origen aluvial) presenta una profundidad que varía desde los 5 m hasta aproximadamente 40 metros presenta una baja permeabilidad y una pequeña amplitud, pues se localiza en concordancia al área ocupada por la mancha urbana de la ciudad de San Luis Potosí (Noyola et al. 2009: 401).
- El acuífero intermedio presenta una composición granular, se encuentra separado del acuífero colgado por una capa de arenas litificadas de un espesor de 60 m, su límite superior puede ser encontrado a los 100 o 150 metros de profundidad y presenta un espesor que va de los 100 m a los 200 m; la parte central en el valle se encuentra confinada por una capa sedimentaria de baja permeabilidad. En este acuífero se han generado un gran número de excavaciones de pozos de hasta 350 m de profundidad con un alto nivel de explotación (CONAGUA, 2002).
- El acuífero profundo se compone, en su parte superior de arenas y sedimentos aluviales, mientras que avanzando en profundidad está compuesto por rocas volcánicas y presenta, un espesor de aproximadamente 300 a 350 m (CONAGUA, 2002).

Los tipos de aprovechamientos que se manejan en el ejido son superficiales y subterráneos (Mapa 6), existen escurrimientos exigüos, estos son escasos y torrenciales, que afectan sobre todo a la parte baja de la cuenca, donde se ubica el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, el río Santiago delimita la cuenca cerrada la cual no cuenta con salida al mar. La ciudad de San Luis Potosí depende del 91% de agua subterránea (Cirelli, 2004, 53).

Mapa 6. Hidrología superficial y subterránea y unidades oficiales y no oficiales para la gestión del agua en el ejido de Soledad.



A principios de la década de 1970 aún se tenía el acuífero inferior en equilibrio, la extracción era igual que la recarga, pero conforme la población aumento se sobreexplotó y sigue igual hasta la fecha. La demanda de agua potable resulta alta en lo que respecta a la dotación diaria y suministro constante, el 92% del abastecimiento en la zona es a través de pozos profundos y el 8% a través de presas de almacenamiento de agua superficial (Proyecto de modificación: Centro de población estratégico San Luis Potosí – S.G.S. ,2010: 18), es posible aumentar el porcentaje de cobertura mejorando la infraestructura para extraer volúmenes equivalentes de agua del acuífero profundo, así el mismo se recuperara pues se deja de extraer volúmenes de agua que se recarga.

En 1923 para el aprovechamiento de las precipitaciones pluviales los vecinos de S.G.S. empleaban el sistema de riego por medio de norias o utilizando el agua de la presa de San José, la cual se les suministraba en forma de venta y por tandas. La profundidad



media de los pozos que se hacían para la alimentación de las norias era de 20 metros (Expediente Núm. 23 c-1, dotación, Legajo 1, 1923).

Mapa 7. Precipitación y Rango pluvial en el ejido de Soledad.



La precipitación anual va desde los 300 mm a los 500 mm anuales (Mapa 7), pero tiene un rango bajo de lluvias en verano característico del clima seco del ejido. Cuando el agua se mezcla con el drenaje que viene de la ciudad de uso doméstico, industrial y comercial, llega a los canales de riego del ejido y se conforman en una sola composición para uso agrícola.

Es importante conocer las principales fuentes para sostener la agricultura de riego en la zona del Valle de San Luis, estos se distribuyen por medio de pozos y norias, pero cabe recalcar que en el ejido de Soledad el agua residual de origen público proviene de la zona urbana de la Zona Metropolitana de S. L. P – S. G. S y es usada por los ejidos que conforman la periferia, estos son los ejidos de Soledad, el Zapote, San Francisco (solo



queda registrado el nombre del ejido pero ya no existe como tal) y la Cooperativa de Compra en común.

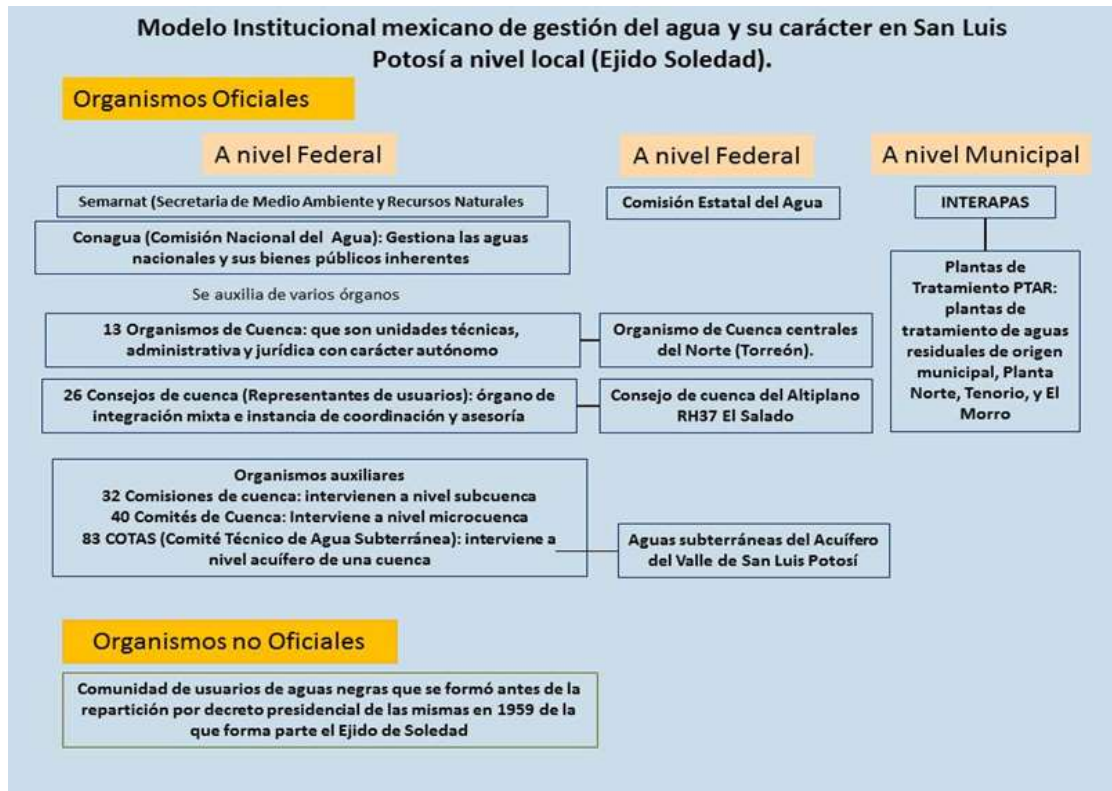
La evolución de las aguas residuales usadas en las áreas agrícolas del ejido generan una evidencia de su paso desde la ZMSLP-SGS como agua urbana hasta el paso de agua desechada y con qué cantidad y calidad llega al uso agrícola del ejido de Soledad, así “rentabilizar los flujos, desde las fuentes (...), incluso si el agua tiene que ser empleada varias veces y para usos diversos, podemos hablar de economía de gestión, pero también de economía de socialización” (Marié, 2004: 48).

El ciclo hidrosocial que se presenta en esta ciudad está impulsada por fuerzas sociales que generan un proceso de reorganización de las aguas superficiales y subterráneas de una cuenca que a la fecha está sobreexplotada y mal distribuida de forma inequitativa en las actividades económicas, también entre municipios de la zona metropolitana, generando flujos limpios que se dirigen hacia el poder económico más relevante, como lo es la industrialización y flujos sucios a sectores como a la agricultura en pequeña escala, como la que se practica en el ejido Soledad.

Es por lo cual en este texto se hace un recorrido a través de la evolución y transformación de los flujos hídricos sobre la base del sistema urbano y agrícola del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, así como el análisis de cómo estos elementos de cambio se entrelazan e interactúan para transformar la calidad y cantidad del agua residual de uso agrícola en el ejido de Soledad.

Existe un modelo institucional definido de la gestión del agua en el país (Figura 4), éste se divide en Federal, Estatal y Municipal, pero a nivel local es más difícil aterrizar dicha gestión ya que la distribución del poder es solo de nombre en la toma de decisiones para el reparto de agua, estas son tomadas por los organismos oficiales implementados por el Gobierno Federal, a partir de estos surgen organismos no oficiales los cuales tratan con asuntos de reparto de aguas residuales, es importante no perder de vista el punto local de cómo se trabaja el ciclo hidrosocial de un ejido dentro del metabolismo urbano de una sociedad compuesta estructuralmente en una ciudad.

Figura 4. Modelo institucional mexicano de gestión del agua y su carácter en San Luis Potosí a nivel local (Ejido de Soledad).



Fuente: Elaboración propia basada en (Marín, 2016: 147-148).

En cuanto a la gestión del agua y los organismos que intervienen en ella existen los oficiales y no oficiales que toman un papel importante en la distribución y manejo de las aguas residuales, ya sea de manera directa o indirecta; los organismos oficiales son:

- La CONAGUA como poder ejecutivo y su representante asignado como organismo municipal Interapas en el estado de San Luis Potosí.
- Comité técnico de aguas subterráneas de San Luis Potosí, COTAS.
- Consejo de cuenca del Altiplano RH37 El Salado.
- Organismo de Cuenca centrales del Norte (Torreón).

- Las plantas de tratamiento de aguas residuales de origen municipal, Planta Norte, Tenorio, y El Morro (esta última como proyecto afectara al ejido Soledad y a la Cooperativa en la obtención de aguas residuales).

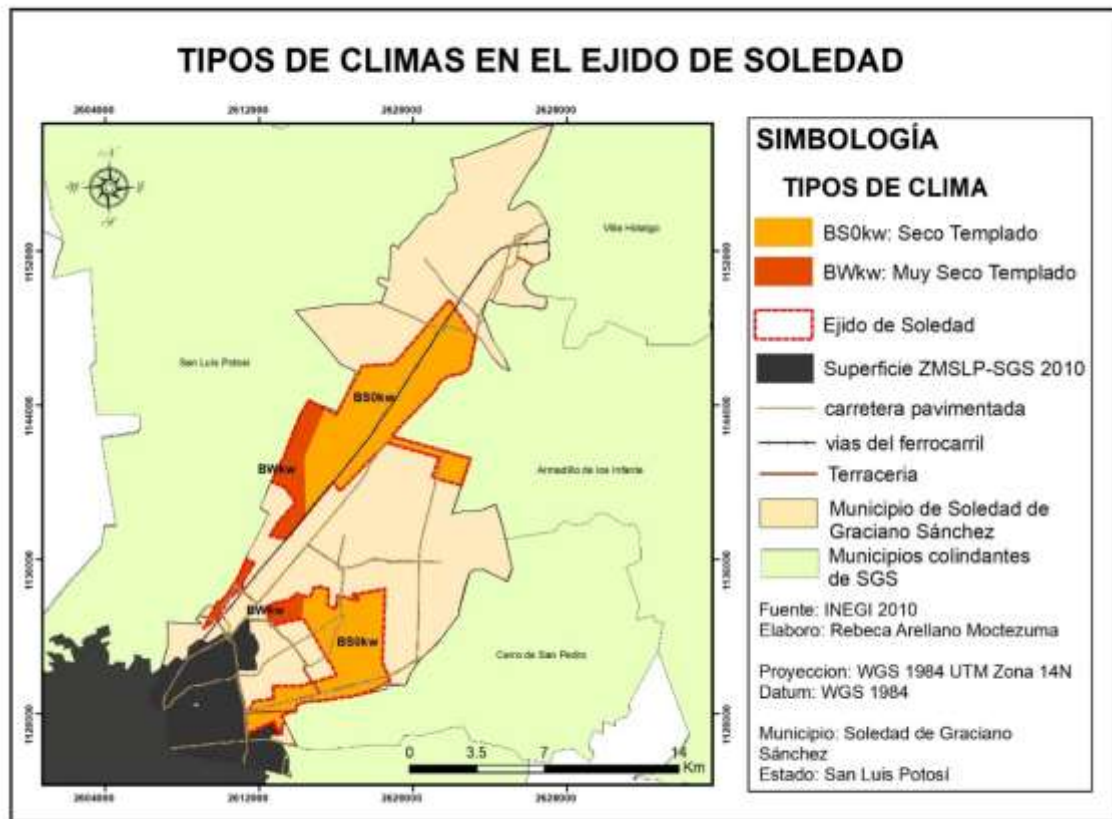
Como organismos en la gestión del agua de manera no oficial se encuentran:

- Comunidad de usuarios de aguas negras que se formó antes de la repartición por decreto de estas en 1959.
- Ejido de Soledad que usa los canales generales 1, general 3-4, general 4, seis, Río Santiago, Valentín Amador y Los Gómez.
- La Cooperativa de compra en Común campesinos de soledad diez Gutiérrez usan las siguientes fuentes de riego, canal general 1, general 3-4, general 4, Moctezuma y San Felipe.

Estos últimos por ser no oficiales dejan de ser válidos, gestionan el agua residual de manera comunal con la reglamentación de la Ley Agraria y el artículo 27 Constitucional por reparto de tierras, pero también se rigen por la implementación de la Ley de Aguas Nacionales de manera oficial, pero extraoficial no es contemplada, ya que se desdibujan los usos y aprovechamientos en la zona de estudio.

#### ***3.3.4. Uso de suelo en el ejido de Soledad.***

En la zona noreste del ejido se tiene un clima seco templado (BS0kw) con lluvias escasas todo el año y lluvias de verano del 5% al 10.2% anual, tiene una precipitación total anual de 300 – 500 mm con una temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, la temperatura del mes más caliente es menor de 22°C. En la zona suroeste es muy seco templado (BWkw) con lluvias de verano con una precipitación invernal de 5% y 10.2% anual, tiene la misma precipitación que el Árido templado, la temperatura media anual es entre los 12°C y 18°C (INEGI, 2010) (Mapa 8).



Mapa 8. Climas predominantes en el ejido de Soledad.

La temperatura promedio anual del ejido de Soledad es de 17.6 C, entra dentro de un clima templado. Estas características conllevan una relación con la presión atmosférica la cual es de 612.05 mm. Existen características climáticas particulares para el ejido que no son detectadas a través del tipo del clima general, pero se obtiene a partir de las estaciones climatológicas en la Zona Metropolitana, una en San Luis Potosí y la otra en S.G.S.

Si bien la estación predominante de lluvias en el ejido Soledad es en verano –en términos meteorológicos-, este municipio, al igual que otros, se ve beneficiado con las lluvias provocadas por la entrada de ciclones que afectan a México de agosto a octubre de cada año; además, gracias a su localización en la parte central de la Altiplanicie Mexicana, también se beneficia de los vientos fríos y húmedos que descienden del sur de Canadá y el

norte de EUA y llegan a afectar al ejido de octubre a marzo. Las lluvias de otoño e invierno muchas veces son gracias a estos vientos fríos llamados coloquialmente como “nortes”.

En el ejido Soledad predomina una población vegetal típica de las zonas templadas áridas, entre las que pueden encontrarse mezquite, matorral espinoso, nopaleras y pastizal según el INEGI (2011). Ahora bien, los cultivos de riego que se producen en estos lugares satisfacían en gran parte los requerimientos de verduras de la ciudad (Calderón, 1960: 5-112).

Alemán (1966)<sup>5</sup> señalaba que la agricultura de riego practicada en las regiones aledañas a San Luis Potosí, se restringía a pequeñas porciones, y tenía la característica de ser minifundista, intensiva, con técnicas distintas a las de temporal y con una organización en torno al manejo del agua muy bien definida.

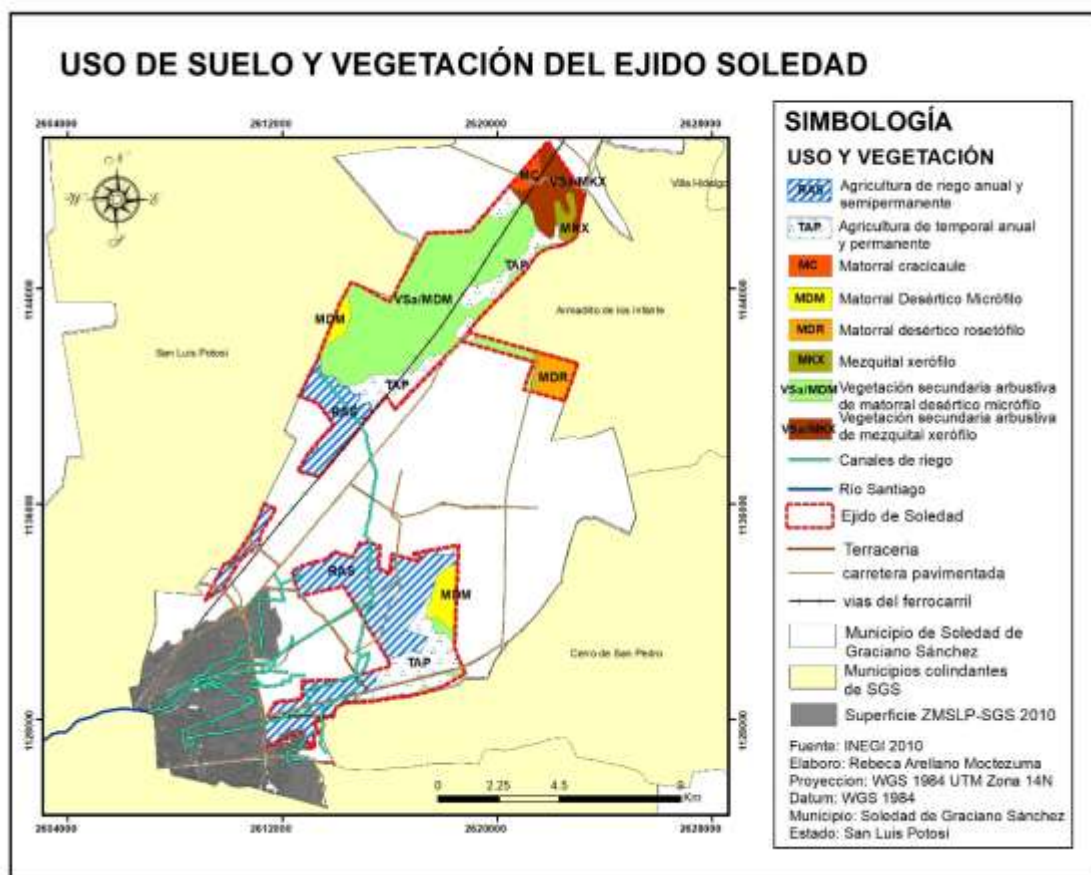
Soledad está constantemente en un intercambio mutuo con la capital del estado, es una gran abastecedora de productos básicos y para la alimentación del ganado tales como productos forrajeros “alfalfa, maíz, cebada, frijol, habas, lentejas, chicharos, garbanzos, lechuga, col, repollo, rábano, durazno, manzano, membrillo, chabacano, higueras y parras” (Sánchez, 2003: 164), es por ello que la gente que vive en el municipio de S.G.S, específicamente la gente de colonias circundantes a la zona metropolitana de San Luis Potosí - Soledad se desplaza a esta para abastecerse de los productos de campo que se venden a precios bajos.

La agricultura de riego está presente en la mayor parte de la zona suroeste del municipio y es cercana y engloba también parte de la zona urbana de Soledad (INEGI, 2002), mostrando así la presencia indiscutible de la agricultura en el ejido (Mapa 9).

---

<sup>5</sup> Alemán, E. 1966. Investigación socioeconómica directa de los ejidos de San Luis Potosí. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. México. 192 p.

Mapa 9. Uso de suelo y vegetación presente en el ejido de Soledad.



Hay que dar cuenta de la presencia de la agricultura de temporal la cual está en la parte noreste y al sur del ejido; la agricultura de riego (incluye el riego eventual) como una porción del territorio suburbano de Soledad compartido visiblemente por unas extensiones de agricultura de temporal la cual desplaza hacia el norte en fragmentadas proporciones.

Los terrenos que se utilizan para la actividad agrícola son “Las parcelas de pequeños propietarios del Ejido de Soledad que se localizan por la fracción de El Morro cerca de la antena de la W, y las que bordean el Periférico Oriente” (Sánchez, 2003: 164). Otras tierras que se ocupan en dotación del ejido de Soledad son: “Ejido del Zapote, Los Gómez, rancho El Jaralito, y pequeños propietarios de Santa Ana y la Palma de la Cruz” (Ibíd.); además: “Cándido Navarro, al norte del pozo de la Luna, al lado izquierdo de la autopista a

Matehuala, kilómetros del 22 al 26, La Joyuela, La Purísima, El Llano y la Joya Honda” (Ibíd.).

El agua residual que pasa por el municipio tiene una gran riqueza en cuanto a materia orgánica, es por ello por lo que las hortalizas se riegan con esa agua residual. Éste es un método real del desarrollo sustentable como lo es el riego con aguas negras que se ha usado en este municipio por largo tiempo y es por ello por lo que este tipo de agricultura sobrevive en este municipio circundante a la ciudad de San Luis en pleno siglo XXI.

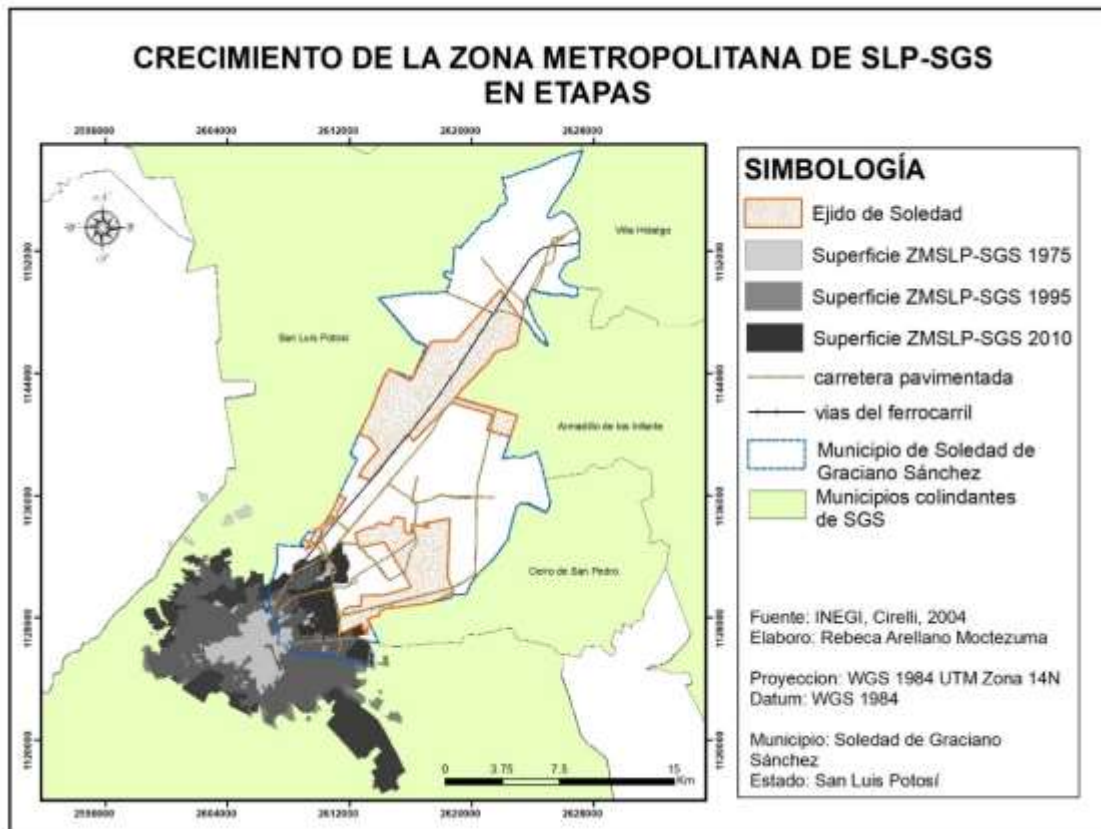
#### ***3.4. Modificaciones territoriales por procesos de urbanización y su impacto en el ejido de Soledad.***

El territorio forma parte primordial a la hora de aterrizar el lugar de estudio para la comprensión de aspectos de pertenencia, vivencia y dualidad en este tipo de periferias,) es “resultado de la yuxtaposición y acumulación de las acciones de las políticas públicas y de la intervención de grupos locales, pero también de la articulación, adaptación e implicaciones de las estrategias de los actores locales con la acción pública” (Cirelli, 2004). Sin estos elementos la configuración territorial de un espacio sería imposible de sostener.

Otro cambio tiene que ver con la sustitución o generación de nuevas territorialidades: la territorialidad rural es sustituida por la territorialidad urbana, cuya diversidad se acrecienta (barrios, fraccionamientos, calles, manzanas, vecindades, etc.); para los fraccionadores urbanos, el territorio rural se transforma en un simple espacio vacío para construir nuevas casas o fraccionamientos (desterritorialización rural); entre otros muchos cambios.

La superficie de la zona urbana y suburbana de la cabecera de S.G.S, cambio considerablemente de tamaño desde 1975 al 2010; en 1975 la mancha urbana era cercana a la cabecera municipal y era principalmente su presencia al suroeste de la zona, en 1995 la mancha urbana se extendía hacia el sureste y noreste del municipio, en el 2010 su incremento fue mínimo a comparación con el del 1975- 1995 (Mapa 10). De modo que en 1975 las parcelas aun no eran invadidas por la zona urbana, en los próximos años con la creación de nuevos fraccionamientos y asentamientos urbanos irregulares la extensión aumento hasta crear una mancha urbana.

Mapa 10. Crecimiento de la superficie de la zona metropolitana de Soledad de Graciano Sánchez y su cercanía al ejido de Soledad.



Entre las décadas de los años de 1970 y 1980, el desarrollo del municipio de Soledad se transformó de ser un espacio rural a urbano, la densidad de población iba en aumento, las necesidades y equipamiento urbano crecieron transformándose en un municipio con una cabecera municipal en expectativa de convertirse en un medio urbano considerable para el desarrollo urbano, esto generó la creación de nuevas colonias en la zona periférica de la cabecera, teniendo así la oportunidad de impulsar un ámbito económico ascendente pero con una demanda urbana más notable.

También cambió la densidad de ocupación del espacio-territorio, la conformación etaria de la población, etc.; cambió el paisaje rural que gradualmente se transformó en paisaje urbano; cambiaron los patrones de ocupación del espacio-territorio: de la ocupación discreta o discontinua de viviendas dispersas que caracteriza a las zonas rurales, se transita



hacia una ocupación continua, de unidades familiares localizadas en contigüidad o, de plano, sobrepuestas unas sobre otras en la ocupación vertical del espacio-territorio (edificios, condominios verticales, etc.).

Tabla 6. Población total del municipio de Soledad de Graciano Sánchez 1970-2010.

POBLACION TOTAL DEL MUNICIPIO DE SOLEDAD DE GRACIANO SANCHEZ				
MUNICIPIO	NOMBRE EVENTO	AÑO EVENTO	TOTAL LOCALIDADES	POBLACION TOTAL
Soledad de Diez Gutierrez	IX Censo General de Población	1970	44	29,061
Soledad de Diez Gutierrez	X Censo General de Población y Vivienda	1980	38	64,417
Soledad de Graciano Sanchez	XI Censo General de Población y Vivienda	1990	33	132,979
Soledad de Graciano Sanchez	Conteo de Población y Vivienda	1995	74	156,498
Soledad de Graciano Sanchez	XII Censo General de Población y Vivienda	2000	135	180,296
Soledad de Graciano Sanchez	II Conteo de Población y Vivienda	2005	130	226,803
Soledad de Graciano Sanchez	XIII Censo de Población y Vivienda	2010	267	267,839

Fuente: Censos y Conteos de Población y Vivienda, INEGI

Las estructuras de distribución de la población (Tabla 6) y sus tendencias naturales de transición rural-urbano obedecen a patrones culturales, económicos y sociales que deben ser atendidos mediante el establecimiento de esquemas diferenciados que fortalecen a los municipios y sus localidades de acuerdo con sus características de cada población.

Las características de la población y su dinámica tienen implicaciones en casi todas las facetas de la vida económica, social y política hay determinados criterios en los que la relación es más natural y evidente, como son la producción de alimentos, el uso de suelo, el empleo, la provisión de vivienda que influye sobre las tendencias demográficas, en el sentido en que las políticas de la población no son las mismas que forman parte integrante de las políticas generales.

### *Consideraciones finales*

El proceso de urbanización y sus conflictos entre la zona urbana y la agrícola hace que la última cuestione los usos de agua residual, porque para “los agricultores (...) la bondad del agua que reciben, en términos de la materia orgánica que contiene y que sirve para mejorar la fertilidad de los suelos, las autoridades federales han subrayado el riesgo sanitario de cultivar hortalizas con aguas negras” (Peña, 2000: 21), ya que existe la incomodidad de la población urbana por estos métodos, ya sea debido a la imagen o a las condiciones de salud que estas conllevan, pero aun así, el ejido Soledad y la Cooperativa de Compra en común llevan desde su creación con el reparto de las tierras ejidales funcionando, pero ésta ha mermado considerablemente, debido a la configuración del territorio que lo ha modificado por diversos elementos multidimensionales.

Para llegar a visualizar un ejido dentro de una mancha urbana, se tuvo que analizar la conformación de una ciudad y explicar sus características, para ver cómo ésta se encuentra “ligada a las formas productivas, la sede de este vasto proceso contradictorio. Absorbe el campo y contribuye a la destrucción de la naturaleza; también destruye sus propias condiciones de existencia y debe restablecerse de manera sistemática” (Lefebvre, 2014: 103). Un ejido dentro de una ciudad que se va extendiendo se trata de adaptar a las nuevas formas de desarrollo y características de infraestructura urbana que conforman a una ciudad, el ejido intenta no perderse o desdibujarse dentro de ella sin perder su esencia territorial.

Es necesario dentro del ejido analizar los “principales procesos por los cuales el agua se metaboliza en el entorno urbano, las entradas, los consumos y las salidas; así como cuantificar los flujos hídricos en cada fase. Asimismo, se examinan los actores implicados en este ciclo, así como la influencia que ejercen sobre el conjunto del ciclo hidrosocial”. (Arahetes, et al. 2016: 5). Asimismo, en la zona afectada por el proceso de urbanización el ciclo hidrosocial “considera como el agua es manipulada por los involucrados sociales y las instituciones, a través de factores tales como obras hidráulicas, legislación, instituciones, prácticas culturales y significados simbólicos” (Bakker, 2003).

Sumado a lo anterior, dentro de los factores de influencia existen las implicaciones socio ambientales en el uso de aguas residuales dentro de una ciudad que se considera en

desarrollo sustentable, estos ejercen conflictos entre los usuarios de la misma y entre los habitantes de la ciudad; además el papel de los ejidos es importante para la visualización de canales de riego y nuevas inmobiliarias que cada vez aumentan más en demanda de la tierra dentro del ejido de Soledad, es por ello que en el siguiente capítulo analizaremos la mirada campesina a estas implicaciones y a la organización ejidal para una mejor comprensión del problema del proceso de urbanización.

## **Capítulo 4. Implicaciones socio ambientales del uso de aguas residuales en la agricultura: una mirada interna al conflicto en la organización del ejido de Soledad.**

El uso del agua residual en la agricultura y su distribución han sido puestos en un punto de discusión por sus implicaciones ambientales y sociales, esta actividad se lleva a cabo en las zonas periféricas de las ciudades en diferentes partes del mundo; la agricultura de riego es principalmente uno de sus usos, generando disputas y conflictos entre los habitantes de las zonas urbanas y los usuarios del campo, alterando su organización interna para el manejo de dichas aguas.

El agua residual es un recurso en ascenso, ésta se va generando por la dinámica de crecimiento urbano y los procesos metabólicos dentro de una ciudad, uno de los principales problemas en la calidad y cantidad es su modificación debido a la industrialización en aumento, la absorción de elementos perjudiciales está dañando la calidad del suelo y generando daños irreversibles en la depuración natural en los mantos acuíferos que de por sí ya están sobreexplotados.

El uso y aprovechamiento de las aguas residuales en la agricultura es de importancia fundamental para la toma de decisiones sociales y ambientales en la ciudad y sus periferias, así como la implementación para la contención del deterioro ambiental en tierras agrícolas y en los efluentes o canales que se utilizan para dicha actividad.

### ***4.1. Implicaciones socio ambientales del uso de agua residual en la agricultura.***

En las ciudades más grandes de América Latina existe el vertimiento de aguas residuales provenientes de la actividad urbana, las cuales son desechadas a los afluentes en las periferias sin tratamiento alguno, estas aguas son utilizadas para el riego de las parcelas en sitios donde la agricultura aún existe dentro de la ciudad.

Uno de los casos más destacados en América Latina es México, en donde las aguas residuales se vierten a los afluentes naturales y desagües municipales sin tratamiento. De acuerdo con Sagasta (2017: 18), “existen casi 1,8 millones de Ha regadas en un radio de 40 km aguas abajo de áreas urbanas”; esto debido a que las precipitaciones presentes en el país

son escasas en gran parte del año, esto se da en algunas de las ciudades más grandes, generando que los sitios aguas abajo sean dependientes de los vertimientos de las ciudades aguas arriba para sus necesidades ya sea de consumo o económicas, esta agua utilizada por dichas comunidades o periferias rurales muchas veces no tiene ningún tipo de tratamiento previo.

Los impactos para la sociedad del uso de aguas residuales en el riego agrícola dependerán del tipo de cultivos que se producen en las periferias de las ciudades, así como también del conocimiento de las buenas prácticas para cultivar para garantizar una baja contaminación en los productos que se proporcionan a las ciudades. La mayoría de los cultivos regados con agua residual son de tallo alto, “esto [reduce] la concentración de nutrientes en las aguas de drenaje o lixiviación, reduciendo así los riesgos para el medio ambiente” (Sagasta, 2017: 37), principalmente se cultivan hortalizas y forrajes para la alimentación del ganado.

Los productos derivados del sector agropecuario regado con agua residual se comercializan en las mismas ciudades que coexisten con la periferia, Don Antonio declara que “me dedico a la agricultura y la ganadería, siembro alfalfa, maíz, frijol, avena, zacate, forraje para los animales, criamos lo que es la vaca lechera, todo el becerro, las becerras las dejamos para que se reproduzcan las vacas, y el becerro para la engorda, por ejemplo juntamos unos 5 o 10 becerros, los metemos a engorda, ese es el negocio de nosotros, la agricultura y la ganadería” (A. Torres, comunicación personal, 18 de septiembre de 2018).

Es así que se crea un círculo de consumo de alimentos contaminados por dicha agua y sus componentes; los cuales pueden poner en riesgo la salud, principalmente de la población más pobre y vulnerable que vive en dichas zonas de la ciudad, la cual por su cercanía y precios bajos es más consumida, además de la manipulación de estos cultivos sin protección por parte de los agricultores para el proceso de sembrado y obtención. Respecto a esto, el Instituto del Agua de la ONU (UN-Water, 2013) menciona que “existen a nivel mundial 20 millones de hectáreas, y a nivel de América Latina 500,000 hectáreas regadas que contienen aguas residuales”.

La realidad es que el manejo de aguas sin tratamiento y con un desconocimiento de los patógenos que afectan a la salud, son, a veces, el factor contundente para seguir utilizando dichas aguas, porque los usuarios ignoran que “el uso de las aguas residuales de mala calidad o no tratadas, representa un peligro para la agricultura y para la salud humana” (Núñez, 2015: 5), hay que aclarar que no es culpa de los campesinos, sino más bien de una intrincada confusión en este caso de las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) en cuanto a la gestión adecuada de las aguas residuales usadas en el riego agrícola y la falta de información y claridad de las instituciones con los usuarios. Si la normativa del control del uso de agua residual fuera relativamente establecida conforme a la normativa, la venta y el consumo de los productos agrícolas sería la solución para el sustento de muchas familias que se dedican a la agricultura en el país.

La actividad agrícola exige una demanda considerablemente alta de agua para el riego, esto ha generado la sobreexplotación de los mantos acuíferos del país, en la que además participan las otras actividades económicas. Esta explotación se ha visto reflejada en la cuenca del Valle de San Luis. Es sumamente importante conocer el daño ambiental generado al suelo y a las aguas subterránea y superficial, ya que las implicaciones que ocurren con el paso del tiempo pueden ser irrevocables, la WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, 2017:78), da un ejemplo de las consecuencias del uso de aguas residuales usadas en la agricultura de riego:

- En el suelo podría ocasionar a largo plazo salinidad, sobresaturación, desintegración de su estructura, una reducción generalizada de su capacidad productiva y reducir el rendimiento de los cultivos. Las consecuencias dependerán de factores como la fuente, la intensidad del uso y la composición de las aguas residuales, así como de las propiedades del suelo y las características biofísicas propias de cada cultivo.
- En aguas subterráneas posee el potencial de recargar los acuíferos (externalidad positiva) y de contaminar los recursos hídricos subterráneos (externalidad negativa). Es probable que, en las zonas de regadío con niveles freáticos poco profundos, las consecuencias del riego con aguas residuales con tratamiento inadecuado sean considerables.

- En aguas superficiales ocurre cuando la escorrentía de los sistemas de riego con aguas residuales desemboca en aguas superficiales, especialmente pequeños lagos y masas de agua cerrados, los restos de los nutrientes pueden producir eutrofización.<sup>6</sup>

El crecimiento desmesurado del vertimiento de aguas residuales no tratadas o tratadas de forma inadecuada, derivado como consecuencia de un desarrollo económico en las actividades primarias, secundarias y terciarias en las zonas urbanas con procesos de expansión contribuyen a la degradación considerable de la calidad de aguas superficial y subterránea y la absorción en suelos provocando su deterioro y afectaciones al ecosistema (Fotos 1 y 2).



Fotos 1 y 2. Tomadas el 28/04/2018 por Rebeca Arellano Moctezuma: Contaminación por basura en los canales de riego en el canal General (1) en las zonas aledañas a zonas habitacionales en el ejido de Soledad.

La contaminación presente dentro de los canales de riego usados para la agricultura en el ejido de Soledad es grave, la presencia de materiales no biodegradables esta presente, esto

---

<sup>6</sup> Proceso natural y/antropogénico que consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, aun ritmo tal que no puede ser compensado por la mineralización total, de manera que la descomposición del exceso de materia organica produce una disminución del oxígeno en las aguas profundas. Sus efectos pueden interferir de modo importante con los distintos usos que el hombre puede hacer de los recursos acuáticos (abastecimiento de agua potable, riego, recreación, etc.). (Margalef, 1991).

se puede evidenciar en fotos (1 y 2) y en declaraciones de Don Antonio “en los canales, la gente ya no se espera ni a echar la basura en el camión sino que van y lo echan al caño, bolsas de basura y luego están molestando que porque se tapa el caño y se les mete el agua (a las casas), por eso nosotros en la entrada de la virgen (fraccionamiento) pusimos una reja, entonces ahí se atora toda la basura, pero hay veces que de tanta basura el agua sube y pues hay que ir a limpiarla, rentar un camión para sacarla y ese gasto sale del ejido y no es justo” (A. Torres, comunicación personal, 18 de septiembre de 2018).

Uno de los conflictos presentes es entre ejidatarios e inmobiliarias que no se hacen cargo de los problemas en los canales ya sea por contaminación de estos o por la falta de mantenimiento, en fraccionamientos pertenecientes a la zona ejidal se encuentra uno llamado Cantagua en donde la presencia del entubado de una fracción del canal ha creado problemas debido a la infraestructura hidráulica inadecuada y deficiente, “el Prof. José Gaytán declara que este canal pasa a un costado de dicho fraccionamiento, donde sube el nivel del agua se inunda parte de la colonia y se inunda la calle (cabe recalcar que se inunda de aguas negras provenientes del canal), entonces lo que se va a hacer es desenvolver el canal para que el agua tenga corriente, considérese que el agua tenga el mismo nivel para que no suba e inunde la calle y no inunde la colonia, nada más. Dicho problema lleva 4 años, pero ahora ya que van a habitar las casas de la colonia, entonces pidieron al ejido que les permitieran abrir el canal para que el agua tenga corriente que ya no suba el nivel y no se inunde” (J. Gaytán, comunicación personal, 5 de septiembre de 2018).

El devenir histórico del ejido de Soledad en el uso de aguas residuales en la agricultura, ha producido efectos tangibles de contaminación por elementos presentes en el agua residual, afectando la calidad del suelo, en donde “provoca su degradación y con ello un cambio de uso de este recurso natural debido a la contaminación” (Núñez, 2015: 5). Pero este problema es parte del ciclo hidrosocial inminente que se da en forma paulatina a través de procesos metabólicos dentro de la ciudad en crecimiento, es parte de los efectos que conlleva la filtración de agua residual dentro del ejido como parte de su papel de coladera para el uso de esta en la agricultura.

El crecimiento demográfico exige un cambio de uso de suelo agrícola a urbano generando una intensificación de la demanda de agua, esto a su vez genera nuevas viviendas,



comercios e industria, dentro de esta transformación para cubrir las necesidades de los habitantes de estas zonas se requiere un volumen de agua en constante aumento para cubrir la demanda en las zonas habitacionales, esto crea una presión constante al equilibrio en la recarga del manto acuífero.

En el sector industrial existen contaminantes permanentes y nocivos para la salud, tales como aceites, químicos, grasas no disueltas, solventes y residuos industriales que contienen altos grados de toxicidad que se van directo al sistema de drenaje, descargando de forma ilegal a los afluentes de canales de aguas residuales, esto se debe a la infiltración de sustancias dañinas al subsuelo, dependiendo de la textura y el tipo de suelo que está presente en el ejido “el uso de las aguas residuales consigue tener un impacto a largo plazo sobre la calidad del suelo que puede reducirse el precio de la tierra en el mercado” (Núñez, 2015: 15).

Esto también da pie al tema del impacto ambiental asociado con la salud pública tanto de los habitantes en zonas urbanas como de los agricultores en las zonas periféricas. Es importante mencionar el hecho de que en alguna medida la contaminación industrial en las aguas residuales puede ser no benéfico para los habitantes, puede resultar ser no de alto riesgo para la salud si se aplican las medidas adecuadas para su tratamiento.

Existe otro asunto que lo agrava, y es la falta de información para los beneficiarios de dicha agua y la exageración en los medios de comunicación, como menciona Cirelli (2006, 379), “esconden los intereses de ciertos grupos de contratistas locales (incluida la construcción) que ven la continuación de esta zona de riego un freno al desarrollo de propiedad en esta parte de la periferia urbana. A veces también se utilizan para golpear políticamente autoridades locales”, atacando a los campesinos de irresponsables y de no llevar a cabo el adecuado manejo de las aguas residuales, esto con la finalidad de malbaratar los predios en disputa en esta transformación.

En el ejido Soledad las parcelas se encuentran delimitadas, están claras las zonas de riego con agua residual y las de riego con agua de pozo o noria, estas delimitaciones se deben al tipo de cultivo que se cosecha y la temporada en el calendario agrícola (dependiendo de la zona climática en la que se encuentren).

Aun existiendo la separación de cultivos, la proximidad entre las mismas es considerablemente cercana, por lo que la mezcla de las aguas para riego es posible, la mezcla entre ellas se infiltra en el subsuelo generando una composición de sustancias que afectan el origen del agua, creando así, un ciclo de contaminación en donde la actividad y el consumo de hortalizas y de forrajes por seres humanos se vuelve parte de un metabolismo urbano conformado por entradas y salidas, con efectos de carácter primordial en la salud y el medio ambiente. Así, los “procesos dependen de la capacidad de adsorción relacionada con el tipo de suelo existente (Xerosol, Litosol, Regosol y Planasol)<sup>7</sup>, el flujo presente en él y a la adsorción propia que presenta cada tipo de suelo y de cultivo” (Torres, 2015: 28).

Es importante entender que la capacidad de autodepuración que tienen los cuerpos de agua, es limitada en el ciclo hidrológico, esperar que la naturaleza haga su trabajo de recuperación para poder eliminar las afectaciones ambientales es difícil. “El ciclo hidrológico se ve enormemente modificado por los impactos de la urbanización en el medio ambiente y la necesidad de proporcionar servicios de agua a la población urbana, incluidos el suministro de agua, el drenaje, la recolección y gestión de aguas residuales y los usos beneficiosos de las aguas receptoras” (Marsalek, 2006:10).

Este ciclo que funciona normalmente en una ciudad es imposible, ya que al conllevar un proceso metabólico y con las intervenciones antropogénicas se vuelve complejo de entender, ya que las entradas y las salidas del agua tienen enramados en donde los procesos de depuración se tardan más tiempo de lo habitual o casi imposibles por la absorción del suelo y la cantidad de patógenos bioquímicos y físicos que pueda contener el agua residual (Fotos 3 y 4).

---

<sup>7</sup> - Litosol: Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales.

- Planasol: Son medianamente profundos en su mayoría, entre 50 y 100 cm, y se encuentran principalmente en los climas templados y semiáridos. Son muy susceptibles a la erosión, sobre todo en las capas superficiales.

- Regosol: Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

- Xerosol: Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre caliche o tepetate a escasa profundidad. (INEGI, 2004). Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología.



Fotos 3 y 4. Tomadas el 23/04/2018 por Rebeca Arellano Moctezuma: Canales de riego del ejido de Soledad contaminados por habitantes de las zonas urbanas de zonas habitacionales dentro del Municipio de Soledad de Graciano Sánchez.

El proceso de depuración es complejo, ya que “los compuestos orgánicos son diluidos, sedimentados y transformados progresivamente por la descomposición bioquímica, mientras que los químicos pueden precipitar según el caso, recuperando así la estabilidad del cuerpo de agua” (Moscoso, 2016: 26). En los procesos del metabolismo urbano que se generan con el uso de las aguas residuales en la agricultura, existen las posibilidades de la capacidad de tratamientos naturales de depuración, pero la falta de conocimiento y los requerimientos para ello son de paciencia y de intercambio entre la investigación y los agricultores de la zona.

Con el uso de las aguas residuales en la agricultura, la presencia de patógenos pone en peligro la salud de la población que la maneja, directa o indirectamente, esto debido a la exposición al estar en contacto con dicha agua, los afectados pueden ser los agricultores y los consumidores de los productos que se comercian en las periferias cercanas a la zona. Es por lo cual se han realizado estudios epidemiológicos (Moscoso, 2016: 55), que señalan que las consecuencias pueden ser las siguientes:

- El riego de cultivos con aguas residuales sin tratar provoca a los consumidores y agricultores un número alto de infecciones endémicas por nematodos intestinales.
- El cólera y la fiebre tifoidea pueden transmitirse a través del riego de verduras con aguas residuales sin tratar.

- El riego de forrajes con aguas residuales sin tratar puede infectar al ganado con *Cysticercus bovis* (el estado larval de la *Taenia saginata* del ganado bovino), pero apenas existen pruebas de un riesgo real de infección humana.
- Existen pruebas limitadas de que, en las comunidades con buenos hábitos de higiene personal, la salud de quienes habitan cerca de las áreas de riego con aguas residuales sin tratar pueda verse afectada por el contacto directo con el suelo o por el contacto con los agricultores.

Debido a lo anterior, el uso de aguas residual tiene dos formas de visualizarlo social y ambientalmente; por el lado positivo, esta agua tiene el potencial de que se recargue en los mantos acuíferos y que la depuración actuará dependiendo los factores y de la composición de los suelos, “incluyendo el grado de uso de aguas residuales, la calidad del agua subterránea, la profundidad de la capa freática, el sistema de drenaje, y las características del suelo (estructura y textura: arcillosa, limosa o arenosa)” (Sagasta, 2017: 34), así como de la capacidad de absorción de los mismos, pero así mismo, generara a la larga de manera negativa, la contaminación de agua subterránea, ya que “el exceso de nutrientes, sales y patógenos a través del suelo puede ocasionar la degradación del agua subterránea” (Sagasta, 2017: 34).

En cuanto a las medidas legales que se derivan del uso de agua residual en la agricultura, éstas se basan en leyes de protección y repartición de esas aguas por medio de un decreto presidencial, al mismo tiempo se hace visible el apoyo al tratamiento para transformarlas en agua potable, esto más por la exigencia de agua potable para las ciudades en la periferia, afectadas por el crecimiento demográfico. Además, se hace una justificación por el daño a la salud de los habitantes de estas zonas, escudándose en el derecho a un medio ambiente seguro. De modo que: “La reutilización de aguas residuales en la agricultura es la única modalidad de tratamiento para estas aguas. Las aguas residuales tratadas contendrán menos nitrógeno y fósforo, pero mantienen aproximadamente la misma cantidad de potasio después del proceso de tratamiento” (Cirelli, 2006, 198).

Pero no todo es negativo en el uso de agua residual en agricultura de riego, de hecho, es un método para controlar la contaminación, los suelos absorben y retienen los elementos

nocivos para el medio ambiente mediante la absorción y se genera así por medio de canales, tanques y cuencas la contribución para reducir y contribuir a la destrucción de efectos patógenos que se llevan a cabo durante el transporte, así lo muestra por ejemplo el caso de El Mezquital (Cirelli, 2006: 200).

Al fin y al cabo, las aguas residuales se generan por los usos en la ciudad. Llega a la ciudad después de un tratamiento para convertirla en agua pura de uso doméstico, industrial y comercial, después se transforma en agua residual, esta pasa por un tratamiento de depuración para volver al ciclo, pero en este hay una variable que se interpone, no toda el agua es tratada y la que pasa de forma directa se convierte en la fuente de sustento para agricultores que riegan sus cultivos con agua residual sin tratar, ya que es de fácil acceso y con disponibilidad legal para su uso libre todo el año.

#### ***4.2. Transformaciones territoriales del ejido de Soledad a través del uso de aguas residuales en agricultura de riego.***

El municipio de Soledad de Graciano Sánchez (S.G.S.), en su caso al estar conurbado con la capital de San Luis Potosí, se le conoce ya como una zona urbana que tiene como cualidad una gran cantidad de habitantes urbanos que se emplean y demandan servicios dentro de la misma o en las poblaciones aledañas al área metropolitana.

La capital de San Luis Potosí y S. G. S. son en la actualidad una muestra de las zonas metropolitanas con relevancia, la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-S. G. S. (ZMSLP-S. G. S), está asentada en el valle de San Luis a una altura de entre 1850 a 1860 metros sobre el nivel del mar y está ubicado en la región centro del estado de San Luis Potosí.

En el estado de San Luis Potosí, ha estado presente “desde 1920, el distrito de riego, alimentado por efluentes urbanos en las afueras de la ciudad Cirelli (2006, 288)”, esto se debió a la petición de campesinos para permitir el acceso a tierras y agua para esta población, esta petición se formalizó con la Revolución Mexicana a través de las políticas agrarias establecidas para una repartición de tierras justa y equitativa para todos los agricultores del país. El usufructo de esa agua ha generado confrontaciones en las que se argumenta la afectación al ambiente y a la salud de las personas, se crean protestas de parte

de los usuarios de dichas aguas para seguir con el uso tradicional “como parte de su historia y [...] patrimonio, constituir una organización social basada en la superficie de regadío” (Cirelli, 2006: 288).

Las políticas que se establecieron luego de las disputas y la preocupación por el medio ambiente sobre la contaminación del agua, se basaban en su contexto, aplicaciones y tratamientos para el uso del agua residual en la agricultura.

Después de estas medidas para la gestión del agua pública y residual, el poder federal pasó la responsabilidad a los municipios para su disposición y tratamientos, dándoles una responsabilidad de peso para el acceso al agua, ya sea tanto potable para uso urbano, o residual para uso agrario.

La administración del agua en los municipios pasó a estar en manos de delegaciones encargadas de su distribución y por ende a su acceso, según Cirelli (2006, 302):

Las reformas del sector del agua han promovido la descentralización de la administración del agua en las agencias de cuenca, sino que también han generado una nueva forma de centralización: un registro público nacional de derechos de agua un instrumento mediante el cual se registra la cantidad de agua para cada uso sobre la base de un título de concesión, para proporcionar a los usuarios una garantía legal, estableciendo así un gravamen de ley que el titular puede transferir.

A nivel local el uso de agua residual en la agricultura es importante porque definió una identidad y objetivo en común para obtener la disponibilidad de esta agua como apoyo para resistir los cambios de uso de suelo, generó una organización más detallada y concreta en ejidos que sobrellevaban los cambios en un espacio en constante modificación y aumento poblacional que creó una presión sobre el campo.

Como resultado de estos movimientos se generó un sistema de irrigación que ayudó a la producción agrícola en la ciudad, pero que juega un papel importante como depurador de agua urbana indeseada, creando una salida y aprovechamiento, para librarse de la misma de manera económica y constante por medio de canales. Después de los cambios en la reforma agraria, el uso del agua residual es criticada por las consecuencias que hay en el medio ambiente y la salud de los habitantes en dichas zonas.

Es en este punto donde entran las plantas de tratamiento, las aguas usadas por tanto tiempo en la agricultura sin impedimentos y validación oficial, son dirigidas a saneamiento para su reusó en la zona urbana o para la venta de la misma a otros usos, “los agricultores protestan contra su aplicación y requieren del gobierno una solución que respete tanto los usos y derechos tradicionales de agua y el medio ambiente” (Cirelli, 2006: 23). Los ejidatarios lo demuestran en entrevistas con testimonios de su descontento y miedo hacia las PTAR, en especial la de El Morro “Según declaraciones de miembros del comisariado ejidal el Prof. Gaytán declara “que no será tan bueno porque el tipo de agua tratada no será tan buena para nuestros cultivos de maíz, frijol y sobre todo plenamente para el cultivo de alfalfa que es el principal alimento para el ganado, Por ahora con la nueva tratadora hemos pedido información sobre sus consecuencias, pero solo se nos dan largas y no aclaran nada”. (J. Gaytán, comunicación personal, 15 de octubre de 2018).

Para la visión campesina las aguas residuales constituyen parte de su tradición, “[de su] forma de vida, su historia y su patrimonio” Cirelli (2006: 23); este legado se ha transformado en un uso negativo visto desde las reformas ambientales y urbanas, pero para los usuarios del agua residual, es un bienpreciado que marca su pasado como agricultores y que peligra en el futuro para combatir el declive económico en el que se encuentra el campo mexicano a nivel local. Los ejidatarios que aun la usan como sustento, son conscientes de la contaminación que se genera, pero no se hacen responsables del daño ambiental en los canales, acusan a la población urbana de la propagación de basura y otras sustancias nocivas en el agua residual, no están en contra de las medidas de reusó, siempre y cuando se le respete su derecho a su uso en la agricultura. De manera que la limpieza de los canales se hace de manera constante por una persona encargada de realizarla, pero al estar cerca de las zonas habitacionales se dificulta el mantenimiento y el acceso, creando conflictos entre usuarios y habitantes urbanos.

La demanda de productos agrícolas va en aumento en la zona urbana de ZMSLP-SGS, el reusó de las aguas residuales, urbana e industrial, en la actividad agrícola, , libera de la sobrecarga de esta agua, que si bien genera conflictos y es considerada negativa, beneficia a la ciudad como medio de extracción de elementos no benéficos para el bienestar, de modo que “las actividades agrícolas han sido posibles gracias a que las aguas

residuales permiten la absorción de un proyecto urbano a veces no calificada; la reducción de la pobreza en las afueras de las ciudades, (...) permite mejorar la nutrición de los grupos domésticos y de este modo contribuir a la seguridad alimentaria” (Cirelli, 2006: 197).

En el ejido Soledad la expansión de la mancha urbana ha ocasionado cambios en el desarrollo de actividades económicas, pero también bajos rendimientos para la agricultura de la zona, que entre otras son causa de la venta de terrenos por la falta de apoyo al campo mexicano, la falta de disponibilidad de agua para sus cultivos, la implementación de rigurosas políticas públicas destinadas a la agricultura y la pérdida de interés generacional por el trabajo en el campo, esto ocasiona que los terrenos se destinen para la construcción de nuevos desarrollos habitacionales (Torres, 2015: 76-77).



Fotos 5 y 6. Tomadas el 28/04/2018 por Rebeca Arellano Moctezuma: Presencia de asentamientos urbanos en el ejido Soledad e implicaciones ambientales y de aprovechamiento del agua residual en los canales de riego.

Bazant (2001:57), cita que en “los artículos 87, 88 y 89 de la ley agraria establecen que cuando los ejidos se encuentran en el área de crecimiento de un centro de población, los núcleos de población ejidal podrán beneficiarse con la urbanización de sus tierras. En todo caso, la incorporación de tierras ejidales al desarrollo urbano deberá sujetarse a las leyes, reglamentos y planes vigentes en materia de asentamientos humanos (art. 87)”.

La lotificación sin un sistema concreto de construcción genera una mancha urbana irregular y distribuida de manera desorganizada (Fotos 5 y 6), que genera la intervención gubernamental para crear la actualización de los predios llevando una regularización de tenencia de la tierra, creando en el ejido de Soledad conflictos con la venta de lotes ilegales, en construcción habitacional, revendidos a más de una persona, venta fantasma de lotes con



dueños, en este caso se trata de consolidar la identidad del propietario legítimo y la posible “indemniza[ción] a los ejidatarios; y a los nuevos propietarios, que ya habían pagado sus lotes a los ejidatarios, tienen que volver a pagar su lote escriturado a la Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (CORETT)” (Bazant, 2001: 59).

Gracias a la indemnización que se les otorga, la venta de predios en tierra ejidal se sigue dando de manera descontrolada, generando así una expansión urbana en la periferia de este ejido, la ganancia económica es importante para algunos ejidatarios y pequeños propietarios.

“El sistema de mercado inmobiliario urbano, con su ley de oferta y demanda, tiene limitaciones para procurar lotes y viviendas dentro del fondo legal, a precios accesibles a la población de bajos ingresos. Tras décadas de gradual empobrecimiento del campo, los campesinos con parcelas próximas a la ciudad encuentran atractivo dejar de cultivar sus parcelas para especular con ellas, vendiendo lotes baratos destinados a la población de bajos ingresos. Dichos terrenos son baratos porque son de tenencia ejidal o comunal, y se venden ilegal o “irregularmente” sin documentos protocolizados ante notario, que amparen su adquisición y derechos de propietario, y sin cumplir con la normatividad urbana vigente en cuanto a servicios, equipamiento y vialidades” (Bazant, 2001: 33).

El crecimiento de la ciudad se debe a diversos factores sociales, políticos, económicos, sociales, pero ante todo la fácil disponibilidad de terrenos a bajo costo y de fácil acceso, así como la infraestructura y servicios adecuados dentro de la zona; en la periferia del ejido de Soledad se da la oportunidad de ejercer presión y generar ofertas para realizar cambios de uso de suelo, ocupando un territorio originalmente agropecuario. “En San Luis Potosí, como en todas las ciudades de México, la urbanización de las tierras ejidales representa uno de los principales métodos de producción suelo urbano durante las últimas tres décadas” (Cirelli, 2006: 368).

El cambio de uso de suelo en las zonas que antes eran ocupadas por actividades agrícolas se destina en su mayoría para la urbanización de una ciudad, esta situación se ha presentado debido a la fuerte implementación de ventas de terrenos que no cuentan con un

padrón específico en el ejido Soledad o por conflictos con la lista de sucesores, invasión o falta de productividad del campo agrícola.

Las zonas urbanas creadas para satisfacer la demanda de vivienda en una periferia empiezan con un trazado uniforme conforme a las zonas agrícolas presentes en el lugar, pero a medida que la sobrepoblación de un lugar con esas características se expande, se vuelve más difícil mantener la estructura inicial y se transforma en una traza desorganizada, en donde las parcelas, caminos y canales usados para la agricultura se convierten en vecinos incómodos para los habitantes urbanos de la periferia.

A este respecto en visitas al salón ejidal donde se hacen mesas redondas para exponer las problemáticas de los ejidatarios al Comisariado ejidal, se pudo escuchar de problemas de esta índole Don Antonio expresa:

“Los conflictos son porque se acerca la urbanización, las colonias al campo y pues hay mucha gente que roba legumbres, pues a lo mejor de rato ya va ser incosteable pues para cosechar y que le roben todo, mejor venden y empiezan a vender. Hace muchos años mi papa iba a regar y había mucha agua, más que la de ahora; le estoy hablando de hace unos 25 años, 30 o más, de 40 años, yo tengo 63 años; la gente se preocupaba mucho por limpiar, ahora ya no, otra eran menos gente y arrojaban menos basura (y de otro tipo de basura) ahora ya arrojan más basura, los tanques sucios y mucha de esa agua que viene, se tira al río, se viene para el río (Santiago) los vertederos ya no alcanzan a meterla al tanque y se va al río y se brinca por arriba de tanta basura y se brinca al río y esa es el agua que ya no se viene para acá por eso le digo que antes eran menos colonias, se suponía que debería ser menos agua, y ahora que hay más colonias debería de aumentar el caudal del agua y es al revés” (A. Torres, comunicación personal, 18 de septiembre de 2018).

Este cambio en el terreno genera más demanda de estructura viable para los pobladores urbanos y genera en el campo la depuración de tierras dedicadas al sector agrícola, esto debido a “la concentración de capital y de servicios en las ciudades que genera empleos y una derrama de beneficios entre la población” (Bazant, 2001: 228).

Las periferias, protagonizan una dinámica de transformación del espacio rural a urbano que se caracteriza como un proceso de asentamiento desordenado y funcionalmente desarticulado de la estructura urbana de la ciudad; por lo que con el tiempo va generando gran tensión social por las demandas insatisfechas de equipamiento, servicios e infraestructura (Bazant, 2001: 228).

Los costos de la semillas para cultivar, la falta de apoyo para el campo, también es un factor importante para que los campesinos dejen de sembrar, como declara el Señor Torres: “el fomento agropecuario se ha olvidado del campo, se han olvidado, (...) no tiene para darnos una paca de alfalfa y es cierto, ¡cuántos conjuntos [se refiere a los conjuntos habitacionales] carísimos que vienen cobrando hasta un millón y medio de pesos! y al campo, de perdido denle lo de un conjunto, ¡denle forraje al campo!, entiende” (A. Torres, comunicación personal, 18 septiembre del 2018).

Otro de los motivos para el abandono de tierras agrícolas es la falta de agua residual para cultivar ya que al ser una gran cantidad de ejidatarios no alcanza el agua para el riego de todas las parcelas, los campesinos que estaban inscritos desde el decreto aun la mantienen y también los descendientes por herencia, pero los que se van agregando al padrón de ejidatarios como nuevos no tienen como regar sus tierras, a sólo que tengan el permiso de CONAGUA de un pozo para regar, pero es muy difícil conseguir un permiso, por lo costoso para los campesinos.

La incorporación de tierras ejidales a la urbanización intensificada comenzó, según Cirelli (2006: 370), “a principios de los años sesenta en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez”, generando el incremento de zonas urbanas que antes eran de tierras ejidales o privadas de uso agrícola, gracias a que el sector inmobiliario creció en poder económico y político creando una presión en la mancha urbana en el ejido como método de desarrollo municipal.

Otro factor para el reemplazo de suelos agrícolas a urbanos es el incremento de la población a partir 1970, el ejido de Soledad pasó de una población, en dicho año, de 127 mil a 252 mil habitantes en 1995, después aumento considerablemente a 283 mil en el 2010, esto según lo registrado en conteos y censos de población y vivienda (Tabla 7), el

aumento de la población en los años 1990, es por la expansión de la zona industrial de la capital potosina.

Esto generó un cambio en la mancha urbana, desplazando parcelas agrícolas en tierras ejidales y así mismo ocupando por zonas habitacionales gran parte de estos, modificándose así el territorio ejidal en Soledad, la producción, el destino de ésta, y cambiando la dinámica a un autoconsumo de los cultivos, perdiendo capital en el comercio, el cual no genera rendimientos por los precios bajos que se les asigna, los cuales muchas veces no son redituables para los agricultores del ejido.

TOTAL DE POBLACION DEL EJIDO DE SOLEDAD						
NOMBRE LOCALIDAD	EVENTO CENSAL	FUENTE	TOTAL HABITANTES	TOTAL HOMBRES	TOTAL MUJERES	CATEGORIA ADMINISTRATIVA
Soledad	1970	Censo	127	-	-	Censo de 1970.
Soledad	1980	Censo	109	56	53	Censo de 1980.
Ejido Soledad	1995	Conteo	252	133	119	Conteo de 1995.
Ejido Soledad	2000	Censo	165	85	80	Censo de 2000.
Ejido Soledad	2005	Conteo	114	68	46	Conteo de 2005.
Ejido Soledad	2010	Censo	283	147	136	Censo de 2010.

Tabla 7. Población total del ejido de Soledad de 1970-2010.

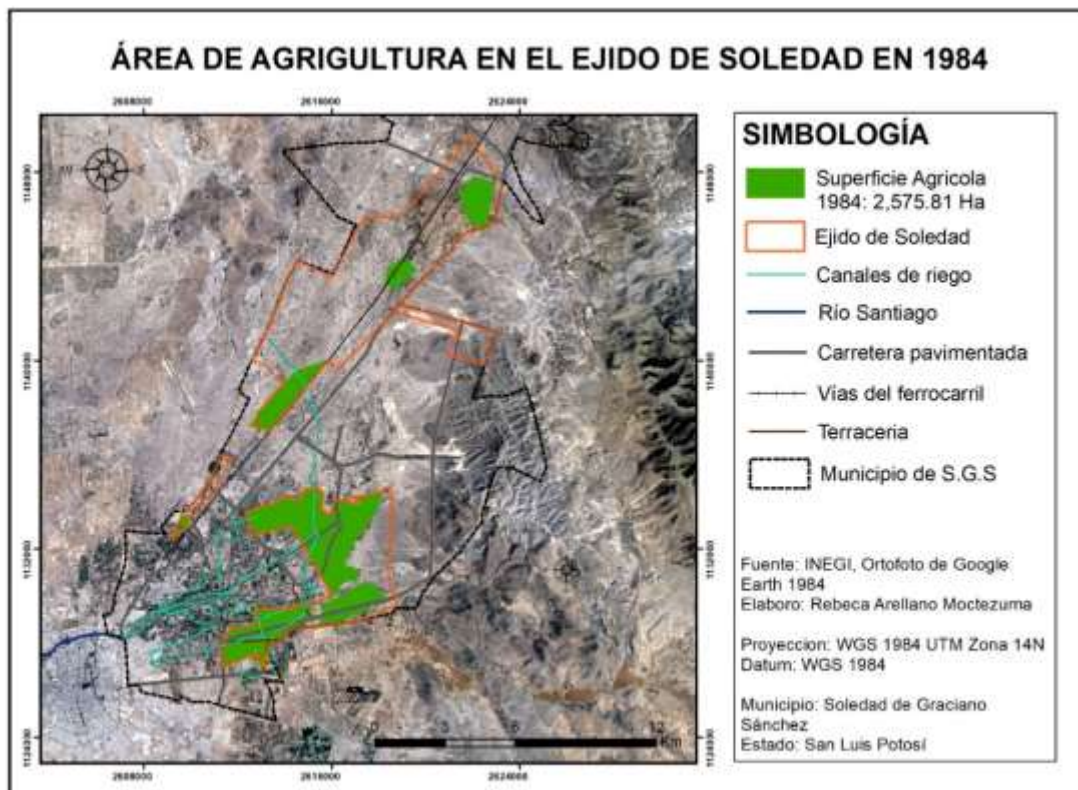
Fuente: Censos y Conteos de Población y Vivienda del 1970, 1980, 1995, 2000, 2005 y 2010.

El desarrollo de la agricultura de riego en las zonas periurbanas ha decaído debido a la invasión de suelo rural y al incremento de población que se establece en la zona metropolitana de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, esta se ha incrementado en especial, en las zonas a la periferia de la ciudad, esto como consecuencia genera una expansión y demanda de estructuras urbanas y de vivienda sobre terrenos agrícolas con problemas ya de por sí difíciles entre propietarios ejidales, los cuales venden a menor precio en el mercado por el acercamiento a la urbe, lo que aprovechan las constructoras para comprar en estas zonas. Como menciona Torres (2015: 86), “la mancha urbana ha ido ganando terreno a las zonas de riego de Soledad de Graciano Sánchez y de los alrededores del área cercana al Tanque Tenorio, en el ejido Rancho Viejo y Villa de Pozos, puesto que

localidades antaño de carácter rural como Los Gómez, Santa Rita y Jassos, han quedado inmersas e intrínsecamente relacionadas con la zona urbana”.

Esto se puede en la comparación, en de la superficie agrícola en los años de 1984, 2005 y 2016 (Mapas 11, 12 y 13), en donde las pérdidas de terreno agrícola son visibles en hectáreas. Cabe aclarar que para la realización de estos mapas se necesitó la identificación de imágenes georreferenciadas de los años en donde era más visible la disminución de zonas cultivadas.

Mapa 11. Superficie agrícola presente en el ejido de Soledad en 1984.



En el mapa 11 se observa que el área de la superficie agrícola era mayor y abarcaba la mitad del ejido con 2, 575. 81 ha, cabe aclarar que en ese año la población presente en el ejido era menor y no presentaban problemas con la calidad del agua que provenía de las zonas urbanas. Eso generaba una presencia de lotes agrícolas activos y con poca visibilidad de lotificación de empresas inmobiliarias presentes en el ejido.

En el mapa 12 se aprecia la diferencia en cuanto a hectáreas de agricultura presente en el ejido de Soledad, con la pérdida de 291.81 ha, lo que se debe a diversos factores ya mencionados anteriormente, el crecimiento económico en la zona industrial dio paso a una demografía constante y en aumento en las periferias del ejido, creando más lotificación urbana y mayor demanda en equipamiento urbano que solventa las necesidades de la clase trabajadora en la industria.

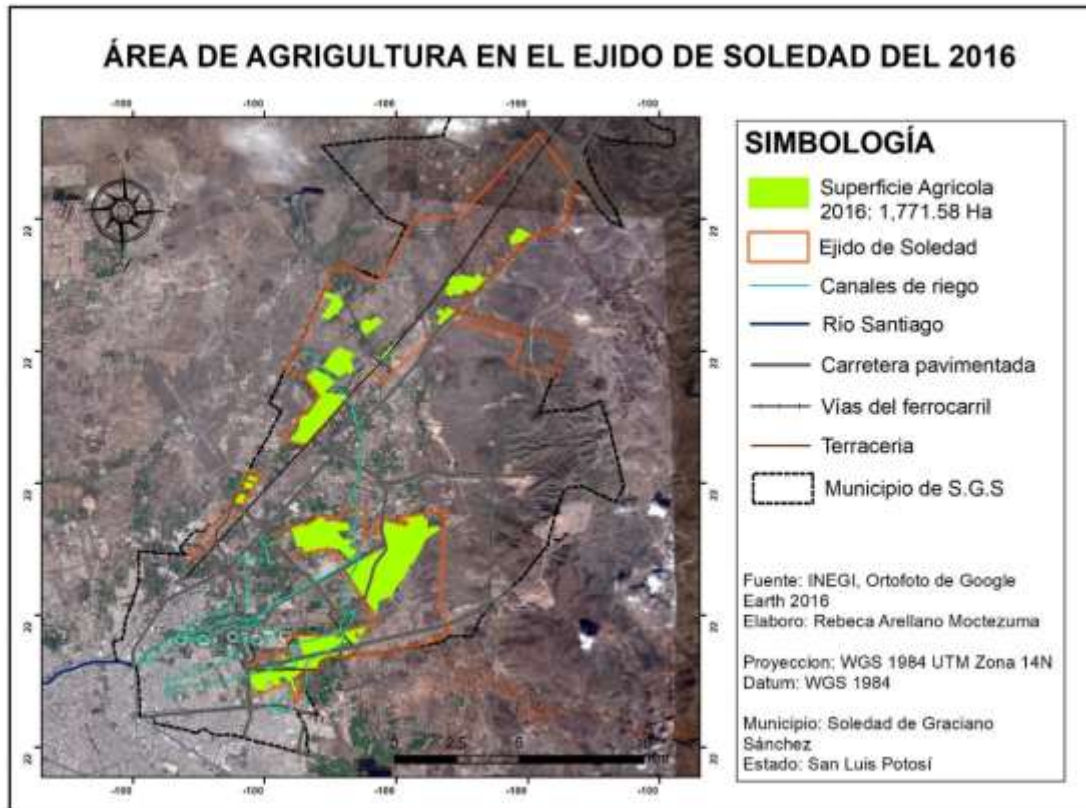
Mapa 12. Superficie agrícola presente en el ejido de Soledad en 2005.



En el mapa 13, podemos ver la cantidad de superficie de agricultura de riego que se tiene para el año 2016, la que se redujo a 1,171.58 ha, es decir una reducción de 1, 112. 42 ha con respecto a la superficie de 2005.

Si bien las estimaciones de las superficies agrícolas no son exactas, pero si aproximadas por la observación y cálculo de las áreas identificadas, si son una visión de la disminución de las zonas agrícolas presentes en el ejido de Soledad en una evolución de los cambios presentes que se han registrado y las modificaciones en el territorio.





Mapa 13. Superficie agrícola presente en el ejido de Soledad en 2016.

Las modificaciones territoriales presentes en el ejido por uso de aguas residuales también se hacen evidente en la distribución de los canales de riego; su historia marca a la ciudad imponente sobre los regadíos, modificando la infraestructura y vulnerando puntos específicos en su recorrido, así con la invasión de la mancha urbana desordenada, se altera el flujo y recorrido del agua.

La agricultura urbana es practicada en los márgenes de las ciudades, pero el agua residual que llega por los canales de riego es captada por toda la ciudad haciendo un recorrido por diferentes procesos metabólicos que incluyen factores de cambios en el ciclo hidrosocial. Así, las aguas residuales que fluyen mayormente “en canales abiertos se utilizan para regar parcelas muy pequeñas donde se cultivan árboles, forrajes o cualquier otro cultivo que pueda comercializarse en pequeñas cantidades (flores y vegetales) o que se utilice como parte de la dieta familia” (Marsalek, 2006: 57).

La existencia de sistemas de riego en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, se conforman como sistemas divididos en grupos u organizaciones, son “usuarios para aprovechar el agua, las obras de infraestructura para la distribución y las prácticas para conservarlas, pero también [hacen uso] de las relaciones de cooperación y antagonismos para administrar el agua y las formas de regulación” (Cirelli 2004, 98-99).

Según declaraciones de Don Antonio se “decía que hicieran un convenio donde nosotros los que regamos por ahí lo dejamos limpio, que si me toca el agua a mí, que cierto día que la agarra el zapote deje limpio, que la agarra el ejido soledad que deje limpio, que la cooperativa que deje limpio así quedamos ese día de palabra, todavía no se ha hecho un convenio, tenemos que hacer uno firmado, esta vez me dijo Raymundo (Presidente ejidal de Soledad) que la cooperativa ya acabo y no limpio, y Raymundo se enoja y dice que estos creen que somos gatos de ellos (refiriéndose a los demás ejidos y la cooperativa)” (A. Torres, comunicación personal, 18 de septiembre de 2018). La cooperación entre las organizaciones y grupos como menciona Cirelli no siempre tienen una buena relación, tienen problemas internos por la falta de atención a la limpieza de los canales de riego de aguas residuales que utilizan todos estos grupos.

La visualización de los mapas 11-13 son la muestra de la disminución de zonas agrícolas en el ejido de Soledad, estos cambios van de la mano con el aumento de población y por ende, de las zonas habitacionales, así las inmobiliarias crean más viviendas para los trabajadores de la industria, éstos llegan por la promesa de un mejor futuro a la periferia en la zona metropolitana, creando así un expansión en la mancha urbana, generando conflictos con los ejidatarios y pequeños propietarios que aun usan el agua residual para la agricultura, ya que, como se ven en las fotografías aquí presentadas, los canales de riego quedan dentro de la ciudad, generando molestia de parte de los habitantes, además de posibles consecuencias ambientales y de salud pública, que sí bien no es culpa de los ejidatarios, las inmobiliarias al comprar terrenos ejidales hacen vulnerable tanto a los usuarios del agua como a los habitantes de dichas viviendas.

#### ***4.3. Los ejidatarios de Soledad: Una mirada a la organización, resistencia y adaptación del uso de aguas residuales en la agricultura de riego.***



A través de la mirada de campesinos del ejido Soledad se vislumbran algunos temores a futuro para el campo, por ejemplo, la falta de apoyos para impulsar la actividad agrícola por el Estado, los cuales se han ido mermando o son más difíciles de tramitar para los agricultores.

En el caso de desastres naturales como granizadas, heladas e inundaciones no tienen un seguro y los apoyos son difíciles de conseguir según declaraciones de Don Antonio “es un relajo, que papelería meter y que esto no y que esto sí y que, pues se ve muy difícil, es que los que están haciendo leyes en realidad no, de campo hora sí que no conocen, nada más hacen a la hay se va, aquí estuvimos todos y nos estuvo explicando el ingeniero de desastres como nos pueden ayudar para pagarnos la cosecha, en primer lugar es cualquier cosa la que nos dan y que no cubre el daño, es muy difícil” (A. Torres, comunicación personal, 18 de septiembre de 2018).

Para el gobierno federal la seguridad alimentaria es importante a nivel agroindustrial, pero no a nivel local, los beneficios que se obtienen de su trabajo en el campo, con jornadas de más de 8 horas, no son redituables con la inversión y el esfuerzo que se le pone al trabajo agrícola (Fotos 7 y 8).

Otro temor es la pérdida de tierras en su ejido, ya sea por la falta de interés de las generaciones más jóvenes (hijos y nietos); otro es la implementación de nuevas leyes o cambios en las mismas que perjudican el territorio, mermándolo con la creación de una nueva infraestructura más viable y sostenible para la población urbana, dejando a ejidos como el de Soledad, en la desesperanza de perder su patrimonio por cuestiones de procesos de urbanización intensificados por el devenir del progreso de las ciudades.



Fotos 7 y 8. Tomadas el 23/04/2018: Parcelas cultivadas con alfalfa por medio del método de riego por canales con aguas residuales.

El conflicto<sup>8</sup> por el agua residual entre lo urbano y lo rural es marcado en esta zona, ya que la ciudad ejerce más presión para el beneficio de su bienestar; la estructura urbana es importante para el desarrollo de la zona metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez (que se ha ido extendiendo a Cerro de San Pedro y Pozos), pero como consecuencia conlleva la exigencia de cubrir los intereses inmobiliarios de dicho crecimiento urbano que se extiende a la periferia. “En términos de los usos del suelo, se generan tensiones y conflictos a causa de la urbanización y los suelos agrícolas pasan, de su uso habitual, a convertirse en una reserva territorial o reserva de propiedades” (Ávila, 2019: 8).

Estas consecuencias se relejan en las discusiones entre los diferentes actores por las modificaciones de los canales de riego que llevan aguas negras (residuales) a sus parcelas, debido a los entubamientos que se realizan por la construcción de nuevos fraccionamientos asentados dentro del ejido Soledad. Una de ellas es fue en una visita de campo al fraccionamiento La Virgen donde el Ingeniero Pascual en la discusión menciona “una solución definitiva no creo que la haya ósea, precisamente por la salida... se había optado también de buscar algún pozo de visita, una válvula para hacer una interconexión, pero también checamos los tubos de visita y también ellos los tiene altos comparado con este” (Ing. Pascual, comunicación personal, 13 de septiembre de 2018).

Esto refiriéndose a una solución temporal a la inadecuada construcción del entubamiento de canales que pasan por ese fraccionamiento en cuestión, los ingenieros inmobiliarios presentes solo dieron soluciones a medias y se quería que el municipio se encargara de los gastos totales a lo que el presidente municipal se negó dejando inconcluso el asunto.

---

<sup>8</sup> Prevalece la idea de disputa (habitualmente provocada por la competencia por un recurso dado), la cual puede dirimirse mediante negociación o por medios violentos. (Becerra, 2004: 116).

Se han dado casos de fugas o desbordamientos de esta agua, generando el “desperdicio” de este elemento vital para la agricultura; por otro lado, hace más difícil sobrellevar el mantenimiento de dichos canales y la toma de decisiones para llegar a acuerdos de interacción para el aprovechamiento y cambios en las actividades diarias de los ejidatarios con respecto a la reparación de estructuras en mal estado, dañadas por las obras de las zonas habitacionales, generando así conflictos entre los actores involucrados en esta zona.

El ejido está constituido, de manera concreta, por los miembros de la asamblea, que son la máxima autoridad, ya que sin autorización y votos no procede ningún asunto que competa al ejido; posteriormente está la comitiva ejidal (comisariado ejidal), el cual se encarga de establecer y seguir las reglas impuestas por la asamblea, mantener el orden establecido y tomar decisiones inmediatas con los miembros ejidales, además de procurar que el ejido tenga las condiciones adecuadas para su buen funcionamiento (Figura 5).

Según declara Don Raymundo “los problemas de aquí y le damos solución, y les he dicho yo al que no le demos solución aquí en la asamblea, lo que dice la ley, si o no, no podemos arreglar un problema aquí lo llevamos a la asamblea que es la máxima autoridad que es la que va a decidir, porque mi función es esa, darle a conocer a la asamblea no ocultarle nada” (R. Gaytán, comunicación personal, 20 de octubre de 2018).

Figura 5. Organización de acuerdo con la mirada campesina dentro del ejido de Soledad.



Fuente: Elaboración propia basada en las entrevistas a los ejidatarios de Soledad.

Existen personas que se encargan de varias funciones que competen al ejido en diferentes actividades, como lo son suplentes, secretaria, asesor jurídico y el canelero uno de los más importantes en cuestión del riego con agua residual, éste se encarga de su distribución por medio de los canales en horarios específicos divididos en el total de ejidatarios registrados para recibir el beneficio del agua de los canales.

Existen comitivas por cada canal, las que se encargan de establecer un orden de distribución en conjunto con el canelero, además de un consejo de vigilancia que revisa periódicamente los horarios y el equitativo reparto para una organización equilibrada entre los ejidatarios. Al respecto Don Antonio declara “hay un boletero que se llama Don Manuel Hernández, él es el boletero, da una boleta a cada quien, les dice de que horario a que horario y así es como regamos, en la boleta vienen el horario del que sale del tanque, vamos a poner yo riego de donde está mi parcela, el agua hace del tanque a mi parcela 2 horas 45 minutos, bueno eso hacia cuando había más caudal de agua, así quedó ya establecido, entre menos agua más al paso, y entonces antes si era mucha agua y así quedo especificado, porque si se empieza a moverle ya no sirve” (A. Torres, comunicación personal, 18 de septiembre de 2018).

Es importante mencionar que, para el tamaño del ejido y la cantidad de miembros en el ejido de soledad, solo se puede contar constantemente con 12 miembros del mismo para su mantenimiento y organización, la mayoría de los que conforman la asamblea solo van a las juntas cuando les es conveniente, con respecto a ello Don Raymundo declaro que “una asamblea para elecciones lo más son unas 300 o poquito menos, cuando es una asamblea dura que es para cambiar el destino de las tierras, que solamente es en asamblea con ejidatarios legalmente reconocidos, ahí si tratamos de que sean 50 más 1, la mitad para que sea legal la asamblea, pero son asambleas especiales o duras” (R. Gaytán, comunicación personal, 20 de octubre de 2018), pero cuando se toman decisiones importantes competentes al ejido no se presentan a votar, ese es uno de los problemas en la organización interna del ejido.

La venta de terrenos de manera ilegal o “debajo de la mesa” sin la autorización de los miembros de la comitiva ejidal y la asamblea es otro de los problemas más graves internamente, ya que, dichas personas quieren la aprobación de los antes mencionados sin problema alguno, cuando previamente no se les dio ningún aviso para dicha venta.

Es así que la sobreventa de terrenos de un mismo lote es frecuente en el ejido Soledad y la comitiva no sabe cómo manejarlo sin tener problemas internos con algunos miembros ejidales (Fotos 9 y 10), además cabe recalcar que no todos son miembros ejidales, algunas de las ventas no autorizadas de terrenos pertenecen a pequeños propietarios que toman decisiones competentes del comité, generando conflictos entre ejidatarios y pequeños propietarios por la lucha de tierras no registradas o revendidas.



Fotos 9 y 10. Tomadas el 13/09/2018 por Rebeca Arellano Moctezuma: Conflictos entre ingenieros inmobiliarios del Fraccionamiento La Virgen, INTERAPAS y miembros del ejido Soledad, sobre entubamiento de canales de riego.

La disputa que se vive con las inmobiliarias es de suma importancia en la problemática del ejido, debido a que la construcción de viviendas no se hace adecuadamente, esto quiere decir que no se construyen las casas con la debida injerencia de “sustentabilidad ambiental”; el ejido Soledad tiene conflictos muy frecuentes con los habitantes de fraccionamientos e inmobiliarias por el mal manejo de las mismas, como es en el caso de la construcción de viviendas separadas por muros que no la exenta de estar al límite de

canales de riego que con las temporadas de lluvia se desbordan creando caos en los fraccionamientos colindantes a los afluentes antes ya establecidos en la historia del ejido. Las inmobiliarias para evitar los conflictos se ponen de acuerdo con la comitiva para entubar los canales cercanos a las viviendas en venta o habitadas, pero esta decisión solo genera más problemas tanto para la comitiva ejidal como para los habitantes urbanos, ya que la cantidad de agua no es precisa cuando es temporada de lluvias y no existe una buena coordinación en la construcción del entubado de los canales, no se toma en cuenta la crecida del afluente ni la basura que se genera aguas arriba de los canales; esto genera problemas de sobrecarga de agua residual que se desborda con las lluvias y de contaminación de basura que contribuye a que dichos canales se tapen de residuos sólidos.

En el ejido Soledad la contaminación y la acumulación de basura en terrenos colindantes, así como en los canales de riego son frecuentes, toda vez que los administradores urbanos en general consideran que el problema es del ejido y éste tiene que resolverlo, lo que no es conveniente ni económicamente ni socialmente para todos los habitantes del mismo.

En los espacios periurbanos, como lo es el ejido Soledad, se vive la constante preocupación de la *invasión urbana* sobre tierras agrícolas y ganaderas; dicha presión se hace presente por la lucha por el reparto de agua que es necesaria para solventar las principales actividades económicas en el ejido.

El uso de las aguas residuales es una práctica común en las partes de la periferia urbana en donde la lucha por el recurso del agua para agricultura local se vuelve más fuerte, es ahí donde la organización de las personas con “la participación de las organizaciones agrarias es fundamental cuando las propuestas se sustentan en sus intereses individuales y colectivos” (Torres, 2012:10); estos manejan el agua residual en comunidades y ejidos cerca de una ciudad y se valen de la organización para la repartición y el aprovechamiento productivo y eficiente de dichas aguas (Foto 11).



Foto 11. Tomada el 28/11/2018 por Hugo Gerardo Blanco Loreda: Primera Asamblea del nuevo régimen del ejido de Soledad donde se discutieron asuntos de tenencia de la tierra y nuevos fraccionamientos.

La organización dentro del ejido es de suma importancia para la toma de decisiones en la tenencia de la tierra ejidal, ya que la falta de la misma hace más fácil que se generen conflictos por la obtención del acceso al agua residual de los canales de riego, el alcance a ésta se dificulta por los entubamientos que los fraccionamientos han construido.

Uno más de los problemas reflejados en las visitas de trabajo de campo al ejido es la falta de comunicación entre los cinco actores principales dentro del esquema periurbano en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, los cuales son INTERAPAS, Ayuntamiento del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, Desarrolladoras inmobiliarias, Ejidatarios de Soledad y Vecinos de Fraccionamientos (ejemplos: La Virgen, El Toro, Cantagua y San Miguel).

Existe una difícil relación entre estos actores en cuanto a los canales de riego que pasan por los nuevos fraccionamientos en el ejido Soledad, los problemas ocasionados a dichos canales se ligan a otros, como, por ejemplo, el entubamiento de los mismos por los fraccionamientos para evitar malos olores y una mala vista panorámica a los residentes de los inmuebles, la falta de soporte de responsabilidades de parte de los cinco actores que ayudarían a la solución del problema de los canales.

El agua que se utiliza en el ejido para la agricultura es, como ya lo habíamos mencionado anteriormente, subterránea o residual. El agua residual tiene los beneficios que los agricultores buscan ya que pueden proveer nutrientes a los cultivos, pero además con ello se busca reducir “costos de energía de bombeo y minimiza las emisiones de carbono al medio ambiente” (Núñez 2015: 12).

Como menciona Don Antonio (Presidente del Consejo de Vigilancia) “el uso de estas aguas residuales que contienen nutrientes nos da una mejor calidad muy superior a sus cultivos por los contenidos orgánicos” (A. Torres, comunicación personal, 18 de septiembre de 2018), de manera que: “el uso de las aguas residuales no se ha desarrollado exclusivamente en lugares donde hay limitación de agua, sino también en aquellos donde se dispone de otras fuentes, debido a que los agricultores descubrieron que estas aguas tienen altas cantidades de *fertilizantes naturales*, que permiten el crecimiento de sus cultivos sin aplicar fertilizantes químicos” (Moscoso, 2016: 80), para ellos esa agua que es producto de la urbanización les ha ayudado a solventar su economía ya que es el agua disponible que tienen todo el año para sus cosechas, su concepción de ella es de cariño:



“El agua es muy beneficiosa para el campo, se da más buena la alfalfa con el agua negra que con agua limpia, con agua negra se da más espesa la alfalfa, crece más, y con el agua dulce o agua de pozo como le llamamos nosotros se da más delgada y también

con el agua negra dura más años, más tiempo, tiene más vida y con el agua limpia tiene menos vida” (R. Gaytán, comunicación personal, 20 de octubre de 2018, Presidente ejidal de Soledad).

De acuerdo con la mirada de los ejidatarios entrevistados, se deriva que el agua residual es de mejor calidad para que sus cosechas tengan mejor apariencia y un buen tamaño ya que: “la mayoría de los cultivos dan un mayor rendimiento por el riego de aguas residuales y reduce la necesidad de utilizar fertilizantes (Núñez, 2015: 13). La ventaja de estas aguas residuales es que están presentes en todas las temporadas del año, como lo menciona Torres (2012:10): “esas aguas se incrementan por el crecimiento poblacional urbano; son aguas confiables para los agricultores y que su caudal no depende de las precipitaciones y el balance de agua regionales”.



La desventaja es que el agua de lluvia se mezcla con las aguas residuales durante la temporada de lluvias más intensa, que son entre primavera-verano, esto genera el desbordamiento de los canales de riego por el excedente de acumulación, arrastrando basura degradable y biodegradable que causa una contaminación en los afluentes, creando problemas sociales y ambientales en el ejido.

A continuación, se muestra un registro, de acuerdo con las entrevistas recabadas de algunos ejidatarios, de cómo llevan su calendario agrícola (este se modifica conforme las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua residual en los canales de riego), el cual siguen conforme el tipo (cantidad y calidad) de agua que tienen para cultivar anualmente, esto de acuerdo con la mirada campesina puede variar dependiendo de su método y modo de obtención del agua para regar (Tabla 8).

Tabla 8. Calendario agrícola del ejido de Soledad a través de la mirada campesina.

<b>Cultivos producidos en el ejido de Soledad</b>				
<b>Cultivo</b>	<b>Agua Pozo</b>	<b>Agua residual</b>	<b>Temporada de Cosecha</b>	<b>Rotacion</b>
<b>Alfalfa</b>		Canal de riego	Septiembre - Enero	Se deja descansar 2 o 3 años)
<b>Maiz</b>		Canal de riego	Junio - Octubre	
<b>Frijol</b>		Canal de riego	Septiembre - Enero	
<b>Avena</b>	Pozo		Septiembre - Enero	
<b>Zacate forrajero</b>		Canal de riego	Septiembre - Enero	
<b>Jitomate</b>	Pozo (invernadero)		Todo el año	
<b>Chile</b>	Pozo (invernadero)		Todo el año	
<b>Cilantro</b>	Limpieza con Pozo	Canal de riego	En rotacion de la alfalfa	
<b>Cebolla</b>	Limpieza con Pozo	Canal de riego	En rotacion de la alfalfa	
<b>Lechuga</b>	Limpieza con Pozo	Canal de riego	Cosecha todo el año	Hay de temporadas
<b>Coliflor</b>	Limpieza con Pozo	Canal de riego	En rotacion de la alfalfa	
<b>Rabanos</b>	Limpieza con Pozo	Canal de riego	En rotacion de la alfalfa	
<b>Sorgo</b>	Pozo		En rotacion de la alfalfa	
<b>Calabaza</b>	Pozo		En rotacion por año	

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas con ejidatarios del ejido de Soledad.

Es importante señalar que el régimen que lleva el ejido de Soledad en su ciclo de cosecha tiene que ver con su estilo de vida como agricultores y su modo de aprovechamiento del agua residual de los canales de riego, esto influye en sus actividades diarias. Las entrevistas

muestran que las estaciones de cultivos cambian conforme la variabilidad climática, pero también con la disponibilidad y calidad del agua residual que llega a los canales para el riego en sus parcelas.

Las fuentes de abastecimiento del agua residual se hacen por medio de canales y canaletas que transportan el agua residual que se deriva del proceso metabólico dentro de la ciudad y las zonas periféricas. La visión del aprovechamiento de estas aguas depende del contexto social en donde los ejidatarios están inmersos dentro de la estructura urbana.

La agricultura que utiliza estas aguas obtiene más cantidad de beneficios en sus cultivos que las que se riegan con agua dulce (tratada) y se ahorran el costo de fertilizantes; para los campesinos del ejido, es insostenible cubrir esos gastos que les proporciona el agua que viene de los canales de riego.

Existe un método usado para medir el caudal o volumen de agua en los canales de riego del ejido (mapa 14), “no es medido con frecuencia” (M. Hernández, comunicación personal, 12 de marzo de 2019), por el canalero o boleterero Manuel Hernández Torres, declara que es el método del flotador y la sección transversal, este es un método utilizado y sencillo para medir caudales pequeños a grandes con una cierta exactitud, este método conviene emplearlo en aguas tranquilas, en momentos de buen tiempo atmosférico, cuando los vientos son tranquilos o escasos.

Se toman las medidas en tramo del canal o arroyo donde este recto en una distancia de por lo menos 20 metros, se trata de tomar en aguas tranquilas donde no haya vegetación presente ni contaminantes que obstruyan la medición, para que el flotador se mueva con facilidad. Ya teniendo el lugar se marca con estacas en ambos lados de la corriente en los puntos AA y BB y se tiende una línea entre las estacas (puede ser con hilo que no se deshaga con el agua y sea resistente) (FAO, 2016).

Se siguen los pasos siguientes en general:

1. Se averigua la sección transversal media
2. Se averigua la velocidad media del agua
3. Se calcula el caudal del agua

A continuación, se muestra un ejemplo (Tabla 9) de cómo se toma esta medida:

Tabla 9. Método del flotador y la sección transversal para medir el caudal.

<b>Método del lapiz (flotador y la sección transversal)</b>						
Dia 25/06/2018						
Primera muestra						
D: 48 m	÷	T: 167 Seg	=	0.28		
				x	=	0.588
Al: .60 cm	x	AN: 3.5 cm	=	2.1		
0.588	x	1000	=	588	x	0.85 = <b>499 L/ seg</b>
Dia 26/06/2018						
Segunda muestra						
D: 48 m	÷	T: 161 Seg	=	0.29		
				x	=	0.667
Al: .68 cm	x	AN: 3.5 cm	=	2.3		
0.667	x	1000	=	667	x	0.85 = <b>566 L/ seg</b>
Dia 26/06/2018						
Tercer muestra						
D: 48 m	÷	T: 183 Seg	=	0.26		
				x	=	0.598
Al: .68 cm	x	AN: 3.5 cm	=	2.3		
0.598	x	1000	=	598	x	0.85 = <b>508 L/ seg</b>
499 L/ seg	+	566 L/ seg	+	508 L/ seg	÷	3 = <b>524 L/Seg</b>
<b>Promedio de L/seg: 524 L/Seg</b>						
D: Distancia						
Al: Punto inicial sección transversal						
AN: Punto terminal sección transversal						
.85: coeficiente de corrección para estimar la velocidad media del agua						
1000: litros por segundo						
Elaboración Propia con base en Anotaciones de campo del Canelero del ejido de Soledad Manuel Hernández Torres						

En el caso del ejido de Soledad la escorrentía agrícola casi nunca es recolectada o tratada, “de modo que las métricas para estos tipos de flujos de aguas residuales son prácticamente inexistentes (WWAP, 2017:14), esto hace que el proceso de medición sea ocasional; los volúmenes registrados son variaciones de dos días de muestra. Según Don Manuel “en sus 14 años que he estado en servicio solo dos días he aplicado este método” (M. Hernández, comunicación personal, 12 de marzo de 2019), así que es casi imposible saber la cantidad de agua residual que se recibe por año en los canales de riego, ya que depende también de la variabilidad climática y de las precipitaciones en el ejido.

El sistema de riego del municipio de S.G.S cuenta con 10 canales de riego repartidos entre los ejidos existentes y una cooperativa, estos canales emisores conectan asimismo con una red de canales secundarios (Mapa 14) que distribuyen entre “58 y 60 millones de metros cúbicos anuales de agua negra (CNA, 1999 Op. cit. Cirelli, 2004: 99). Los canales que le corresponden al ejido de Soledad son 7 (Mapa 15), de los cuales se explicara su recorrido y procedencia, así como el uso, distribución, gestión, aprovechamiento y mantenimiento de parte de los ejidatarios de Soledad, así como los conflictos y adaptaciones a las modificaciones en los canales de riego y los procesos de urbanización que se viven en la zona agrícola del ejido.

Mapa 14. Canales de riego en la zona urbana y suburbana en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez.

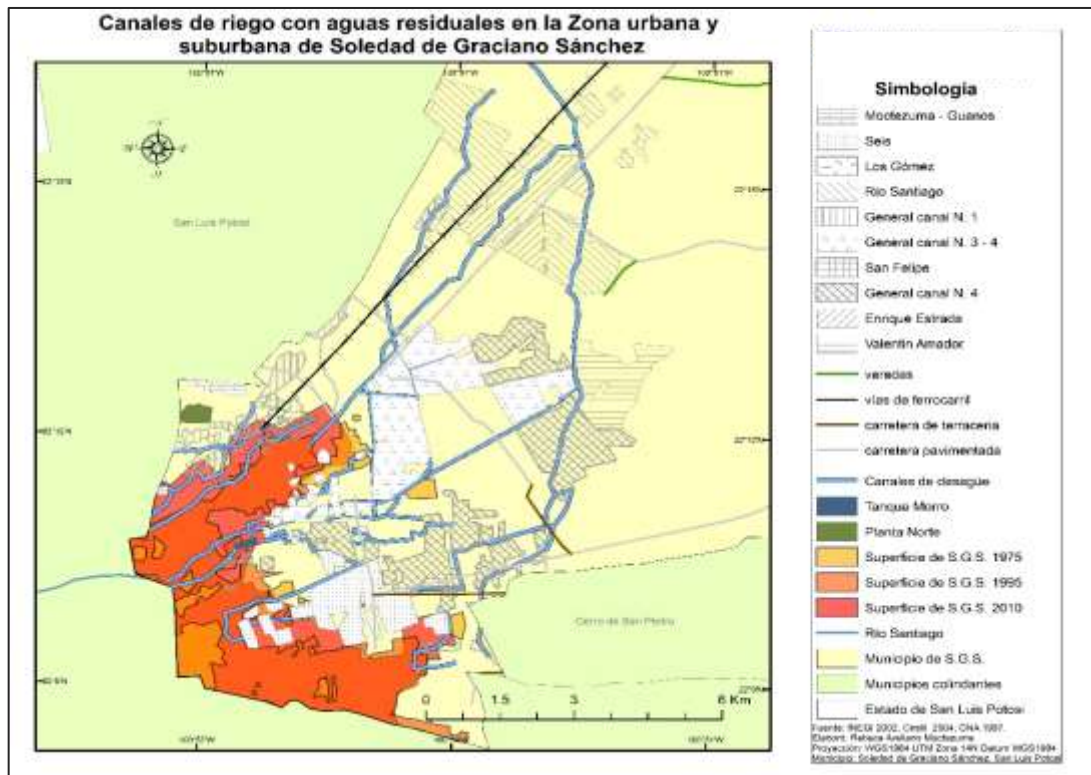
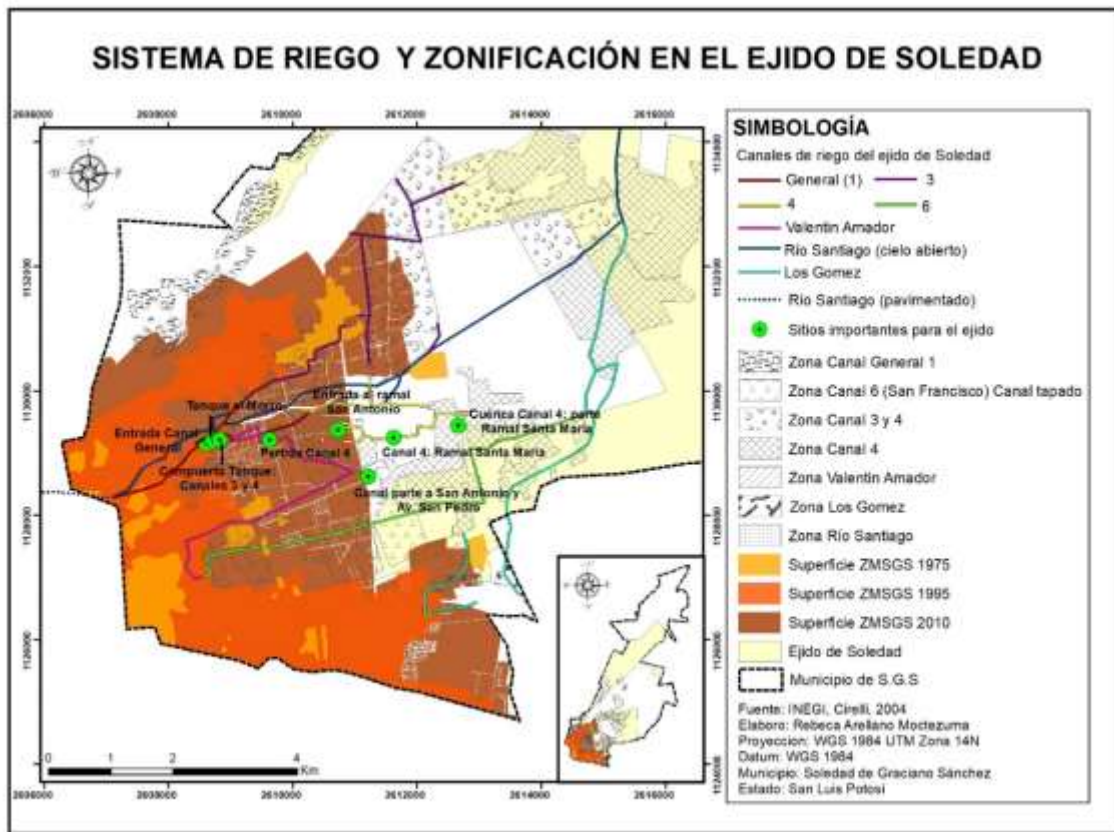


Tabla 9. Fuentes de agua residual del ejido de Soledad.

Fuentes de agua residual del Ejido de Soledad				
Nombre del canal	Zona y principales colonias de origen de las aguas negras	Volumen en lps	Tipo de descargas	Superficie regada
Rio Santiago	Centro	169	municipales	176
Canal General Ramal 4	Morro	436	municipales	287
Canal General Ramal 3-4	Morro	n/d	municipales	102
Canal General Ramal 1	Centro-este	n/d	municipales	25
Canal Seis	Centro	79	municipales	79
Canal Los Gómez	Centro-sur	220	municipales	39
Canal Valentín Amador	Soledad	103	municipales	169
Total		1007		877

Elaboración propia en base a Cirelli, 2004: 101-102, 109

Estos canales de riego son los mostrados en el (mapa 14), en donde los canales que le corresponden al ejido de Soledad son 7 (Tabla 9), de los cuales se explicara su recorrido y procedencia, así como el uso, distribución, gestión, aprovechamiento y mantenimiento de parte de los ejidatarios de Soledad, así como los conflictos y adaptaciones a las modificaciones en los canales de riego y los procesos de urbanización que se viven en la zona agrícola del ejido.



Mapa 15. Sistema de riego y zonificación por canales en el ejido del Soledad.

La distribución de los canales de riego usados por el ejido de Soledad como se muestran en el mapa 15 y según la descripción de Cirelli (2004: 99 -100), está dividido de la siguiente manera, la fuente principal de mayor caudal es el Canal General (1), que desaloja el 40% de los efluentes provenientes del centro de la ciudad. Un 20% es conducido por los canales Río Santiago y Los Gómez, parte del canal Santiago fue pavimentado en el año 1986 para evitar inundaciones en la zona, esta acción fue llevada solo hasta los límites de los municipios de Soledad y San Luis Potosí, donde el río retorna su cauce normal. En la actualidad el cauce del río se desvió algunos metros para la contención de obras a la localidad de la Tinaja donde se aprovecha para la agricultura.

En el ejido se cuenta con una infraestructura de riego que cuenta con un tanque llamado El Morro, ubicado al noroeste de la ciudad (mapa 14), mide aproximadamente cuatro hectáreas, al tanque llegan las aguas residuales por medio de un canal de concreto (Canal General) el cual está, desde 1980, revestido y entubado hasta los márgenes de la

zona urbana (Fotos 12 y 13). Dicho canal cuenta con un colector (malla) que retiene la basura de gran tamaño, misma que después se regula por medio de un envase de colado, donde se desvía el agua a un canal secundario para evitar el desbordamiento. Dicho tanque tiene una capacidad de 780 l/seg, aunque según los productores solo son 600 l/seg (Cirelli, 2004: 99 -100).



Fotos y 12 y 13. Tomadas el 05/04/2019 por Rebeca Arellano Moctezuma: Canal General (1) y su infraestructura hidráulica de repartición a los canales 3 y 4 que sirven al ejido de Soledad para el riego de sus terrenos.

Como se muestra en las fotos 12 y 13 dicho tanque tiene dos compuertas, de donde salen los canales 3 y 4, identificados como sitios importantes y con puntos verdes en el mapa 14, los ejidatarios de El Zapote, el ejido de Soledad y la Cooperativa de Compra en Común, que lo comparten fueron responsables de la construcción de la obra para regular el flujo de agua que se reparte en cada ejido. El agua se distribuye de la siguiente manera al mes, la Cooperativa del día 1 al 15, el ejido de Soledad del 15 al 24 y el Zapote del 24 al 30 (dependiendo de si el mes tiene 31 días o 28). Los usuarios, en el caso de Soledad, tienen turnos distribuidos de 4 horas cada 30 días por usuario con derecho ejidal.

El canal número seis cuyo punto de partida es en la Glorieta Juárez es compartido con los tres anteriores más el ejido San Francisco que ya no cuenta con prioridades ejidales de agricultura y está en desuso, de modo que la venta de los terrenos en dicho ejido permitió la pavimentación de ese canal y ese flujo fue direccionado a los demás canales 3 y 4. El canal de los Gómez y Valentín Amador son repartidos por los ejidos de Soledad y Los Gómez y son de uso agrícola con reabastecimiento de concreto cerca de los nuevos



fraccionamientos que se han establecido con el paso de los años, principalmente en el ejido de Soledad (Foto 14).



Foto 14. Tomada el 05/04/2019 por Rebeca Arellano Moctezuma: Canal 4 (Ramal Santa María) sirve al ejido de Soledad para el riego de sus terrenos, pero presenta pavimentación para evitar contaminación y mal olor.

Los canales de riego son “tradicionales”, esto quiere decir que son de tierra, esto ayuda a que el agua se disperse mejor para los cultivos y que arrastre más nutrientes a las parcelas, la distribución del agua es importante para la gestión dentro del ejido para fomentar una participación equitativa y estable que fortalezca la unión entre los usuarios del agua residual. Los impactos sociales, económicos y ambientales producidos por la gestión organizada y eficiente en el uso de aguas tratadas por los campesinos, demuestra una alternativa rural de la pequeña producción en sus manos.

Una política pública vinculada a las prácticas campesinas podría facilitar la incorporación de esas aguas negras a la agricultura, sin el requerimiento de grandes sistemas de tratamiento, pues es posible su implementación recogiendo experiencias innovadoras de los mismos productores, con formas de tratamiento de tipo artesanal. Sería una política de inclusión social más efectiva en su sostenibilidad (Torres, 2012:10).

Como menciona Torres (2012:10), la participación es vital para el funcionamiento y la repartición de las aguas residuales en una comunidad o ejido; el problema del que los agricultores son más propensos es el miedo a las plantas de tratamiento de agua residual (El Morro en construcción) que para ellos son sus enemigas, ya que, según cuentan en entrevistas, les quitan nutrientes al agua y la disminución de ellas les afectara en el futuro,



ya que no cuentan con la comunicación adecuada entre las PTAR locales y los ejidatarios. La falta de interacción entre la planta tratadora y los ejidatarios es nula, nunca se les ha informado de las actividades de la misma, sigue en construcción constante, y el miedo de los ejidatarios de Soledad se vuelve incertidumbre por las posibles consecuencias de la pérdida del agua residual, en caso de disminución para regar sus parcelas.

La falta de regulación en las políticas de vivienda es otro nudo más que desatar en la entramada urbana en el ejido, al acelerarse el proceso de urbanización en el ejido, las inmobiliarias compran la tierra *a manos llenas* a bajos costos comparados con los precios de venta en el mercado, eso hace que los problemas con los canales a cielo abierto sean una constante *pedra en el zapato* de los involucrados, ya que las inmobiliarias entuban los canales para no dar una mala imagen y así poder vender los terrenos en los fraccionamientos, esto ocasiona en temporadas de lluvia, que los canales sobrepasen los tubos y el agua residual se infiltre a las colonias nuevas que pasan o están arriba de los canales de riego pertenecientes al ejido. Los ejidatarios tienen que costear los gastos del desazolve de los canales de riego que han sido entubados por las inmobiliarias, generando efectos en la economía del ejido de Soledad.

El uso que le dan a los agricultores del ejido de Soledad tiene como beneficios positivos el servir como coladeras de desfogue para las aguas de la ciudad, estas aguas sirven para solventar la economía de familias que viven de dicho sector primario; le ahorra de manera cuantiosa al municipio de Soledad de Graciano Sánchez el tratarla y volverla utilizable para uso doméstico, industrial o comercial.

Las aguas residuales *tratadas* no son benéficas para los campesinos según sus costumbres y perspectivas de la vida en el campo, ya que no son tan ricas en nutrientes y son más ligeras según ellos; si bien es cierto que las aguas tratadas son más viables social y ambientalmente, económicamente y culturalmente no lo son para los ejidatarios ya que pierden elementos que las hacen productivas para las cosechas, en este caso Cirelli (2006: 198), menciona que “las aguas residuales tratadas contendrán menos de nitrógeno y fósforo, pero mantienen aproximadamente la misma cantidad de potasio después del proceso de tratamiento”, si bien es cierto el último punto que menciona Cirelli, los campesinos del ejido de Soledad no quieren que esto suceda, para ellos sería una pérdida importante y calaría en la calidad de sus productos.

Hay que recalcar que si la tratadora que se encuentra dentro del ejido de Soledad llegara a trabajar al cien por ciento, no se sabe con certeza si se les proporcionara agua tratada al ejido, según los ejidatarios se han acercado solo para la venta de los terrenos pero nunca les han proporcionado pláticas sobre el uso del agua tratada en la agricultura ni de la posible interacción entre ellos y la PTAR, lo que ocasiona el miedo al robo o desvío de agua residual para la tratadora sin consultarlos, y que la tratadora haya hecho tratos con el gobierno municipal sin consultarlos y ellos pierdan la cantidad y calidad que desde años vienen recibiendo por derecho.

En el punto de la mirada del campesino no solo se trata de un proceso de cambio o conversión de lo rural a urbano sino también de la transformación de los espacios tradicionales de la agricultura, que para los afectados significa la pérdida de identidad que los caracteriza como ejidatarios, y que los convierte en *combatientes* ante procesos de urbanización acelerada que los va devorando sin dejarles alternativas para sostener sus sistemas productivos, su economía y el equilibrio que hasta el momento de escribir esta tesis tienen como miembros activos del campo mexicano.

### ***Consideraciones finales***

En cualquier parte del mundo, la opinión de los pequeños productores del campo es de suma importancia para entender los procesos dentro de un sistema local de producción, en el caso de México se vuelve primordial ya que la sostenibilidad alimentaria se basa en las actividades primarias como la ganadería, pesca y agricultura.

El tema que nos compete en este texto es la agricultura local a escala ejidal, si bien la agricultura a nivel industrial es una actividad que genera grandes entradas económicas al país y es vislumbrada como la salvadora de la seguridad alimentaria y prácticamente sostenible no sirve de beneficio a todos los que se dedican a esta labor.

La agricultura a escala local como lo es en el ejido de Soledad sirve de ejemplo de resistencia ante los procesos de urbanización que se dan en una ciudad en expansión que se transforma por medidas de cambios en la estructura urbana, generando así un punto de inflexión en la perseverancia del campo y del campesino agrícola.

El uso del agua residual para riego en este ejido, sirve para mostrar como el ciclo hidrosocial puede cambiar y servir para que se dé un metabolismo equilibrado en sus

procesos internos en el sistema de una ciudad que se alimenta de agua potable, transformándola en agua residual (basura) para los habitantes urbanos; pero que, a diferencia de los últimos, los ejidatarios la usan para beneficio de enriquecer sus parcelas y nutrir sus cosechas.

La gran cantidad de nutrientes del agua residual proveniente de las zonas urbanas de uso doméstico mayormente municipal son una opción viable y rentable, especialmente para los lugares en donde el agua es de difícil acceso, ya sea por el clima o por la disponibilidad geográfica del recurso.

Es por ello, que el riego con agua residual es un método factible para que se utilice este recurso como un factor principal para la incorporación de la actividad agrícola al sector productivo; ya que el agua tratada o potable es altamente demandada por un sector urbano dejando las sobras de agua usada al campo “El hecho de que las aguas residuales urbanas representen una fuente de agua confiable, de bajo costo y rica en nutrientes brindó un estímulo adicional. La desventaja, sin embargo, es que las normas sanitarias generalmente no son respetadas, en parte porque los sistemas de control y de monitoreo son débiles y, en algunos casos, inexistentes” (WWAP, 2017: 110).

Existen dos fuentes de agua en el ciclo hidrosocial, la municipal y la de precipitación; la primera proviene del área urbana con cantidades y calidades diversas de diferentes usos, llega a la población como agua potable desde cuencas hidrológicas subterráneas o superficiales y se transforma en agua residual después de pasar por las zonas urbanas, pero también de la zona rural (campo). La segunda, sigue una ruta a través del ciclo hidrológico, está sujeta a alteraciones y variaciones climáticas, se infiltra en el suelo contribuyendo a la recarga del manto acuífero (aguas subterráneas).

Debido a que las aguas residuales son un componente primordial en el ciclo hidrosocial del agua, deben ser tomadas para la adecuada gestión y la captación de agua dulce, su tratamiento y distribución equitativa para su reutilización y retorno final en el metabolismo urbano como fuente de abastecimiento para el medio ambiente y la recarga de los mantos acuíferos.

La interacción entre las zonas urbanas y agrícolas genera un conflicto que siempre está presente, en especial si el agua está involucrada, esto se da por “un proceso de negociación en el que dos o más personas u organizaciones compiten por el control, acceso,

usufructo o posesión de alguno o algunos de los atributos o cualidades del agua” (Ortiz, 2017:21).

Los conflictos pueden generar confrontaciones y disputas entre dos o más actores involucrados por la gestión del agua “es también un proceso que involucra una transformación dinámica en el tiempo”. (Ortiz, 2017: 21), esto se vislumbra en el ejido de Soledad, en donde los conflictos con los habitantes de zonas habitacionales son una constante por la contaminación de los canales, el robo de parcelas o productos cultivados en las tierras ejidales. Pero pasa a un nivel más grande cuando el conflicto es entre los mismos ejidatarios por posesión de tierras, disputas con otros ejidos por la constante responsabilidad de la limpieza de los canales, así como la distribución del agua y horas por los diferentes canales de riego.

Los conflictos ocasionados por la sobreventa y venta de terrenos es de los problemas más grandes del ejido, esto ocasiona disputas internas entre ejidatarios, pequeños propietarios e inmobiliarias que compran terrenos *a por mayor* por la nuevas reformas y lagunas existentes en la reforma agraria y el uso de suelo rural municipal, la valorización del espacio rural genera determinadas necesidades urbanas que el municipio debe cubrir, con ello el espacio agrícola se vuelve más estrecho y se delimita de forma acelerada con los procesos de urbanización en la ciudad.

Los canales de agua residual que se usan en la agricultura de riego en este ejido peligran ante la demanda de terrenos urbanizados, ocasionando su entubamiento y recubrimiento que afecta a los ejidatarios con la llegada de lluvias torrenciales y genera conflictos con los habitantes de zonas residenciales próximas a los canales, impidiendo la buena relación entre los diferentes actores en el ejido de Soledad.

El objetivo del municipio de Soledad de Graciano Sánchez es crear una ciudad más sostenible y moderna que sea atractiva para la industria y para el comercio, dejando de lado a las actividades primarias, esto ocasiona el deterioro de la identidad en los campesinos del ejido más grande dentro de una ciudad como lo es la ZMS.L.P- S.G.S, con preocupaciones latentes de la pérdida de sus canales de aguas residuales, pérdida de terrenos, abaratamiento de sus tierras, contaminación en las anteriores, falta de apoyos para el campo, plantas de tratamiento de uso dudoso para el beneficio a terceros, conflictos con actores rurales en el ejido, falta de interés generacional al trabajo en el campo y una

profunda crítica y estigma a sus usos y costumbres con el uso de aguas residuales para el riego de sus cosechas.

Si bien hay lados positivos y negativos del uso de agua residual en los productos agrícolas, es cuestión también de ver el panorama completo de la situación en la que se encuentran parados los actores del campo mexicano, existen además del ejido de Soledad otros núcleos agrícolas que también usan agua residual, cada uno tiene sus visiones, historia y contenido social, cultural y económico para trabajar de este modo la tierra que les da el sustento para una vida digna como campesino mexicano en este país.

## **Conclusiones**

La primicia de este trabajo era responder a la pregunta de investigación que planteaba cuáles han sido las modificaciones territoriales que se desarrollaron debido a los procesos de urbanización que transformaron el territorio de la zona de estudio, e identificar cuáles fueron sus causas y efectos socio ambientales para el aprovechamiento de aguas residuales en el ejido de Soledad. Dichas cuestiones se pueden responder con la información desplegada a partir de los cuatro capítulos realizados en esta tesis.

Se planteo en la introducción que para dar pie a dar una respuesta a esta interrogante, era necesario analizar e identificar las implicaciones sociales y ambientales a través del proceso de urbanización que configuran el territorio en las zonas de la periferia de una ciudad en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí – Soledad de Graciano Sánchez, reflejando por un lado los conflictos entre los actores de la ciudad y el campo por la transformación de áreas agrícolas irrigadas por medio de los canales de riego con aguas residuales, alterando la organización interna del ejido de Soledad.

Esta investigación se basó en el enfoque interdisciplinario entre los social, político, ambiental y cultural de la visión de los campesinos sobre el campo, basado en análisis a diferentes autores que critican el uso de agua residual en la agricultura. Asimismo, se realizó un análisis a través del tiempo y la historia del ejido y el uso del agua en el campo agrícola, esto para entender la dinámica y la gestión de las organizaciones dentro del carácter espacial y temporal del cuestionamiento de esta tesis.

Como pudimos observar en el *primer capítulo* se analizó la extensión de las ciudades y de cómo ello genera conflictos en las periferias, en donde la presencia de actividades agrícolas está presente, estos problemas se reflejan a nivel local en los ejidos dentro de la mancha urbana. Esto genera causas y efectos por el descontento por parte de los campesinos de la zona de estudio ya que al verse limitados y criticados en sus costumbres, genera una presión social y política en la gestión de los canales de riego que están dentro de la ciudad y resultan incómodos por causas de salud y paisaje a los habitantes urbanos próximos a tales causas.

Es por ello que se analizó desde el proceso de urbanización en donde confluyen varios aspectos tales como lo social, político, económico y cultural que ejercen cambios en la historia, límites y visión de manera local en los individuos que se encuentran en el territorio urbanizado.

El lugar que se estudia es considerado como una ciudad intermedia por su posición en el metabolismo urbano, esto debido a que se encuentran zonas rurales que interactúan con una gran ciudad y que a través de su infraestructura ayudan a la exportación de productos de exigencia para el consumo de una ciudad mayor; el consumo de materia prima y la extracción que se obtiene de ella se puede considerar como un sistema de interacciones relacionados con la transformación y aprovechamiento de los recursos del ejido.

Las escalas espaciales y temporales permitieron estudiar el uso del agua residual que pasa por un proceso de ciclo hidrosocial es importante debido a la carga histórica que conlleva el devenir de su uso en la agricultura de riego y el uso de los canales y su mantenimiento, y de cómo ello ha transformado el territorio a través de modificaciones en el ejido.

En el *segundo capítulo* se determina que las ciudades en extensión generan el aumento de la población y el equipamiento urbano para cubrir sus necesidades. El aumento de demanda de los servicios genera una presión en las estancias públicas de gobierno, esto crea una desigualdad en la distribución del agua potable para consumo de las actividades económicas. Las aguas residuales han cumplido la función de reemplazo y resistencia de los campesinos en las zonas urbanas, pero que debido a las regulaciones urbanas y ambientales se critica en medida social a través de las políticas públicas y leyes como la Normas Oficiales Mexicanas.

Pero esto es irrelevante para los usuarios del agua residual en la agricultura en el ejido de Soledad ya que esta agua es considerada como rica en nutrientes y que históricamente se ha usado sin ningún problema en la zona, desde la creación del municipio de Soledad de Graciano Sánchez. Además, dicha agua es un recurso disponible todo el año; el reusó de estas aguas ayuda a la mitigación como depurador en el proceso metabólico del ciclo hidrosocial en una ciudad en constante crecimiento.

Se concluye que el uso de las aguas residuales en América Latina es frecuente para el riego en la agricultura, se realizó una comparación entre dos ciudades como México y Perú, en donde la gestión y administración de dichas aguas en el primer caso es centralizado, dando la oportunidad de emprender el uso de agua tratada por medio de las PTAR de manera más factible, por medio de leyes regulatorias que lo sustentan; por otra parte se encuentra el caso de Perú, donde su gestión es descentralizada y crea conflictos internos en la distribución legal del agua tratada, dificultando su uso para la agricultura.

El *tercer capítulo* hace un recorrido sobre el contexto del ejido de Soledad y del uso de las aguas residuales para riego en el campo, a través de la configuración del territorio debido a las modificaciones por diversos elementos multidimensionales. Se llegó a analizar y concluir que la ciudad pasa por procesos de cambios en su estructura interna por cuestiones históricas pero que conservan su esencia territorial, reflejada en las zonas agrícolas y sus actores.

Asimismo, se entiende que los factores de cambio que tienen una influencia en las implicaciones socioambientales por el uso de las aguas residuales en la agricultura en la periferia de una ciudad, son las transformaciones en el territorio que se generan por el desarrollo y que ocasionan conflictos entre las inmobiliarias y sus zonas habitacionales y los campesinos resistentes al cambio ya sea en la composición del agua por su devenir dentro del metabolismo ejercido en la ciudad o por el cambio en el ciclo hidrosocial reflejado en los canales de riego del ejido.

En el *último capítulo* se muestra cómo la visión de los pequeños actores del campo es importante para entender los procesos dentro de un sistema local de producción, esto es primordial para asegurar la seguridad alimentaria en México, la agricultura a escala local como lo es el caso del ejido de Soledad sirve de ejemplo de resistencia ante los procesos de

urbanización que se dan en una ciudad que se expande, creando conciencia en la perseverancia que se ejerce a través de la organización y la disposición de cuidar los conocimientos culturales del uso de aguas residuales en la agricultura.

Los conflictos internos dentro de un ejido como Soledad pueden resolverse de manera equitativa con una mayor organización interna, participación de los miembros activos del ejido y el compromiso y resistencia a cuidar y mantener una tradición de riego que los ayuda no solo económicamente sino también socialmente a continuar con la labor del campo en las futuras generaciones, ayudando así a enriquecer la historia del ejido de Soledad.

Para finalizar me parece importante que haya una continuidad en el estudio y se creen nuevas líneas de investigación, ya que como lo argumenté, la información existente es escasa en cuanto a la medición y las relaciones entre los involucrados ya que al interponerse cuestiones políticas y sociales es más complicado llegar a cuestionar a las agencias de inmobiliarias y a las instancias de gobierno, principalmente a la planta de tratamiento de nueva creación instalada dentro del ejido, que causa incertidumbre entre los ejidatarios, pero que al investigar no se llegó a fondo por cuestiones de tiempo y de disponibilidad de los encargados de la PTAR.

Se hace una invitación a que se traten de responder varios cuestionamientos que se dejaron de lado en esta investigación y que no eran de interés para el caso, como la cuestión de la presencia de las inmobiliarias y el revender terrenos ejidales a varios interesados, además de la visión a futuro de los canales de riego y de su entubamiento y de cómo ello puede generar el declive del campo nacional en México.



## Bibliografía

- Abu-Ashour, J. y Lee, H. (2000). *Transport of bacteria on sloping soil surfaces by runoff*. Environmental Toxicology 15 (2). Pp. 149 –153.
- Aguilar, Guillermo Adrián (coord.) (2003). *Urbanización, cambio tecnológico y costo social*. El caso de la Región centro de México. Instituto de Geografía-UNAM, CONACYT. Editorial Miguel Ángel Porrúa, México. 334 p.
- Alemán, E. (1966). *Investigación socioeconómica directa de los ejidos de San Luis Potosí*. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. México. 192 p.
- Arahuetes, Ana; Villar, Rubén; Hernández, María. (2016). *El ciclo hidrosocial en la ciudad de Torre Vieja: retos y nuevas tendencias*. Revista de Geografía Norte Grande, núm. 65, diciembre, pp. 109-128. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30048479006> el 10 de octubre del 2018.
- Ávila, Sánchez H. (2019). *Agricultura urbana y periurbana: Reconfiguraciones territoriales y potencialidades en torno a los sistemas alimentarios urbanos* Investigaciones Geográficas. Instituto de Geografía, UNAM. Núm. 98, Abril Recuperado de: [www.investigacionesgeograficas.unam.mx](http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx) el 22 de diciembre del 2017.
- Bahers, Jean-Baptiste; Barles, Sabine; Durand, Mathieu. (2018). *Urban Metabolism of Intermediate Cities: The Material Flow Analysis, Hinterlands and the Logistics-Hub Function of Rennes and Le Mans (France)*. Geoforum, 10.017, Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jiec.12778?af=R> el 16 de marzo del 2019
- Bakker, K. (2003). *An Uncooperative Commodity: Privatizing Water in England and Wales* Oxford: Oxford University Press.
- Barkin, D. (1988). *Cambios tecnológicos, dependencia y transformación de la sociedad rural*. En Las Sociedades Rurales, El Colegio de Michoacán, CONACYT, Zamora,

- Michoacán. México. pp. 83-101. Recuperado de: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4xXkIvYJYgC&oi=fnd&pg=PA11&ots=FbF5BNTVYm&sig=HxDE52Mta29NwiFoFaQsdf\\_CBZg#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4xXkIvYJYgC&oi=fnd&pg=PA11&ots=FbF5BNTVYm&sig=HxDE52Mta29NwiFoFaQsdf_CBZg#v=onepage&q&f=false) el 22 de junio del 2018.
- Bazant, Jan S. (2001). *Periferias Urbanas. Expansión urbana incontrolada de bajos ingresos y su impacto en el medio ambiente*. Universidad Autónoma Metropolitana-Chochimilco. Trillas. México. 268 p.
- Becerra, Andrea. (2006). *Movimientos Sociales y Luchas por el Derecho Humano al Agua en América Latina*. ILSA. Revista *El Otro Derecho* (nº34), *Polis* [En línea], 14, 2006, Recuperado de: <http://polis.revues.org/5282> el 11 de octubre del 2017.
- Becerra, Pérez M., et al., (2004). *Los conflictos por agua en México*. Diagnóstico y análisis. México. Revista Gestión y Política Pública, VOLUMEN XV, NÚMERO 1, I SEMESTRE DE 2006. Pp. 111-143.
- Beloin, Saint-Pierre D, et al., (2016). *A review of urban metabolism studies to identify key methodological choices for future harmonization and implementation*, *Journal of Cleaner Production*, Doi: 10.1016/j.jclepro.2016.09.014.
- Boaventura, Santos (2006). *Conocer desde el sur. Del posmoderno a lo poscolonial y más allá de ambos*. Perú. Fondo Editorial de la Facultad de Ciencias Sociales, UNMSM Programa de Estudios sobre Democracia y Transformación Global. Recuperado de: <http://www.ramwan.net/restrepo/poscolonial/10.1.de%20lo%20posmoderno%20a%20lo%20poscolonial-boaventura.pdf> el 2 de febrero del 2019.
- Boelens, R.; et al., (2014). *Ecología Política*. Editada por V. Claudín y N.C Post Uiterweer, PARAGUAS, Justicia Hídrica, Recuperado de: [www.redandina-paraguas.net](http://www.redandina-paraguas.net) y [www.justiciahidrica.org](http://www.justiciahidrica.org) el 12 de diciembre 2018.
- Burgess, E. (1925). *El crecimiento de la ciudad: Introducción a un proyecto de investigación*. En Bassols, M. R; Danoso, A. Méndez, (1998). *Antología de la Sociología Urbana*, Facultad de Ciencias Políticas, UNAM, México. Pp. 118 – 129.

- Calderón de R., G. (1960). *Notas sobre la flora y la vegetación del Estado de San Luis Potosí*. VII. Vegetación del Valle de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina* 4 (1). Pp. 5 – 112.
- Céspedes, Restrepo Juan D.; Morales, Pinzón Tito. (2017). *Urban metabolism and sustainability: Precedents, genesis and research*. Elsevier; *Resources, Conservation & Recycling*. Territorial Environmental Management Research Group -GAT-, Faculty of Environmental Sciences -Universidad Tecnológica de Pereira -UTP-, Colombia. Pp. 216-224.
- Cirelli, Claudia. (1999). *Agua para la ciudad: tecnología hidráulica y urbanización en el Alto Lerma*. Agua y sociedad rural. *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, Frontera Interior*. Número 3/4 (septiembre-diciembre de 1999, enero-abril de 2000) Año 2. Pp. 43-58.
- (2004). *Agua desechada, agua aprovechada. Cultivando en las márgenes de la ciudad. San Luis Potosí, México*. Colección Investigaciones. El Colegio de San Luis. 223 p.
- (2006). *Environnement et usages del' eau. Pratiques agricoles à risque aux marges des villes mexicaines*. Université Paris VIII Vincennes-Saint Denis Français.
- Colín Gaytán, David A. (2000). *Estudio del crecimiento urbano de la cabecera municipal Lerma de Villada, México 1965-1995*. Tesis de Licenciatura e Geografía. UAEM, Facultad de Geografía, Toluca, México. 122 p.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2002). *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero San Luis Potosí, Estado de San Luis Potosí*. Comisión Nacional del Agua. 27 p. Recuperado de: [https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos\\_Acuiferos\\_18/sanluispotosi/DR\\_2411.pdf](https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/sanluispotosi/DR_2411.pdf) f el 7 diciembre del 2019.

- Damonte, Héctor G. (2015), *Redefiniendo territorios hidrosociales: control hídrico en el valle de Ica, Perú (1993-2013)*. Cuadernos de Desarrollo Rural, Vol. 12, No 76. Pp. 99-134.
- Delgadillo, Oscar; Duran, Alfredo. (2012). *La cuenca hidrosocial: Una aproximación conceptual y metodológica para la gestión del agua en cuencas*. Aguas arriba, aguas abajo. Luces y sombras de la gestión integral de los recursos hídricos: Reflexiones desde la investigación aplicada. Pp. 81-134.
- Diario Oficial de la Federación 14 de noviembre de 1959 (7-8). Recuperado de: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_to\\_imagen\\_fs.php?cod\\_diario=198072&pagina=8&seccion=0](http://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=198072&pagina=8&seccion=0) el 12 de noviembre del 2018.
- Escalona Maurice, Miguel J. (1998). *Análisis del avance urbano sobre la agricultura periurbana y el cambio de uso de suelo en la subregión de Texcoco*. Tesis de Maestría. Facultad de Filosofía y Letras, División de Posgrado, UNAM. México, D. F. Pp. 373.
- Fernández, R. (1974). *Temas Agrarios*. México. Colegio de Postgraduados de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. Fondo de Cultura Económica. Pp. 80-82.
- Foley, Jonathan; et al., (2005). *Global Consequences of Land Use*. Science. Volumen 309, número 5734. Pp. 570-574. Recuperado de: <http://www.jstor.org.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/stable/3842335> el 15 de marzo del 2020.
- Gelles, Paul H. (2002). *Agua y poder en la sierra peruana: La historia y política cultural del riego, rito y desarrollo*. Fondo editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. 239 p.
- Guerrero Serrano, Hylían Lobo (2010). *Análisis espacial de la movilidad en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí – SGS, México, sus implicaciones sociales y ambientales*. Tesis de Licenciatura en Geografía, Coordinación de Ciencias Sociales y Humanidades. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S. L. P., México. 197 p.

Gutiérrez Rivas, R. y M. S. Emanuelli (2010). *Régimen jurídico del agua continental en México: un análisis crítico*. En Blanca Jiménez, María Luisa Torregrosa y Luis Aboites (eds.), *El agua en México: Cauces y encauses*, México: Academia de Ciencias/Conagua.

Graizbord, Boris. (2011). *La ciudad como sistema ¿sustentable?* En *Desarrollo insostenible. Gobernanza, agua y turismo*; de Arroyo, Alejandro Jesús; Corvera, Valenzuela Isabel (Comp.). Zapopan, Jalisco, México. Universidad de Guadalajara, UCLA Program on México, Juan Pablos Editor. Pp. 23 - 43.

Gobierno del Estado de San Luis Potosí. (2011). *Plan de Centro de Población Estratégico San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez*. San Luis Potosí. Recuperado de: <http://www.sanluis.gob.mx/transparencia/20%20utilizacion%20de%20suelo/PLAN%20DE%20CENTRO%20DE%20POBLACION%20ESTRATEGICO/PLAN%20DEL%20CENTRO%20DE%20POBLACION%20ESTRATEGICO%20SAN%20LUIS%20POTOSI%20Y%20SGS.pdf>. el 11 de agosto del 2011.

Harvey, David. (2013). *Ciudades rebeldes. Del derecho de la ciudad a la revolución urbana*. Traducción de Juanmari Madariaga de original 2012. Madrid, España. Ediciones Akal.

Hoogsteder, J.; Urteaga, P. (2013). *Introducción: Disputas por el agua en los países andinos*. En J. Hoogsteger y P. Urteaga (eds.). *Agua e inequidad: discursos, políticas y medios de vida en la región andina*. Lima: Justicia Hídrica: Instituto de Estudios Peruanos. Pp. 11-19.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1990). *XI Censo General de Población y Vivienda 1990*, México.

----- (INEGI). (1995). *Conteo de Población y Vivienda 1995*, México.

----- (INEGI). (2000). *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*, México.

----- (INEGI). (2005). Principales resultados por localidad (ITER) del II Censo de Población y Vivienda 2005.

----- (INEGI). (2010). Censo de Población y Vivienda 2010, México.

Kennedy, C; Pincetl, S; Bunje, P. (2011). *The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design*. Elsevier, Environmental Pollution 159. Department of Civil Engineering, University of Toronto, Toronto, Canada; Institute of the Environment, UCLA, CA, United States. Pp. 1965-1973.

Lefebvre, Henri. (2014) *El pensamiento marxista y la ciudad*. D.F. México. Ediciones Coyoacán. Dialogo abierto. N. 141.

León, Hernández Efraín. (2014). *Una mirada espacial sobre la escasez capitalista del agua y el desarrollo regional*. En Pérez, Correa Fernando (Coord.). Gestión pública y social del agua en México. D. F. México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ley de Aguas Nacionales, Diario Oficial de la Federación. México, 1 de diciembre de 1992. Última reforma publicada DOF 24-03-2016.

Luján Ponce, Noemí. (2010). *Lo cualitativo como estrategia de investigación: Apuntes y reflexiones*, en Pablo Mejía Montes de Oca, et al. (Coord.), El arte de investigar. México. UNAM. Pp. 213-231.

Margalef. R. (1991). *Ecología*. Ed. Omega. 951 pág. Recuperado de: <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Eutrofizac.html>. el 15 de mayo de 2019.

Marsalek, J. et al., (2006). *Urban water cycle processes and interactions. Technical Documents in Hydrology*, No. 78. INTERNATIONAL HYDROLOGICAL PROGRAMME, UNESCO. Paris, Francia.

Marié, Michel. (2004). *Las huellas hidráulicas en el territorio. La experiencia francesa*. San Luis Potosí, México. Colección Investigaciones. El Colegio de San Luis. 101 p.

- Marín, Daniel J. (2016). *Régimen jurídico y gestión del agua en la ciudad de San Luis Potosí*. Santacruz y Peña (coord.), Problemática y Desigualdad en la gestión del agua en la cuenca Semiárida y urbanizada del Valle de San Luis Potosí. El Colegio de San Luis. San Luis Potosí, México. Pp. 131-155.
- Méndez, Vega P; Marchán, Peña, J. (2008). *Diagnóstico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución*. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento SUNASS. Lima, Perú.
- Moscoso, Cavallini J. (2016). *Manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas*. Ministerio de Agricultura y Riego, Autoridad Nacional del Agua. Lima, Perú. Recuperado de: [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/manual\\_de\\_buenas\\_practicas\\_para\\_el\\_uso\\_seguro\\_y\\_productivo\\_de\\_las\\_aguas\\_residuales\\_domesticas.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/manual_de_buenas_practicas_para_el_uso_seguro_y_productivo_de_las_aguas_residuales_domesticas.pdf). El 7 de abril del 2019.
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. *Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*.
- Noyola Medrano M.C.; et al., (2009). *Factores que dan origen al minado de acuíferos en ambientes áridos: caso Valle de San Luis Potosí*. En Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, volumen 26, núm. 2, 2009. Pp. 395-410.
- Núñez, García A.L. (2015). *Caracterización de la problemática de las aguas residuales en Ixmiquilpan Hidalgo*. Tesis de Licenciatura, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Área Geografía Ambiental. Universidad Autónoma Metropolitana. Delegación Iztapalapa, México. 95 p.
- Olivera, Lozano, G. (2005). *Reformas municipal y agraria, expansión urbano-regional y gestión del suelo urbano en México*. Economía, Sociedad y Territorio, V (17), Revisado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=111/11101706> el 28 de agosto de 2019.

- Oliverio, Annamarie. (1998). *Buscando la equidad: concepciones sobre justicia y equidad en el riego campesino*. En R. Boelens y G. Dávila (eds.). Netherlands: Van Gorcum. Pp. 11-16.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). Estimaciones del caudal del agua. Recuperado de [http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6705s03.htm](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6705s03.htm). el 16 de mayo de 2019.
- Ortiz, Girón M. (2017). *La ciudad nos agrade: Gestionando conflictos por el agua en Lima Metropolitana. El caso del canal de riego Surco (2008 – 2016)*. Tesis de magíster en Gestión de los Recursos Hídricos. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú. 140 p.
- Padrón e Historial de Núcleos Agrarios. (PHINA). *Ficha Técnica. Ejido Soledad de Graciano Sánchez*. Registro Agrario Nacional (RAN). México. Recuperado de: <https://phina.ran.gob.mx/consultaPhina.php> el 9 de junio del 2018.
- Pivovarov, Yuri L. (1976). *La urbanización moderna: principales tendencias de los asentamientos*. Moscú. (Sp).
- Peña, Francisco. (1999). *La esperanza en las aguas de desecho. Construcción de una región irrigada en el Valle del Mezquital*. Agua y sociedad rural. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, Frontera Interior. Número 3/4 (septiembre-diciembre de 1999, enero-abril de 2000) Año 2. Pp. 59-74.
- (2000). *La construcción social de los usos y calidades del agua*. Revista de El Colegio de San Luis, Vetas, Bonanzas, Vol. II (núm. 5). Pp. 19-38.
- (2011). *Capítulo 12. Acumulación de Derechos de Agua en México: el poder de las elites*. En Boelens, R., et al., (eds.). Justicia Hídrica. Acumulación, conflicto y acción social. Instituto de estudios peruanos. Lima. 480 p.
- Raffestin, Claude (2013), *Por una geografía del poder*. El Colegio de Michoacán, Zamora, Michoacán.



- Reséndiz García, Ramón R. (2008). *Biografía: Proceso y nudo teórico-metodológicos*, en María Luisa Tarrés (Coord.). *Observar, escuchar y comprender sobre la tradición cualitativa en la investigación social*. México. El Colegio de México. Pp.135-170.
- Rodríguez, Sánchez Antonio (2017). *Configuración hidrosocial: ¿paisaje, territorio o espacio?*, en Cuadernos de Trabajo de la Red WATERLAT-GOBACIT, Área Temática 6 – Vol. 4 N° 3. Pp. 27-41.
- Romero, Rojas Jairo Alberto. (2009). *Calidad del agua*. Bogotá, Colombia. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Salas-Zapata, W. A., et al., (2012). *Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos*. *Ecología austral*, 22 (1). Pp. 74-79. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/15788/Marcoconceptual.pdf>. El 17 de agosto del 2018.
- Sagasta, Mateo Javier. (2017). *Reutilización de aguas para agricultura en América Latina y el Caribe. Estado, principios y necesidades*. Santiago de Chile, Chile. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Revisado de: <http://www.fao.org/3/a-i7748s.pdf> el 30 de noviembre del 2018.
- Sánchez Cabrera, Amado J. (2003). *Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. Monografía Municipal*. CONACULTA. Ejemplar 1. 209 p.
- Santos, Milton (2000) *La naturaleza del espacio. Técnica y tiempo, razón y emoción*. Barcelona, Ariel. Pp. 179-195.
- Silva, Jorge; Torres, Patricia; Madera, Carlos. (2008). *Reusó de aguas residuales domesticas en agricultura*. Una revisión. *Agronomía Colombiana* [en línea] 26 (Sin mes). Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180314732020>> ISSN 0120-9965. El 20 de diciembre del 2017.
- Srinivasan, Jeena T., Ratna, V. R. (2009). *Impact of irrigation water quality on human health: A case study in India*. *Ecological Economics*, 68. Pp. 2800–2807.

- Stevens, Vázquez G. (2012). *La vulnerabilidad hídrica en la ciudad de San Luis Potosí. Un análisis espacial*. San Luis Potosí, México. Revista de El Colegio de San Luis, Nueva época, año II, número 4. El Colegio de San Luis. Pp. 130-159.
- Swyngedouw, Erik (2017). *Economía apolítica y ecología política del ciclo hidro-social*, en Cuadernos de Trabajo de la Red WATERLAT-GOBACIT, Área Temática 6 – Vol. 4 N° 3. Pp. 6-14.
- Toledo, Alejandro. (2011). *El agua en México y el mundo*. Gaceta Ecológica, núm. 64, julio-septiembre. Distrito Federal, México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906402> el 2 de febrero del 2018.
- Toledo, Víctor M. (2013). *El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica*. Relaciones. Estudios de historia y sociedad, 34(136), 41-71. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018539292013000400004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018539292013000400004&lng=es&tlng=es) el 4 de junio del 2018.
- Torres, Escalante J. G. (2015). *Dinámica agrícola y repercusiones del riego con agua residual en la Cuenca cerrada del Valle de San Luis: 1970-2009*. Tesis de Licenciatura en Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. 135 p.
- Torres G. (2012). *Aguas tratadas: gestión participativa comunal y su impacto en el desarrollo humano y de los ecosistemas. Caso: Comunidad Campesina Lambayeque – Perú*. CES Solidaridad/ GWP - Perú. Recuperado de: <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/case-studies/americas-and-caribbean/peru.-treated-waters-communal-participatory-management-and-its-impact-on-human-development-and-ecosystem-436-spanish.pdf> el 11 de octubre del 2018.
- Unikel, Luis. (1978). *El desarrollo urbano de México. Diagnostico e implicaciones futuras*. El Colegio de México, México. 449 p.

- UN-Water. (2013). *Proceedings of the UN-Water project on the Safe Use of Wastewater in Agriculture*. Proceedings Series No. 11. UNWater - DPC, Bonn. Recuperado de: <http://www.unwater.unu.edu/file/get/784.pdf>. El 19 de noviembre del 2017.
- Veliz, Lorenzo E; Llanes, et. Alt. (2009). *Reúso de aguas residuales domesticas para riego agrícola. Valoración crítica*. Revista CENIC. Ciencias Biológicas, vol. 40, (núm. 1, enero-abril), Centro Nacional de Investigaciones Científicas. Ciudad de La Habana, Cuba. pp. 35-44. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181221574007> el 6 de marzo del 2018.
- Vila, Benites G. (2017). *Relaciones de poder, políticas hídricas e institucionalidad para la gestión del agua*. Capítulo 9. Construcciones sobre la gestión integrada de los recursos hídricos según las instituciones públicas en el Perú. Pág. 203-204. Aline Arroyo Castillo y Edgar Isch López (Eds.). (2017). *Los caminos del agua*. Quito: Justicia Hídrica, Abya-Yala. Agua y Sociedad, 26; Serie Justicia Hídrica. Quito, Ecuador. 380 p.
- Vinuesa Angulo, Julio; Vidal Domínguez, Jesús. (1991). *Los procesos de urbanización*. Ed. Síntesis. España. Colección Espacios y ciudades, Numero 1. Pp. 115- 150.
- World Health Organisation (WHO), (2006a). *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*. Waste Water Use in Agriculture, vol. 2., Geneva.
- Wolman, A. (1965). *The metabolism of the cities*. Sci. Am. 213. Pp. 179–190. Recuperado de: [https://www.academia.edu/36574311/WOLMAN\\_A.\\_The\\_metabolism\\_of\\_cities](https://www.academia.edu/36574311/WOLMAN_A._The_metabolism_of_cities) el 17 de mayo del 2018.
- WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado*. París, Francia. UNESCO.
- Zavala, J. S. (2004). *Acción pública organizada: el caso del servicio de agua potable en la zona conurbada de San Luis Potosí*. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. El Colegio de San Luis. México. 276 p.

Zhang, Y. (2013). *Urban metabolism: A review of research methodologies. Environmental pollution*. Pp. 463-473. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749113001851>. El 5 de abril del 2020.

Zoido Naranjo, Florencio. (Et. Al.) (2000). *Diccionario de geografía urbana, urbanismo y ordenación del territorio*. Barcelona. Editorial Ariel. S.A., 406 pág.

## Anexos

### Entrevista

Modificaciones territoriales por procesos de urbanización y aprovechamiento de aguas residuales: Implicaciones socio ambientales en el ejido de Soledad.

Nombre:

Edad:

Lugar de Residencia:

1. ¿Sabe cuantos miembros son el ejido? ¿Cuál es su extensión ejidal?
2. ¿Cuál es el puesto que desempeña dentro del ejido?
3. Su lugar de residencia, ¿es parte del ejido de Soledad? ¿Y su parcela?
4. ¿Conoce la historia del ejido de Soledad? ¿Podría describirla brevemente?  
a) Si      b) No ¿Conoce a alguien que pueda conocerla, aparte del cronista?
5. ¿Usted practica la agricultura o la ganadería? ¿Qué es lo que produce?
6. ¿El lugar donde se encuentra su parcela está dentro de la mancha urbana? ¿Hay residencias urbanas cerca?
7. ¿Su parcela ha sufrido cambios territoriales de uso agrario a urbano?
8. ¿Sabe cuáles han sido los efectos de la intensificación urbana dentro del ejido? ¿En que lo han afectado?
9. ¿Ha ocurrido algún cambio en la distribución en los canales de aguas negras que se usan para la agricultura por la urbanización en el ejido?
10. ¿Han existido cambios en el aprovechamiento de aguas negras en el ejido por las políticas públicas? ¿Lo ha afectado en su actividad como ejidatario?
11. ¿Han existido conflictos dentro y fuera del ejido por el uso de aguas negras en el ejido?

12. ¿Existe alguna comitiva de riego que se encargue de los canales de aguas negras?
13. ¿Podría describirme como es la organización, distribución y aprovechamiento de las aguas negras en el riego de parcelas en el ejido de Soledad?
14. ¿Existe evidencia física de los cambios en los flujos y distribución de los canales ¿de aguas negras en el ejido?
15. ¿Cómo ha sido su adaptación a dichos cambios territoriales en el ejido?
16. ¿Sabe de alguien que haya tenido que vender sus terrenos por conflictos por el agua o por la intensificación urbana en el ejido?
17. ¿Desde qué año ha visto usted cambios territoriales en el ejido, de tierras agrícolas a urbanas?
18. ¿Qué piensa de que el ejido de Soledad pierda zonas agrícolas por urbanas?

## Listado de Entrevistados

Nombre	Rol/función	Fecha	Lugar
Antonio Torres Sánchez	Presidente de consejo de vigilancia	18/09/2018	Salón ejidal del ejido de Soledad
Gabino Sánchez Hernández	Secretario	15/10/2018	Salón ejidal del ejido de Soledad
José Gaytán Santillán	2° do. Secretario	15/10/2018	Salón ejidal del ejido de Soledad
José Gaytán Santillán	2° do. Secretario	05/09/2018	Fraccionamiento Cantagua, S. G. S.
Raymundo Gaytán Moreno	Presidente del Comisariado	20/10/2018	Salón ejidal del ejido de Soledad
Manuel Hernández Torres	Canelero del ejido de Soledad	12/03/2019	Canales del ejido de Soledad

**Carta expedida para recorrer libremente el ejido de Soledad.**



**EJIDO SOLEDAD DE GRACIANO SANCHEZ**

ZARAGOZA 322 Altos

SOLEDAD DE GRACIANO SANCHEZ, S.L.P.



**ASUNTO: AUTORIZACION**

**A QUIEN CORRESPONDA:**

LOS AQUÍ SUSCRITOS EN CALIDAD DE PRESIDENTE, SECRETARIO Y TESORERO RESPECTIVAMENTE DEL NUCLEO EJIDAL LLAMADO SOLEDAD DE GRACIANO SANCHEZ, MUNICIPIO DEL MISMO NOMBRE, ESTADO DE S.L.P. SE PERMITEN MUY ATENTAMENTE DIRIGIRSE A QUIEN CORRESPONDA CON MOTIVO DE OTORGAR AUTORIZACION A LA C. REBECA ARELLANO MOCTEZUMA QUE ESTUDIA EL TERCER SEMESTRE EN EL COLEGIO SAN LUIS, A.C. PARA QUE REALICE LOS PROYECTOS DE ESTUDIOS DE SU TESIS CON EL TEMA\* MODIFICACIONES TERRITORIALES POR PROCESOS DE URBANIZACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, IMPLICACIONES SOCIO AMBIENTALES EN EL EJIDO SOLEDAD DE GRACIANO SANCHEZ. ESTE PROYECTO DE ESTUDIO LO REALIZARA DENTRO DE LOS LIMITES TERRITORIALES DE NUESTRO EJIDO.

NO TENIENDO NINGUN INCOVENIENTE OTORGAR ESTA AUTORIZACION, AUTORIZAMOS LA PRESENTE A LOS 30 DIAS DE AGOSTO DEL AÑO 2018.



COMISARIADO EJIDAL ATENTAMENTE  
EJIDO SOLEDAD DE GRACIANO SANCHEZ  
MPIO. SOLEDAD DE GRACIANO SANCHEZ, S.L.P.  
2018 - 2024 SR. RAYMUNOD GAYTAN MORENO

  
**SECRETARIO**  
PROFR. GABINO SANCHEZ HERNANDEZ

  
**TESORERO**  
LIC. ARTURO ROCHA MUÑOZ



