



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE HIDROCIENCIAS

**ANALISIS DE LA INFORMACION DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRICOLA
EN DISTRITOS DE RIEGO**

VÍCTOR GREGORIO TOVAR TAPIA

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN TECNOLOGÍA
EN HIDROCIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2013

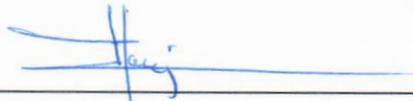
La presente tesis titulada: **"Análisis de la información de infraestructura hidroagrícola en Distritos de Riego"**, realizada por el alumno: **Víctor GregorioTovar Tapia**, bajo la dirección el Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y acepta como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

HIDROCIENCIAS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



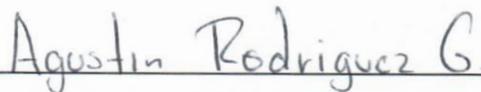
DR. JESUS CHAVEZ-MORALES

ASESOR:



DR. JORGE ARTURO SALGADO TRANSITO

ASESOR:



DR. AGUSTIN RODRIGUEZ GONZALEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, agosto de 2013

RESUMEN

México ocupa el sexto lugar mundial en términos de superficie con infraestructura de riego con 6.46 millones de hectáreas, de las cuales el 54% corresponde a 85 Distritos de Riego (DR), y el restante a más de 39 mil Unidades de Riego (UR). Por lo anterior surge la inquietud de cuantificar con exactitud la infraestructura para su control, mantenimiento y actualización, ya que en la actualidad en algunos casos la información con la que cuenta la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) posiblemente no ha sido actualizada oportunamente. El objetivo del presente análisis es comparar la información sobre infraestructura agrícola que existe en forma oficial y la obtenida a través de sistemas de información geográfica (SIG) con que cuenta la misma CONAGUA y evaluar la necesidad de utilizar los Modelos de SIG para tener un control preciso de los inventarios de infraestructura hidroagrícola. A través del análisis se encontró una superficie física en DR 5.8% mayor a la registrada oficialmente, en la red de canales se encontró 4.1% más de la longitud en canales registrados oficialmente, en la red de drenaje se encontró que la longitud de la red de drenaje es 10.54% menor a lo registrado oficialmente, las probables causas de dichas diferencias son la invasión y el azolvamiento de los mismos, a tal grado que se han perdido completamente sus características hidráulicas, siendo en este sentido difícil su ubicación y se sigan considerando en los registros de la CONAGUA. Para el caso de las estructuras existentes, se tiene que en los SIG existen 13.28% más a lo registrado en las tarjetas de inventarios oficiales. Se concluye la necesidad de georreferenciar la totalidad de la infraestructura y adecuar en esta plataforma los actuales inventarios.

Palabras claves: Canales, drenes, estructuras hidroagrícolas, SIG, superficie agrícola

ABSTRACT

Mexico ranks sixth worldwide in terms of equipped area for irrigation with 6.46 million hectares, 54% corresponds to 85 Irrigation Districts (ID), and the remaining corresponds to more than 39 000 Irrigation Units (IU). Therefore, it is proposed the precise quantification of the amount of infrastructure for its monitoring, its maintaining, and its updating; that is because in some cases the available information from National Water Commission in Mexico (NCW) probably has not been updated promptly. The objective of this analysis is to compare the information on agricultural infrastructure that exists officially and the information obtained through geographic information systems (GIS) both provided by NCW, and to evaluate the necessity of GIS models to control the hydro agricultural data. Through the analysis, it was found that the physical surface in DR is 5.8% higher than the amount officially recorded; in the channel network, it was found 4.1% more length than the officially channel network; it was found that the length of the network drainage is 10.54% less than officially recorded, the probable causes of these differences are invasion and siltation to the grade that they have completely lost their hydraulic characteristics, in this sense the location is difficult and they are still considered on NCW records. For the existing structures, it was found 13.28% more on GIS than those recorded on official inventories cards. It was concluded the need for georeferencing all the infrastructure and for adapting on such platform the current inventories.

Keywords: channels, drains, hydro structures, GIS, agricultural area.

AGRADECIMIENTOS

A la Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola (CONAGUA), por el apoyo y facilidades otorgadas para la realización de este estudio.

A la Gerencia de Distritos de Riego (CONAGUA), por el apoyo y facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

Al Consejo, Dr. Jesús Chávez Morales, Dr. Enrique Mejía Sáenz, Dr. Jorge Arturo Salgado Tránsito, Dr. Agustín Rodríguez González, que participaron en la revisión de este trabajo, por sus valiosas observaciones y correcciones durante el desarrollo y término del mismo.

A los Ings. Rogelio Martínez Pérez, Esteban Pimentel Manzanares, por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

Al personal del Colegio de Postgraduados y del ANEI, por todo el apoyo brindado.

DEDICATORIAS

A mi esposa: Inés H. Vergara Briseño, por todo el amor, apoyo y comprensión que me ha dado.

A mis hijos: Víctor H., Julio C. y Jorge A. Tovar Vergara, quienes son parte de mi y de quienes he recibido apoyo absoluto e incondicional. Gracias por el cariño que siempre me han brindado.

A mis padres: Agustín Tovar Espitia (†) y Domitilia Tapia Delgado: Por su apoyo y consejos para ser una persona de bien.

A mis hermanos y Sobrinos: por compartir conmigo gran parte de su vida y porque también han sido mis mejores amigos.

A todos mis compañeros y amigos de esta maestría, con quienes he compartido muchos momentos de alegría, y también de enojo, pero que siempre hemos estado cerca para apoyarnos.

CONTENIDO

RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
DEDICATORIAS.....	VI
CONTENIDO.....	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
INDICE DE CUADROS	IX
1 INTRODUCCION.....	1
2 HIPOTESIS	3
3 OBJETIVOS.....	3
3.1 Objetivo general.....	3
3.2 Objetivos particulares	3
4 REVISION DE LITERATURA	4
4.1 Importancia de la infraestructura hidroagrícola en Distritos de Riego	4
4.2 Infraestructura.....	5
4.2.1 Infraestructura hidráulica.....	5
4.2.2 Infraestructura hidroagrícola	6
4.3 Superficie agrícola dominada con Infraestructura Hidroagrícola en Distritos de Riego	8
4.4 Distritos de Riego en México	8
4.5 Programas de Infraestructura Hidroagrícola de la CONAGUA.....	9
4.6 Importancia del riego en la agricultura de México	11
4.7 Uso de sistemas de información geográfica en la identificación de infraestructura en los Distritos de Riego.....	12
5 MATERIALES Y METODOS.....	14
5.1 Materiales	14
5.2 Metodología.....	17
6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
6.1 Superficie física	18
6.2 Infraestructura.....	22
6.2.1 Red de canales.....	22
6.2.2 Red de drenaje	29
6.2.3 Estructuras	35
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PRELIMINARES	42
7.1 CONCLUSIONES	42
7.2 RECOMENDACIONES	42
8 BIBLIOGRAFIA.....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 5.1 Localización geográfica de los Distritos de Riego de México.....	17
Figura 6.1 Superficie física en Distritos de Riego (del DR 001 al DR 056)	19
Figura 6.2 Superficie de Distritos de Riego (del DR 057 al 112)	20
Figura 6.3 Diferencias de superficies físicas por Distrito de riego entre SIG y tarjetas de inventario de la CONAGUA (DR 001 al DR 056).....	21
Figura 6.4 Diferencias de superficies físicas por Distritos de riego entre SIG y tarjetas de inventarios de la CONAGUA (DR 057 al DR 112)	21
Figura 6.5 Re de canales en Distritos de Riego (del DR 001 al DR 056)	24
Figura 6.6 Red de canales en Distritos de Riego (del DR 057 al DR 112)	27
Figura 6.7 Diferencia de longitud en la red de canales de Distritos de Riego entre SIG y tarjetas de obras de inventario de la CONAGUA (DR 001 al DR 056).....	28
Figura 6.8 Diferencia de longitud en la red de canales de Distritos de Riego entre SIG y tarjetas de obras de inventario de la CONAGUA (DR 057 al DR 112).....	28
Figura 6.9 Red de drenaje en Distritos de Riego (del DR 001 al DR 056)	31
Figura 6.10 Red de drenaje en Distritos de Riego (Del DR 057 al 112).....	33
Figura 6.11 Diferencia de longitud de la red de drenes de los Distritos de Riego entre SIG y tarjetas de obras de inventario de la CONAGUA (DR 001 al DR 056).....	34
Figura 6.12 Diferencia de longitud de la red de drenes de los Distritos de Riego entre SIG y tarjetas de obras de inventario de la CONAGUA (DR 057 al DR 112).....	34
Figura 6.13 Estructuras en Distritos de Riego (del DR 001 al DR 056)	37
Figura 6.14 Estructuras en Distritos de Riego (Del DR 057 al DR 112)	40
Figura 6.15 Diferencia en la cantidad de estructuras por Distritos de Riego entre la información del SIG y tarjetas de obras de inventario de la CONAGUA (DR 001 al DR 056).....	41
Figura 6.16 Diferencia en la cantidad de estructuras por Distritos de Riego entre la información del SIG y tarjetas de obras de inventario de la CONAGUA (DR 057 al DR 112).....	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1 Infraestructura de Riego 1926 - 2005	8
Cuadro 4.2 Programas de Infraestructura Hidroagrícola.....	10
Cuadro 5.1 Localización geográfica de los Distritos de Riego de México.	14
Cuadro 6.1 Red canales por Distritos de riego (DR 001 al DR 056)	22
Cuadro 6.2 Red de canales por Distritos de Riego (DR 057 al DR 112)	25
Cuadro 6.3 Red de drenaje de los Distritos de riego (DR 001 al DR 056)	29
Cuadro 6.4 Red de drenaje de los Distritos de Riego (DR 057 al DR 112)	32
Cuadro 6.5 Estructuras por Distritos de Riego (DR 001 al DR 056)	35
Cuadro 6.6 Estructuras por Distritos de riego (DR 057 al DR 112).....	38

1 INTRODUCCION

México es un país con experiencia en el diseño y construcción de obras hidroagrícolas, la cual se remonta a la época prehispánica. Esta tradición en el diseño y la construcción de infraestructura hidroagrícola continuó enriqueciéndose durante la época colonial y de la independencia. Después de la Revolución Mexicana se inicia la construcción de las grandes obras de riego, con la formación de la Comisión Nacional de Irrigación en 1926. Al crearse la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1946 nacen los distritos de riego (DR), dando así mayor fortaleza institucional al país para el mejor aprovechamiento del agua en las áreas de riego. En 1976, las Secretarías de Agricultura y Ganadería, y de Recursos Hidráulicos se fusionan en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en donde la Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica continuó con la construcción de los distritos de riego. En 1989 se creó la Comisión Nacional del Agua como la autoridad ejecutiva única del agua para administrar de manera compartida con los usuarios de agua de riego la infraestructura hidroagrícola.

Cabe destacar que México ocupa el sexto lugar mundial en términos de superficie con infraestructura de riego con 6.46 millones de hectáreas, de las cuales 3.5 millones que representan el 54% corresponden a 85 distritos de riego (DR), y el 46 % restante pertenecen a más de 39 mil unidades de riego (UR).

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

Cabe destacar que el rendimiento de la superficie bajo el régimen de irrigación es de 3 a 3.5 veces mayor al correspondiente a la agricultura de temporal. Estos rendimientos no se alcanzarían si no se contara con la infraestructura hidroagrícola en los DR, de aquí la

importancia de conocer con exactitud la infraestructura con la que cuentan los Distritos de Riego para su operación.

Por lo anterior surge la inquietud de cuantificar con precisión la infraestructura para su control, mantenimiento y actualización, ya que en la actualidad en algunos casos la información con la que cuenta la CONAGUA, misma que se actualiza anualmente, probablemente exista infraestructura hidroagrícola que no se ha dado de bajo alta en los registros de la CONAGUA, algunos ejemplos son en el sentido de que existan canales que hayan sido entubados y continúen considerándose dentro de los canales abiertos, drenes que estén completamente azolvados o invadidos y sigan siendo contabilizados.

El objetivo de la presente investigación es analizar la información sobre infraestructura agrícola que existe en forma documental y en los modelos de información geográfica con que cuenta la CONAGUA.

2 HIPOTESIS

Los modelos de Sistemas de Información Geográfica son útiles para verificar la información existente de Infraestructura Hidroagrícola en Distritos de Riego registrada en tarjetas de inventario de obra de la CONAGUA.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Analizar la información de la infraestructura hidroagrícola en Distritos de Riego a través de modelos de Información Geográfica e información documental disponible.

3.2 Objetivos particulares

- Analizar la información oficial de la infraestructura hidroagrícola en Distritos de Riego.
- Analizar la información de los modelos de información geográfica sobre Infraestructura Hidroagrícola.
- Determinar las coincidencias y diferencias de información entre ambas bases de datos.

4 REVISION DE LITERATURA

4.1 Importancia de la infraestructura hidroagrícola en Distritos de Riego

En México las obras para riego se desarrollaron antes de la llegada de los españoles. Los aztecas construyeron y utilizaron diques, canales, acequias y presas, con las cuales formaron sistemas de irrigación comunes a varios pueblos (INEGI, 1994).

Del siglo XVI hasta el siglo XVII se realizaron grandes esfuerzos para desarrollar obras de irrigación y se construyó en Yuriria un lago artificial, hoy está en Guanajuato. Durante el siglo XVIII no hubo ningún avance considerable y en el siglo XIX los primeros gobiernos independientes no contaban con los recursos económicos necesarios para construir obras de riego, por lo que la construcción de dichas obras prácticamente se detuvo.

En 1908 se crea, bajo el gobierno de Porfirio Díaz, la Caja de Préstamos para Obras de Irrigación y Fomento de la Agricultura. Al finalizar la dictadura porfiriana en 1910, México contaba con una infraestructura hidroagrícola con una capacidad para regar un millón de hectáreas. Sin embargo, las obras disponibles eran muy deficientes y apenas permitían regar alrededor de 700 mil hectáreas (INEGI, 2000).

Los gobiernos emanados del movimiento revolucionario –sobre todo una vez consolidados (1925, con Plutarco Elías Calles)– impulsaron y apoyaron en forma continua las obras de riego y el avance fue tal, que la capacidad de almacenamiento de agua en los distritos de riego a escala nacional manifiesta una tendencia positiva durante el lapso comprendido entre 1945-1996.

En 1926 se crea la Comisión Nacional de Irrigación, la cual, durante el periodo presidencial 1947-1952, se transforma en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y se encarga de las obras de irrigación, la defensa contra inundaciones, el estudio del aprovechamiento del agua en la generación de energía eléctrica y la creación y mejoramiento de las vías fluviales de navegación (INEGI, 2000).

En 1989 se crea la Comisión Nacional del Agua y se erige como autoridad única en materia hidráulica al nivel federal. A partir de entonces se implementaron programas para elevar la productividad del agua, el suelo y la infraestructura de riego existente, así

como para alcanzar la autosuficiencia financiera de los distritos de riego a través de la concertación con los usuarios de una mayor participación en las acciones y el pago de los costos de operación, conservación y administración (CONAGUA 1994).

En los Distritos de Riego Transferidos, la Comisión Nacional del AGUA se reserva el control, operación y conservación de las Obras de Cabeza; la operación y conservación de las redes principales de canales y drenes, entregando el agua en bloque a la Asociaciones en sus puntos de control . Asimismo, quedan a cargo de la Comisión las actividades de Ingeniería de Riego y Drenaje, así como la supervisión general de la operación, conservación y administración que realicen los usuarios (ICID-MEXICO 1992).

4.2 Infraestructura

4.2.1 Infraestructura hidráulica

México es un país de gran tradición hidráulica, desde los inicios de la Comisión Nacional de Irrigación hasta nuestros días, se han construido grandes obras de infraestructura hidráulica.

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

4,462 presas de almacenamiento, 6.50 millones de hectáreas con riego, 2.9 millones de hectáreas con temporal tecnificado, 631 plantas potabilizadoras en operación, 2,029 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación, 2,186 plantas de tratamiento de aguas residuales, industriales en operación, 3,000 km de acueductos (CONAGUA.E.A.M.2011).

De las 4,462 presas en México, 667 están clasificadas como grandes presas, de acuerdo con la definición de la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD, por sus siglas en inglés).

La capacidad de almacenamiento de las presas del país es de aproximadamente 150 mil millones de m³. De 100 presas del país con mayor capacidad de almacenamiento, estas representan casi el 79% de la capacidad total de mencionada.

4.2.2 Infraestructura hidroagrícola

Son todas aquellas obras destinadas a la explotación, captación, aprovechamiento y distribución de agua destinada al riego agrícola (CONAGUA 1999).

Se considera como Obras de Infraestructura hidroagrícola todas aquellas obras o que comprenden las obras de cabeza (presas de almacenamiento y derivadoras, plantas de bombeo, pozos, canales principales, entre otros, que se consideran de seguridad nacional), redes de conducción y distribución y sus respectivas estructuras de control y medición hasta nivel interparcelario, red de caminos de operación y de drenaje.

La Infraestructura Hidroagrícola tiene la finalidad de hacer un uso eficiente del agua, desde la red de conducción y distribución hasta la parcela, a fin de reducir los volúmenes empleados en el riego, y contribuir en el incremento de la producción y productividad de la agricultura de riego y de temporal tecnificado, además de ampliar la frontera agrícola en áreas de riego y de temporal, y proteger las áreas productivas contra inundaciones.

El uso eficiente del agua de riego está en relación directa con la adecuada infraestructura levantada para tal fin; en ese sentido, para cumplir con este objetivo se requiere de contar con infraestructura de riego en buenas condiciones y tener correctamente inventariada dichas estructuras para una adecuada rehabilitación, modernización o remplazo de las mismas.

La infraestructura hidroagrícola constituye un elemento esencial para alcanzar los objetivos nacionales en materia alimentaria, de generación de empleos, de incremento del ingreso y de mejoramiento del nivel de vida de los productores y habitantes en el medio rural (PND 2007-2012).

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

La infraestructura hidroagrícola con la que cuenta en términos generales los Distritos de Riego del País son las siguientes:

4.2.2.1 Red de canales

Los canales son estructuras que sirven para conducir el agua y presentan diversa prioridad: principal, secundarios, laterales, etcétera. Pueden ser en tierra, revestidos. Su diseño está en relación con el área regable, tipo de cultivo, caudal de captación. El revestimiento puede ser en concreto, geosintéticos, mantas asfálticas y otros materiales sintéticos. (JNUDRP, 1997)

En general se entiende por red de canales, la estructura hidráulica que conduce el agua de riego desde la toma o captación hacia otro u otros canales o hacia el punto de entrega a las parcelas de los usuarios.

4.2.2.2 Red de drenaje

La red de drenaje hace referencia a la acción y efecto de drenar, a través de la red de drenaje asegurando la salida de líquidos o de la excesiva humedad por medio de cañerías, tubos o zanjas, es considerado también como el sistema de tuberías interconectadas que permite el desalojo de los líquidos pluviales o de otro tipo. La red de drenaje tiene como función la remoción por medios naturales o artificiales del exceso de agua acumulado en la superficie o a lo largo del perfil del suelo.

4.2.2.3 Estructuras

Las estructuras consideradas dentro de la infraestructura hidroagrícola son las estructuras de medición y control de agua como parte de la introducción de nuevas tecnologías en obras de cabeza, red de conducción y distribución hasta nivel parcelario para el manejo eficiente del recurso agua y mejoramiento del servicio de riego. Dentro del conjunto de estructuras son consideradas también las estructuras de protección para la conservación y protección de la infraestructura.

En Distritos de Riego se cuenta con 3'857,364 hectáreas físicas, 3'274,428 hectáreas regables, 532,947 usuarios. La infraestructura hidroagrícola con que cuentan son: 138 presas de almacenamiento, 345 presas derivadoras, 23 diques, 661 plantas de bombeo,

2,630 pozos, 51,695.8 kilómetros de canales, 31,704.7 kilómetros de drenes, 72,734.5 kilómetros de caminos, 301,982 estructuras, 2,792 casetas y edificios, 284 obras diversas.

4.3 Superficie agrícola dominada con Infraestructura Hidroagrícola en Distritos de Riego

Hasta 1926 creada la Comisión Nacional de Irrigación se tenían 820,000 ha bajo infraestructurahidroagrícola, a 2005 la Comisión Nacional del Agua reportaba la superficie con infraestructura de riego del país de 6,5 Millones de hectáreas distribuidas entre 85 distritos y 39,492 unidades de riego. De los 6.5 millones de hectáreas, aproximadamente 3.5 millones de hectáreas están bajo la jurisdicción de los distritos de riego y 2.8 millones de hectáreas pertenecen a obras de pequeña irrigación, las cuales se riegan principalmente por bombeo y pequeñas presas de almacenamiento y derivación.

Cuadro 4.1 Infraestructura de Riego 1926 - 2005

Periodo	Áreas Bajo Riego
Hasta 1926	820,000 hectáreas
1926 - 1946 (Comisión Nacional de Irrigación)	1.7 Millones de hectáreas
1947 - 1976 (Secretaría de Recursos Hidráulicos)	4.2 Millones de hectáreas
1977 - 1988 (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos)	5.5 Millones de hectáreas
1989 - 2005 (Comisión Nacional del Agua)	6.5 Millones de hectáreas

FUENTE: Comisión Nacional del Agua. 2008

4.4 Distritos de Riego en México

Los distritos de riego se establecen después de que la Comisión Nacional de la irrigación inicia en 1926, la construcción de la infraestructura hidroagrícola en el País, desde ese entonces el gobierno se responsabilizó de su administración, mantenimiento y operación.

Al inicio de los 80's la crisis económica y la inflación que atravesó el país, hizo difícil destinar a los distritos de riego los recursos necesarios para la operación y mantenimiento de la infraestructura al mismo tiempo que las cuotas que operaban los agricultores por el servicio de riego para el pago de estos conceptos llegaron a representar solo el 20% de su costo.

Así en 1990 cuando la Comisión Nacional del Agua se hizo cargo de los Distritos de Riego, planteó su descentralización para llevarlos a una autosuficiencia financiera y elevar la productividad del agua, de la tierra y de la infraestructura de riego (CONAGUA, 1994).

Los Distritos de Riego son proyectos de gran irrigación desarrollados por el Gobierno de la República desde 1926 e incluyen diversas obras como vasos de almacenamiento, derivaciones directas, plantas de bombeo, pozos, canales y caminos (CNA, 2004).

A mediados del siglo XX, México invirtió en el desarrollo de los sistemas de irrigación para impulsar la producción de alimentos y las exportaciones agrícolas. A inicios de los años ochenta la superficie irrigada con inversiones públicas era de 5.3 millones de ha.

Con la creación de la Comisión Nacional del Agua (CNA) en 1989, el gobierno federal de México redujo el control estatal sobre la operación y administración de los sistemas de riego a lo largo del país. En la primera fase, la CONAGUA fungiría como la responsable del manejo de las obras de cabeza y de la red mayor mientras que la Asociación de Usuarios de Agua (AUA) asumiría la responsabilidad financiera y administrativa de operar la red menor debajo de los canales principales. En la segunda fase del proceso de transferencia, la responsabilidad de operar y mantener el sistema principal se refiere a una Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL) que consiste en una federación de AUA a nivel Distrito de Riego.

4.5 Programas de Infraestructura Hidroagrícola de la CONAGUA

La Comisión Nacional del Agua ha desarrollado programas enfocados a la Rehabilitación y Modernización de Infraestructura Hidroagrícola, a la conservación de las mismas, así como su ampliación. Con el desarrollo de la infraestructura hidroagrícola se busca hacer un uso eficiente del agua, así como aumentar la producción y productividad en la agricultura de riego y de temporal tecnificado, además de ampliar la frontera agrícola en áreas de riego y de temporal, y proteger las áreas productivas contra inundaciones

La infraestructura hidroagrícola constituye un elemento esencial para alcanzar los objetivos nacionales en materia alimentaria, de generación de empleos, de incremento del ingreso y de mejoramiento del nivel de vida de los productores y habitantes en el medio rural

Para ello la CONAGUA ha desarrollado diversos programas nacionales los cuales se enuncian en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2 Programas de Infraestructura Hidroagrícola

Programa	Objetivo
Ampliación de Infraestructura de Riego	El objetivo central del programa es crear nuevos Distritos o Unidades de Riego, o ampliar el área regada por los existentes, para ello se enfoca a realizar acciones constructivas para desarrollar infraestructura hidráulica federal, consistentes en presas de almacenamiento, presas derivadoras; estructuras de control; sistemas de riego y drenaje; plantas de bombeo y caminos de acceso, obras de protección, entre otras, que permitan la ampliación de la frontera agrícola.
Conservación y rehabilitación de áreas de temporal en los distritos de temporal tecnificado	El Programa de Conservación y Rehabilitación de Áreas de Temporal (PROCREAT), ejecutado directamente por CONAGUA, tiene como objetivo rehabilitar y conservar la infraestructura hidroagrícola con la participación conjunta de los representantes de CONAGUA y las Asociaciones Civiles de Usuarios (ACU) que conforman cada DTT y al mismo tiempo buscar el desarrollo agropecuario a través del manejo sustentable de los recursos naturales para incrementar la calidad de vida de los usuarios.
Desarrollo de Infraestructura de Temporal en sus versiones: Ampliación de Áreas de Temporal y Riego suplementario	El objetivo del programa, en su versión Ampliación de Infraestructura de Temporal: Es elevar la producción agrícola, mediante la creación de nuevas Unidades de Drenaje o Distritos de Temporal Tecnificado, con la construcción de infraestructura hidráulica federal, consistente en drenaje, caminos, estructuras de cruce y de control y construcción de bordos en zonas temporales, que así lo requieran. Las acciones y obras que se realizan se orientan a incorporar superficie nueva de Temporal. En su versión de Riego Suplementario: El objetivo central del programa es impulsar las actividades agropecuarias en las zonas temporales del país o Unidades de drenaje, mediante el desarrollo de proyectos de riego suplementario que permitan asegurar mejores rendimientos en los cultivos e incrementar la superficie de riego, al aplicar el riego en épocas de estiaje.
Desarrollo Parcelario de Distritos de Riego	El Programa de Desarrollo Parcelario (PRODEP), se destaca principalmente por canalizar inversiones compartidas con los usuarios y los gobiernos estatales, lo que ha permitido mejorar la infraestructura hidroagrícola a través de su conservación y mantenimiento, e incrementar significativamente la superficie nivelada y con todo ello mejorar la eficiencia en el uso del agua, la productividad y la producción de la tierra, lo cual, implica estructurar planes de desarrollo a corto, mediano y largo plazo que consideren la adquisición de maquinaria y equipos de conservación y de nivelación para contar con el parque óptimo de maquinaria de cada una de las ACU.

Programa	Objetivo
Rehabilitación y de Modernización Distritos de Riego	Tiene como objetivo principal hacer un uso más eficiente del agua, desde la red de conducción y distribución hasta la parcela, a fin de reducir los volúmenes empleados en el riego y contribuir en el incremento de la productividad agrícola.
Modernización y de Tecnificación Unidades de Riego	Tiene como propósito contribuir al mejoramiento de la productividad del agua mediante un manejo eficiente, eficaz y sustentable del recurso agua en la agricultura de riego, a través de apoyos a los productores agrícolas de las Unidades de Riego con aprovechamientos subterráneos y superficiales y además a los propietarios de pozos particulares dentro de los Distritos de Riego, para la modernización de la infraestructura hidroagrícola y tecnificación de la superficie agrícola.
Conservación y de Mantenimiento de Cauces Federales e Infraestructura Hidráulica Federal	Tiene como objetivo principal el de proteger áreas productivas de los posibles riesgos derivados de fenómenos hidrometeorológicos y sus efectos mediante la construcción de obras de infraestructura de protección en ríos como: Rectificaciones, Encauzamientos, Desazolves, Protecciones Marginales, Bordos de Protección, espigones entre otras.
Operación y Conservación de Presas y Estructuras de Cabeza	Su Objetivo central es rehabilitar y mantener en condiciones de servicio y seguridad hidráulica y estructural presas y estructuras de cabeza, manteniendo la infraestructura en condiciones óptimas para su funcionamiento y evitar posibles contingencias en su seguridad y operación
Protección a Centros de Población	El programa de infraestructura se orienta a contribuir a proteger centros de población y áreas productivas de los posibles riesgos derivados de fenómenos hidrometeorológicos y sus efectos, mediante la rehabilitación, conservación, mantenimiento, construcción y ampliación de la infraestructura hidráulica de protección. El programa que opera ya sea por ejecución directa de la CONAGUA o a través de convenios con los estados, incluye la realización de estudios de preinversión, proyectos ejecutivos y obras de infraestructura.

FUENTE: Comisión Nacional del Agua. 2012.

4.6 Importancia del riego en la agricultura de México

La agricultura practicada en los distritos de riego ha sido un factor importante en el crecimiento de la agricultura mexicana. La agricultura de regadío aporta cerca del 50% del valor total de la producción agrícola y representa cerca del 70% de las exportaciones agrícolas.

Es importante destacar que el rendimiento de la superficie bajo régimen de irrigación es superior al correspondiente a la agricultura de temporal. En el 2009, para los principales cultivos por superficie cosechada, el maíz grano, el sorgo grano y el frijol, el rendimiento, medido en ton/ha, de la superficie de riego, fue de 2.2 a 3.6 veces mayor que la productividad de temporal (CONAGUA. 2010)

4.7 Uso de sistemas de información geográfica en la identificación de infraestructura en los Distritos de Riego

Los Sistemas de Información geográfica (SIG) permiten la integración de las operaciones de bases de datos, consultas y análisis estadísticos, con el beneficio de la visualización y análisis geográfico que ofrecen los mapas (Nuñez et al., 2010).

Un SIG es una herramienta útil para el manejo de datos espaciales que se basa en modelos aproximados de los aspectos relevantes de la geografía. En un SIG los datos se mantienen en formato digital, así la información se encuentra más compactada a diferencia de mapas hechos en papel, tablas estadísticas u otras formas convencionales (Torres, 2008).

Los sistemas de información (SIG) son herramientas basadas en computadoras, para el despliegue de mapas y análisis de información de características terrestres. La tecnología existente en estos sistemas, integra operaciones de base de datos como son consultas y análisis estadísticos, con las ventajas de la visualización mediante planos (Palacios et al., 2002).

Un SIG es un conjunto de programas y equipo de computación que permite el acopio, manipulación y transformación de datos espaciales (mapas, imágenes de satélite) y no espaciales (atributos) provenientes de varias fuentes, temporal y espacialmente diferentes (Rosete et al., 2003).

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) o GeographicInformationSystems (GIS) es una colección de computadora, Software, Información geográfica y personal, diseñado para capturar de manera eficiente, almacenar, actualizar, manipular, analizar y desplegar en

todas formas las información referenciada geográficamente (ESRI, 1995 Citado por Zavala, 2007).

A través de estos modelos se permite identificar, ubicar a través de la georreferenciación de la misma, la ubicación de cada infraestructura, nos permite conocer su estado actual, la cantidad de infraestructura con la que se cuenta.

5 MATERIALES Y METODOS

5.1 Materiales

La información de infraestructura que reporta la Comisión Nacional del Agua se obtuvo de las tarjetas de inventario de obra reportadas anualmente para cada DR, las cuales especifican información de superficie física, superficie regable, obras de almacenamiento y de derivación, así como de pozos, plantas de bombeo, red de canales, red de drenes, red de caminos, estructuras en canales, estructuras en drenes y estructuras en caminos.

Para realizar la comparación de la información de la infraestructura hidroagrícola, para cada uno de los distritos de riego, la información fue extraída de los Sistemas de Información Geográfica elaborados por diferentes instituciones de investigación (ANEI A. C.; Colegio de Posgraduados; IMTA, etc.) para la Comisión Nacional del Agua.

El sistema de información geográfica de cada DR cuenta con información de superficie física, red de conducción, estructuras en red de conducción, red de drenaje, estructuras en red de drenaje, red de caminos, obras de almacenamiento y derivación, así como pozos y plantas de bombeo.

Se recabo información correspondiente a la localización geográfica de los 85 Distritos de Riego, misma que se muestra en el Cuadro 5.1

Cuadro 5.1 Localización geográfica de los Distritos de Riego de México.

Distrito de Riego	LATITUD (Y)						LONGITUD (X)					
	MAXIMA			MINIMA			MAXIMA			MINIMA		
	GRAD	MIN	SEG	GRAD	MIN	SEG	GRAD	MIN	SEG	GRAD	MIN	SEG
001 Pabellón	22	17	47	22	5	44.77	102	20	52.84	102	13	52.10
002 Mante	22	50	33	22	39	43.52	99	5	50.14	98	49	22.58
003 Tula	20	26	18	19	57	58.93	99	23	21.37	98	55	54.16
004 Don Martín	27	31	0	27	0	45.94	100	35	5.10	99	57	23.90
005 Delicias	28	33	39	27	42	37.04	105	39	57.74	105	9	52.56
006 Palestina	29	17	13	28	57	8.35	101	3	19.84	100	42	12.60
008 Mezquitalán	20	42	12	20	27	59.00	98	52	1.56	98	40	1.52
009 Valle de Juárez	31	44	13	31	7	44.87	106	24	4.39	105	42	32.80
010 Culiacán	25	26	1	24	24	50.40	108	12	33.26	107	17	39.77
011 Alto Río Lerma	20	52	3	20	1	13.98	101	38	28.32	100	40	48.97

Distrito de Riego	LATITUD (Y)						LONGITUD (X)					
	MAXIMA			MINIMA			MAXIMA			MINIMA		
	GRAD	MIN	SEG	GRAD	MIN	SEG	GRAD	MIN	SEG	GRAD	MIN	SEG
013 Estado de Jalisco	22	11	9	19	52	1.02	104	36	33.59	101	44	4.70
014 Río Colorado	32	43	6	32	0	0.86	115	40	23.34	114	43	44.08
016 Estado de Morelos	18	54	56	18	29	40.92	99	27	41.83	98	54	50.04
017 Región Lagunera	26	14	8	25	7	4.84	104	40	31.22	102	45	47.34
018 Colonias Yaqui	27	43	43	27	31	49.44	110	29	15.76	109	58	22.58
019 Tehuantepec	16	35	41	16	14	6.61	95	35	23.03	94	49	6.42
020 Morelia-Queréndaro	19	55	39	19	32	14.86	101	35	35.81	100	51	47.95
023 Querétaro	20	32	8	20	23	28.00	100	12	24.70	99	57	57.20
024 Ciénega Chapala	20	16	36	19	51	27.86	102	45	41.33	102	25	12.36
025 Bajo Río Bravo	26	8	16	25	28	17.83	98	20	17.41	97	30	17.21
026 Bajo Río San Juan	26	31	53	25	38	19.00	99	9	36.14	98	1	35.83
028 Tulancingo	20	9	42	20	3	46.15	98	24	30.96	98	20	0.89
029 Xicotencatl	23	1	23	22	48	56.88	99	8	38.98	98	50	19.93
030 Valsequillo	18	53	52	18	28	56.86	97	56	11.51	97	27	5.29
031 Las Lajas	26	4	53	25	28	12.07	99	43	58.66	99	7	49.04
033 Estado de México	20	5	17	19	43	36.37	100	12	12.64	99	47	22.52
034 Estado de Zacatecas	23	58	1	21	36	5.08	103	21	2.30	102	49	26.47
035 La Antigua	19	32	7	19	8	48.59	96	37	21.68	96	17	60.00
037 Altar Pitiquito	31	9	60	30	19	41.99	113	4	8.80	111	32	36.60
038 Río Mayo	27	14	37	26	42	19.01	109	49	39.65	109	12	13.68
041 Río Yaqui	27	42	36	26	57	24.84	110	23	1.14	109	32	12.55
042 Buena Ventura	30	1	11	29	43	26.76	107	35	0.17	107	25	43.79
043 Estado de Nayarit	22	1	12	20	42	16.74	105	24	55.48	105	1	28.06
044 Jilotepec	20	4	17	19	52	50.88	99	34	48.72	99	26	14.32
045 Tuxpan	19	56	1	19	21	35.21	100	42	13.57	100	16	22.87
046 Cacahuatán - Suchiate	15	2	21	14	32	18.31	92	18	23.47	92	8	21.19
048 Ticúl	20	32	60	19	58	35.47	89	50	10.75	88	59	38.80
049 Río Verde	21	57	27	21	44	9.02	100	2	50.93	99	51	57.71
050 Acuña Falcón	28	54	26	26	49	59.23	100	38	32.89	99	19	15.31
051 Costa de Hermosillo	29	14	12	28	28	14.34	111	51	1.40	111	2	38.04
052 Estado de Durango	24	13	5	23	53	12.62	104	42	54.72	103	57	36.68
053 Estado de Colima	19	14	60	18	38	51.29	104	36	52.60	103	36	44.57
056 Atoyac-Zahuapan	19	33	16	19	13	32.12	98	25	31.04	98	11	38.62
057 Amuco-Cutzamala	18	33	7	18	4	30.86	101	2	17.92	100	15	59.94
059 Río Blanco, Chiapas.	16	22	7	16	8	22.06	92	31	14.12	92	15	39.06
060 El Higo	21	51	26	21	16	56.71	98	29	33.79	98	21	7.38
061 Zamora	20	11	4	19	54	43.20	102	28	58.01	102	7	49.48
063 Guasave	26	0	60	25	18	43.38	108	45	56.56	108	11	44.34
066 Valle de Santo Domingo	26	0	60	25	18	43.38	108	45	56.56	108	11	44.34
068 Tepecoacuilco	18	21	17	18	12	3.17	99	40	38.10	99	27	58.90
073 La Concepción	19	44	42	19	40	37.67	99	18	9.58	99	11	8.92
074 Mocorito	25	34	39	25	12	7.20	108	19	33.67	108	19	33.67

Distrito de Riego	LATITUD (Y)						LONGITUD (X)					
	MAXIMA			MINIMA			MAXIMA			MINIMA		
	GRAD	MIN	SEG	GRAD	MIN	SEG	GRAD	MIN	SEG	GRAD	MIN	SEG
075 Río Fuerte	26	6	15	25	17	37.39	109	24	37.84	108	25	4.73
076 Valle del Carrizo	26	25	39	26	4	30.29	109	7	59.48	108	40	28.67
082 Río Blanco, Veracruz	18	48	45	18	31	26.44	96	25	44.72	96	1	53.29
083 Papigochi	28	58	30	28	27	39	107	50	00	107	24	30
084 Valle de Guaymas	28	18	55	27	54	39.60	110	58	19.42	110	29	4.09
085 La Begoña	20	49	50	20	33	1.69	100	52	57.94	100	42	23.36
086 Soto La Marina	24	10	13	23	42	54.83	98	29	47.33	98	5	7.69
087 Rosario-Mezquite	20	26	28	19	45	40.93	102	30	10.48	101	27	33.16
088 Chiconautla	19	43	47.96	19	38	17.77	99	4	11.35	98	59	51.68
089 El Carmen	30	15	40.14	29	52	55.24	107	1	5.16	106	42	41.33
090 Bajo Río Conchos	29	44	50.17	29	29	49.88	104	42	5.36	104	23	41.82
092A R. Panuco Las Animas	22	43	10.52	22	23	30.77	98	47	18.31	98	24	16.13
092B R. PanucoChicayán	22	19	9.12	21	44	9.56	98	14	46.25	98	1	29.71
092C R. Pánuco Pujal Coy	22	25	56.17	21	56	40.20	98	36	52.45	98	10	47.68
093 Tomatlán	20	9	24.95	19	50	20.94	105	29	19.10	105	10	41.81
094 Jalisco Sur	20	27	39.82	19	40	21.25	104	22	27.26	103	29	59.78
095 Atoyac	17	13	17.80	17	6	12.13	100	33	23.98	100	26	0.38
096 Arroyo Zarco	20	19	40.87	20	2	36.96	99	59	4.42	99	40	34.00
097 Lázaro Cárdenas	19	17	22.67	18	49	27.84	102	54	39.85	101	54	14.29
098 José María Morelos	18	2	33.47	17	57	39.13	102	27	27.50	101	59	27.53
099 Quitupan-La Magdalena	19	49	58.22	19	44	28.10	102	38	45.82	102	34	1.60
100 Alfajayucan	20	34	43.61	20	10	38.96	99	25	38.96	99	4	38.68
101 Cuxtepeques	16	7	26.69	16	1	19.06	97	47	7.58	97	36	8.71
102 Río Hondo	18	36	33.08	18	2	0.35	88	50	48.55	88	22	0.05
103 Río Florido	27	1	26.98	26	22	46.63	105	33	41.54	105	1	9.37
104 Cuajinicuilapa	16	31	20.06	16	27	29.99	98	36	23.08	98	25	8.90
105 Nexpa	16	47	42.97	16	37	53.04	99	17	55.97	99	3	21.53
107 San Gregorio	15	55	35.54	15	46	24.74	92	10	10.96	91	55	4.73
108 Elota Piaxtla	24	9	9.86	23	49	54.26	107	0	39.67	106	37	15.92
109 Río San Lorenzo	24	43	56.46	24	5	12.55	107	27	4.07	107	2	59.21
110 Río Verde-Progreso	16	7	26.69	16	1	19.06	97	47	7.58	97	36	8.71
111 Río Baluarte Presidio	23	21	51.16	22	49	22.01	106	18	46.55	105	47	42.14
112 Ajacuba	20	10	54.55	20	4	25.93	99	13	21.65	98	57	54.72

FUENTE: Sistemas de Información Geográfica de Distritos de Riego. Comisión Nacional del Agua.



Figura 5.1 Localización geográfica de los Distritos de Riego de México

FUENTE: Comisión Nacional del Agua. Atlas de los Distritos de Riego elaborado por Colegio de Postgraduados y Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación.

Los 85 Distritos de Riego comprenden una extensión de 3, 857,364 hectáreas de las cuales 3, 274,428 ha son de riego, se encuentra en manos de 532,947 usuarios, (tomados del inventario de obra, CONAGUA 2011).

5.2 Metodología

Una vez obtenida la información documental se procedió a comparar y analizar los datos de cada DR con la información contenida en los modelos de sistemas de información geográfica.

Para el manejo y procesamiento de la información, se realizó con el apoyo de programas como ArcView GIS 3.2, ArcMap 9.3, procesadores de texto y hojas de cálculo de Microsoft Windows.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Superficie física

La superficie física obtenida a través de los Sistemas de Información Geográfica es de 4'081,554hectáreas, 5.8% mayor a la que se tiene registrada oficialmente (3, 857,364 ha) en la CONAGUA (CONAGUA 2011).

Dicha diferencia se atribuye a que en los Modelos de SIG desarrollados se consideró toda la superficie dominada con infraestructura hidroagrícola. Así, se pueden tener superficies abandonadas con derecho a riego, o se pueden tener superficies en producción sin derecho al mismo. Estas superficies pueden encontrarse fuera de la perimetral del decreto de creación de los Distritos de Riego.

Sin embargo, es necesario precisar que los resultados de los Modelos de SIG no son oficiales, siendo necesario un pronunciamiento de la CONAGUA respecto a la información que se debe utilizar.

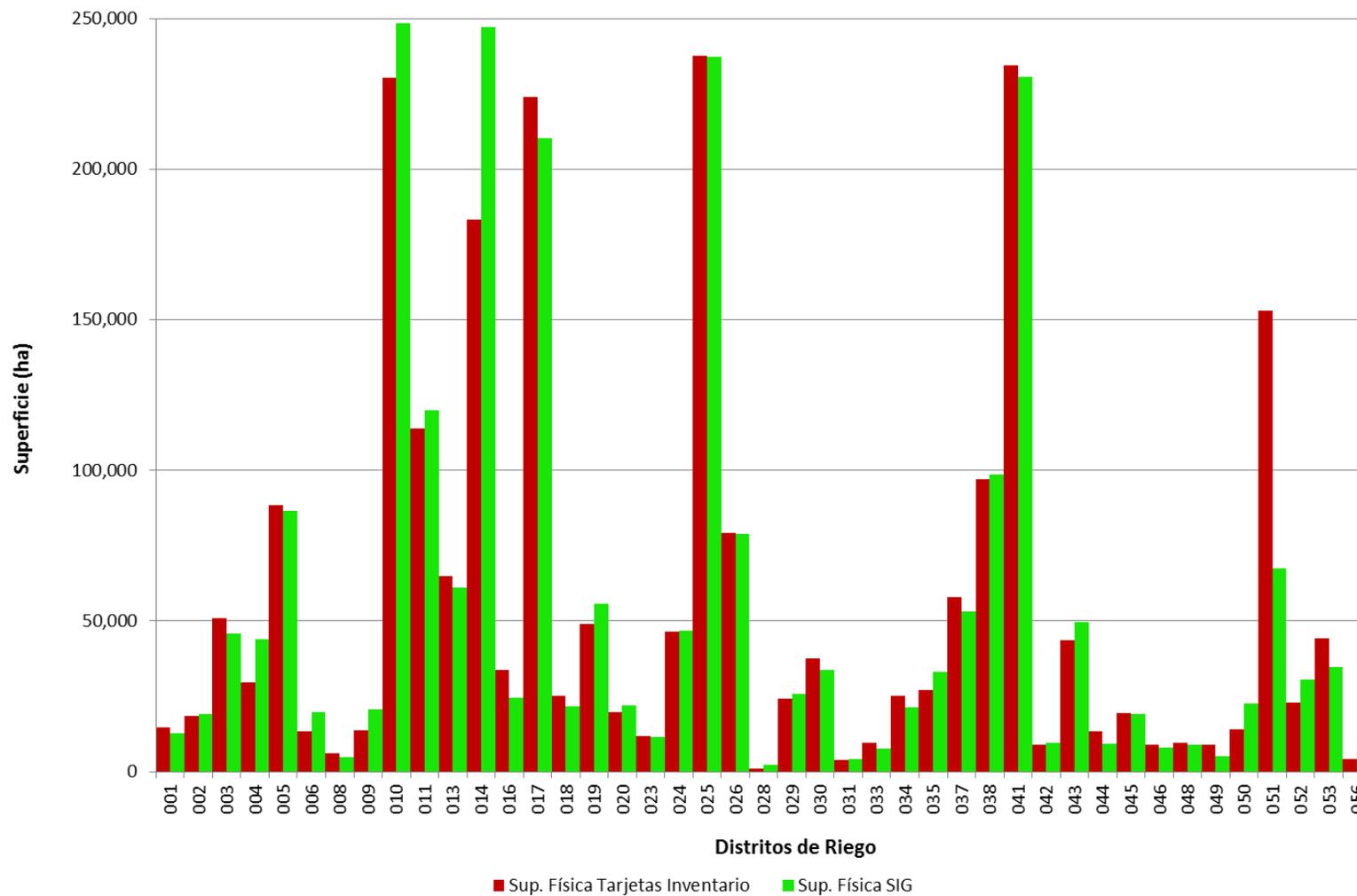


Figura 6.1 Superficie física en Distritos de Riego (del DR 001 al DR 056)

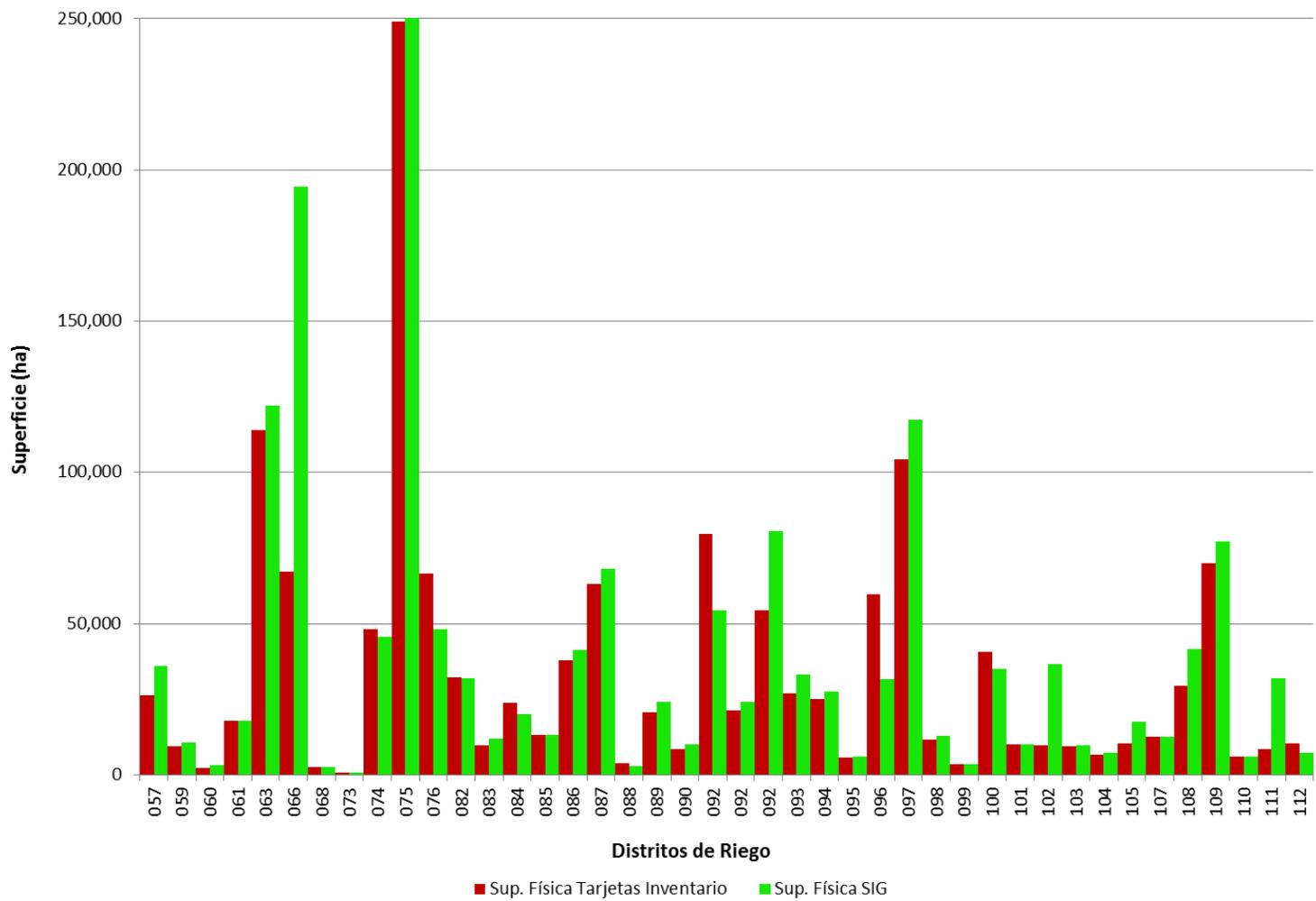


Figura 6.2 Superficie de Distritos de Riego (del DR 057 al 112)

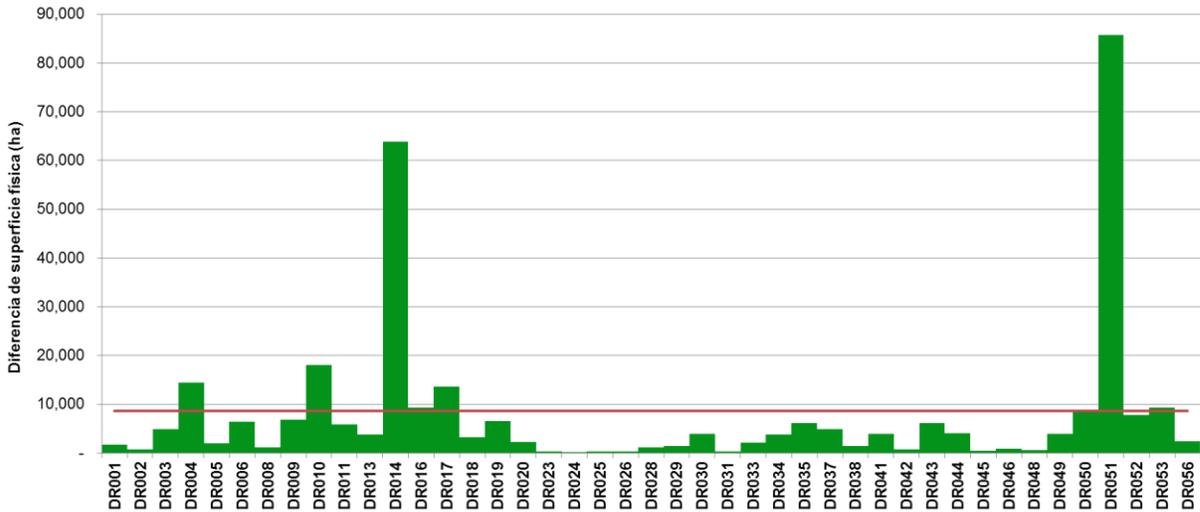


Figura 6.3 Diferencias de superficies físicas por Distrito de riego entre SIG y tarjetas de inventario de la CONAGUA (DR 001 al DR 056)

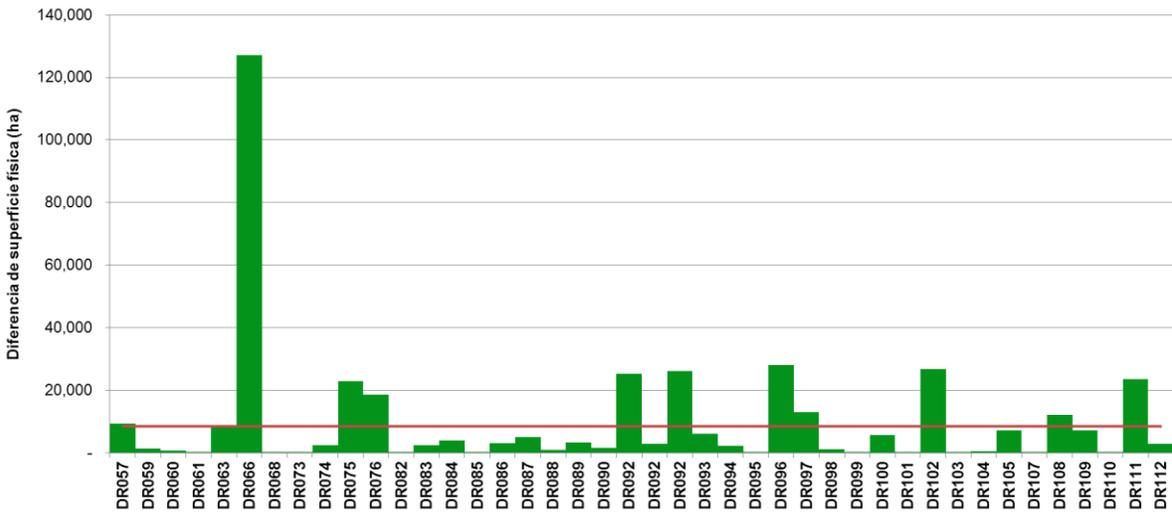


Figura 6.4 Diferencias de superficies físicas por Distritos de riego entre SIG y tarjetas de inventarios de la CONAGUA (DR 057 al DR 112)

Cabe hacer mención que de este análisis, se observa que la diferencia media de superficie entre la oficial (CONAGUA) y la del SIG es de 8,581.28 ha, destacando que en el DR 066 Santo Domingo, se tiene una superficie de 127,189.62 ha más en el SIG que la que se

tiene en el registro oficial. Caso contrario el DR. 095 Atoyac, presenta la menor diferencia entre lo Oficial y el SIG con 0.83 Ha.

6.2 Infraestructura

Los resultados encontrados al analizar los datos oficiales (CONAGUA) y los obtenidos en los sistemas de información Geográfica en los Distritos de Riego del País son las siguientes:

6.2.1 Red de canales

Los resultados obtenidos muestran que la red de canales que se tiene oficialmente es de 51,695.84 km (Tarjetas de inventario, CONAGUA 2011). La información que se tienen con los sistemas de información geográfica es de 53,816 km de canales, 4.1% mayor que lo registrado oficialmente. Se observa que las diferencias son mínimas y las causas probables son que el error de medición en ciertos Distritos no se tiene bien delimitada la longitud de los canales, otra de las causas es que existe invasión de dicha infraestructura por la mancha urbana.

Cuadro 6.1 Red canales por Distritos de riego (DR 001 al DR 056)

No.	Nombre	Red Canales Tarjetas Inventario	Red Canales SIG
001	PABELLON	128.10	181.74
002	MANTE	227.95	1,138.77
003	TULA	804.44	711.06
004	DON MARTIN	756.09	755.98
005	DELICIAS	1,904.15	1,241.96
006	PALESTINA	304.43	311.23
008	METZTITLAN	85.78	98.84
009	CIUDAD JUAREZ	215.46	349.16
010	CULIACAN Y HUMAYA	2,917.35	2,599.83
011	ALTO RIO LERMA	1,397.38	1,731.10
013	ESTADO DE JALISCO	1,227.89	1,011.03
014	RIO COLORADO	2,731.60	2,737.34
016	ESTADO DE MORELOS	942.23	1,175.92
017	REGION LAGUNERA	2,387.26	2,123.41

No.	Nombre	Red Canales Tarjetas Inventario	Red Canales SIG
018	COLONIAS YAQUIS	314.40	320.64
019	TEHUANTEPEC	1,284.27	680.00
020	MORELIA Y QUERENDARO	280.54	320.77
023	SAN JUAN DEL RIO	189.12	161.05
024	CIENEGA DE CHAPALA	413.91	480.18
025	BAJO RIO BRAVO	2,226.70	2,152.56
026	BAJO RIO SAN JUAN	1,081.74	1,021.22
028	TULANCINGO	31.04	46.21
029	XICOTENCATL	416.20	409.79
030	VALSEQUILLO	547.27	614.04
031	LAS LAJAS	48.64	47.87
033	ESTADO DE MEXICO	255.19	192.29
034	EDO. DE ZACATECAS	819.88	858.13
035	LA ANTIGUA	514.72	700.25
037	RIO ALTAR Y PITIQUITO	82.83	720.33
038	RIO MAYO	1,255.70	1,777.73
041	RIO YAQUI	3,367.05	2,969.98
042	BUENAVENTURA	129.76	229.92
043	ESTADO DE NAYARIT	582.31	684.79
044	JILOTEPEC	170.85	181.72
045	TUXPAN	455.93	526.76
046	CACAHUATAN Y SUCHIATE	126.70	124.33
048	EDO. DE YUCATAN	823.02	-
049	RIO VERDE	101.01	152.33
050	ACUÑA FALCON	86.16	47.44
051	COSTA DE HERMOSILLO	4.50	2,065.70
052	ESTADO DE DURANGO	337.39	338.05
053	ESTADO DE COLIMA	778.09	500.13
056	ATOYAC-ZAHUAPAN	184.72	189.61

Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua

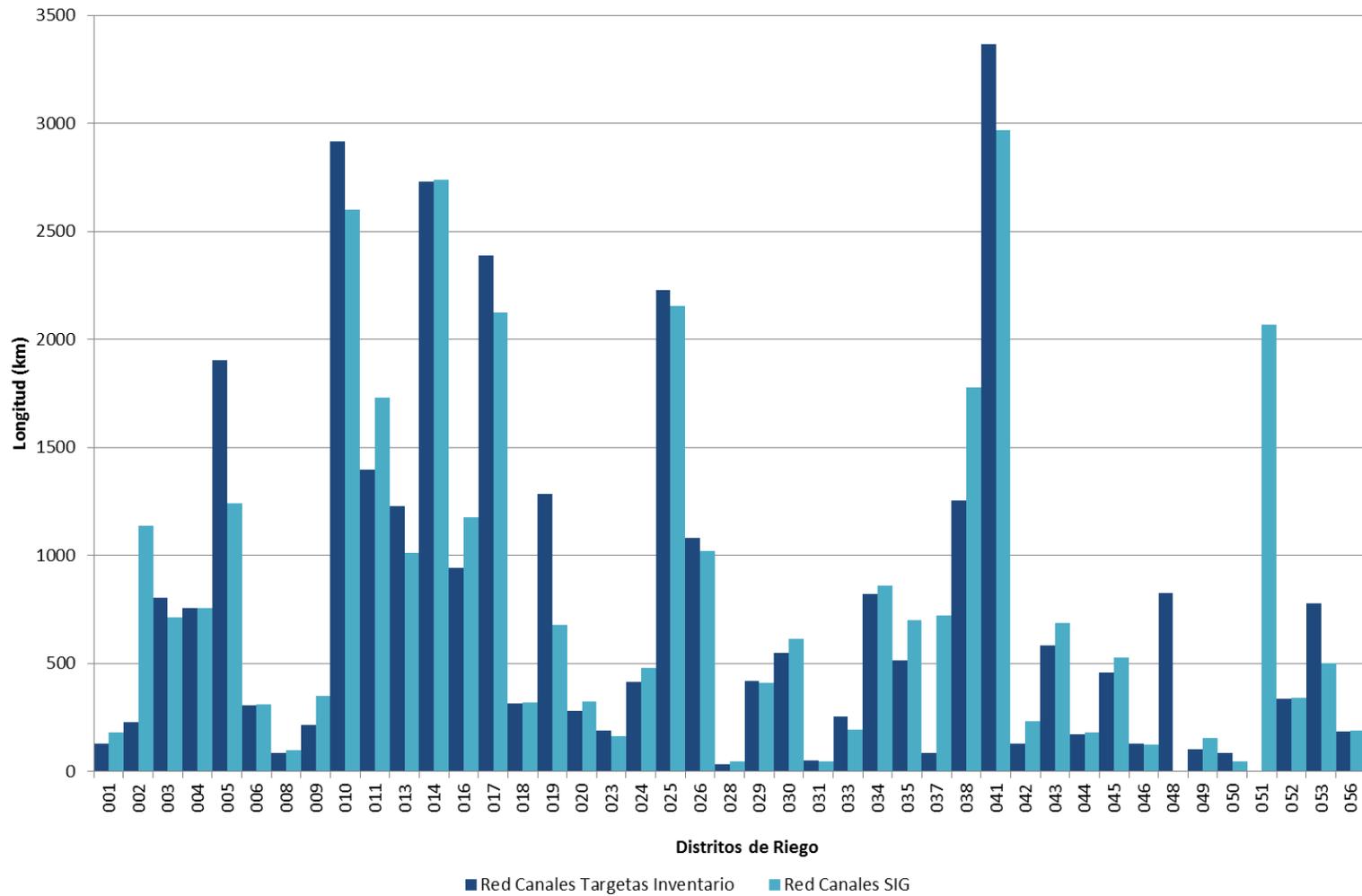


Figura 6.5 Re de canales en Distritos de Riego (del DR 001 al DR 056)

Cuadro 6.2 Red de canales por Distritos de Riego (DR 057 al DR 112)

No.	Nombre	Red Canales Tarjetas Inventario	Red Canales SIG
057	AMUCO CUTZAMALA	987.64	1,113.55
059	RIO BLANCO	184.42	189.63
060	EL HIGO	47.94	110.86
061	ZAMORA	276.46	384.41
063	GUASAVE	1,274.22	1,175.15
066	SANTO DOMINGO	-	-
068	TEPECOACUILCO	83.25	172.42
073	LA CONCEPCION	44.82	42.44
074	MOCORITO	433.09	438.16
075	RIO FUERTE	2,483.62	2,579.30
076	VALLE DEL CARRIZO	993.59	631.74
082	RIO BLANCO	350.86	313.72
083	PAPIGOCHIC	178.30	189.11
084	GUAYMAS	300.00	-
085	LA BEGOÑA	106.77	437.69
086	SOTO LA MARINA	689.14	722.11
087	ROSARIO MEZQUITE	489.80	1,178.59
088	CHICONAUTLA	69.65	83.71
089	EL CARMEN	165.98	183.02
090	BAJO RIO CONCHOS	285.52	208.12
092	PANUCO PUJALCOY	886.44	857.38
092	PANUCO CHICAYAN	335.44	337.80
092	PANUCO ANIMAS	674.70	661.51
093	TOMATLAN	513.09	495.54
094	JALISCO SUR	415.48	541.21
095	ATOYAC	130.36	124.78
096	ARROYOZARCO	286.67	308.32
097	LAZARO CARDENAS	1,738.85	1,667.55
098	JOSE MARIA MORELOS	263.62	250.41
099	QUITUPAN LA MAGDALENA	31.20	44.71
100	ALFAJAYUCAN	837.02	863.75
101	CUXTEPEQUES	156.11	157.20
102	RIO HONDO	253.00	189.11
103	RIO FLORIDO	308.64	313.23
104	CUAJINICUILAPA	100.68	99.00

No.	Nombre	Red Canales Tarjetas Inventario	Red Canales SIG
105	NEXPA	181.90	238.00
107	SAN GREGORIO	175.64	173.85
108	ELOTA PIAXTLA	410.30	475.80
109	SAN LORENZO	1,078.49	931.58
110	RIO VERDE – PROGRESO	104.12	153.95
111	BALUARTE PRESIDIO	394.22	165.05
112	AJACUBA	35.07	120.09

Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua

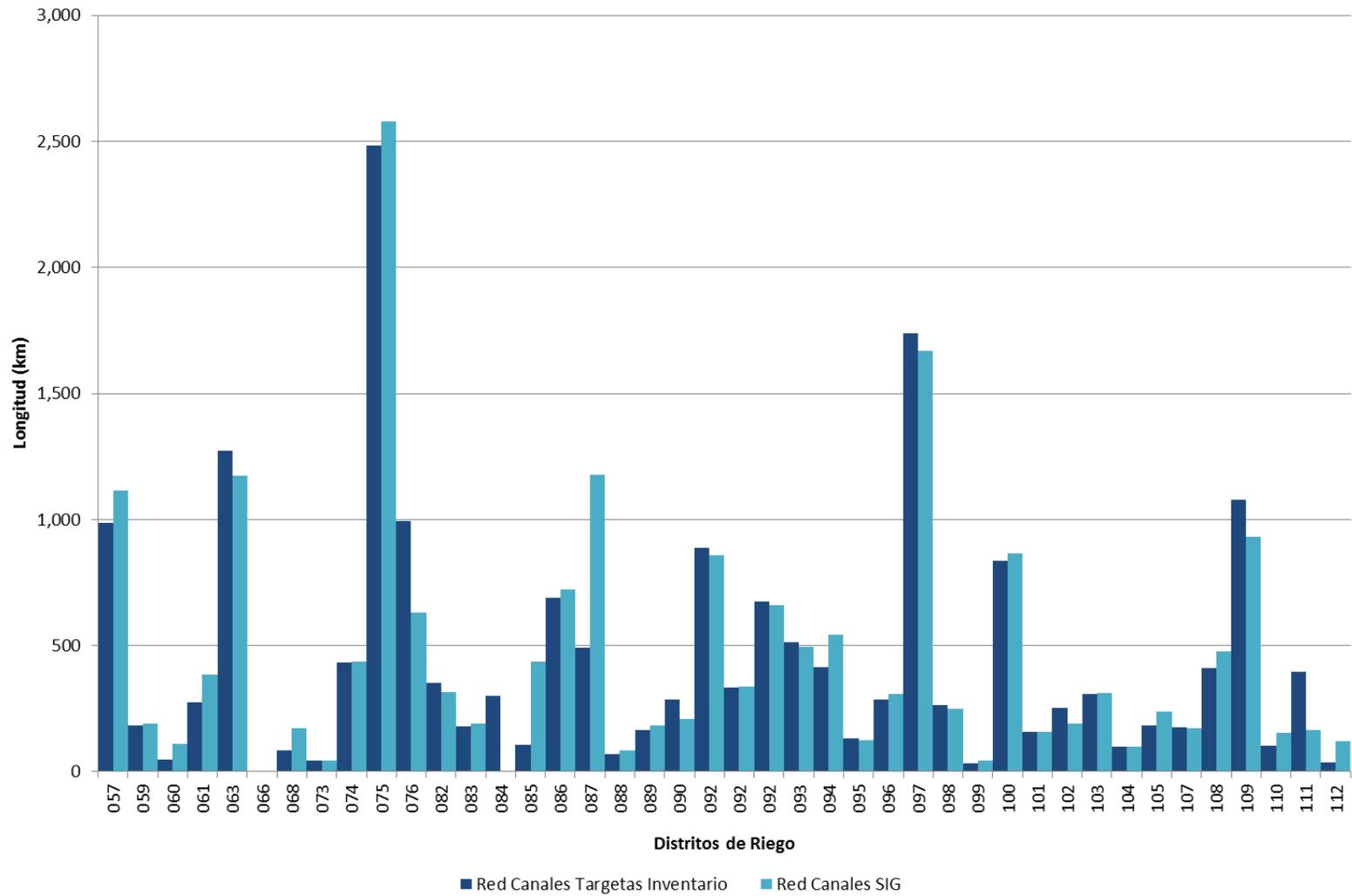


Figura 6.6 Red de canales en Distritos de Riego(del DR 057 al DR 112)

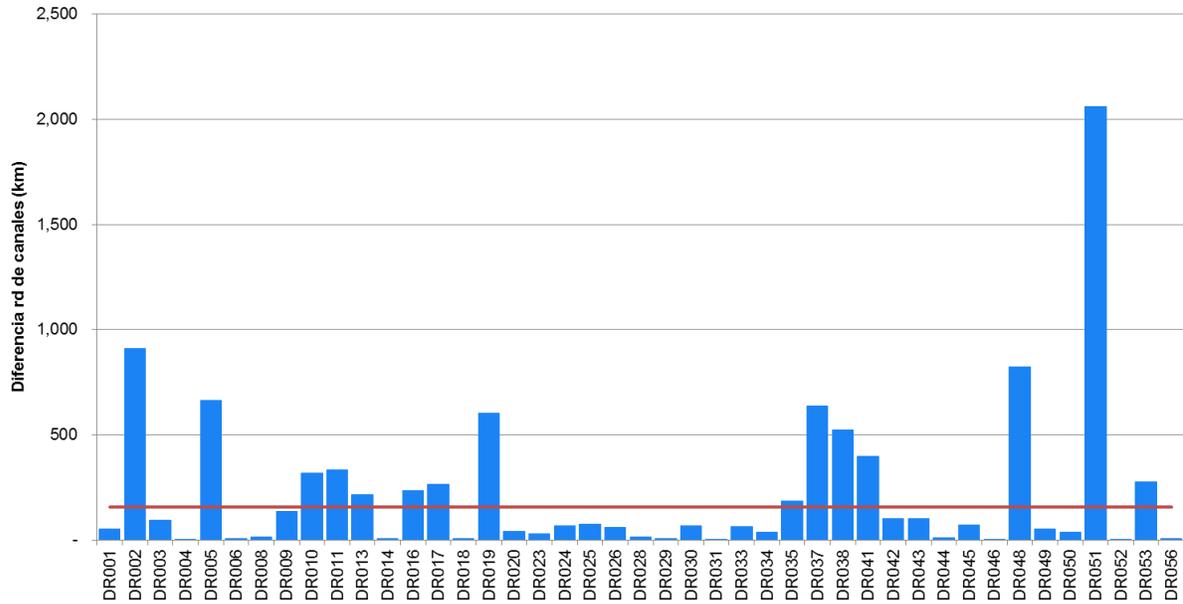


Figura 6.7 Diferencia de longitud en la red de canales de Distritos de Riego entre SIG y tarjetas de obras de inventario de la CONAGUA (DR 001 al DR 056)

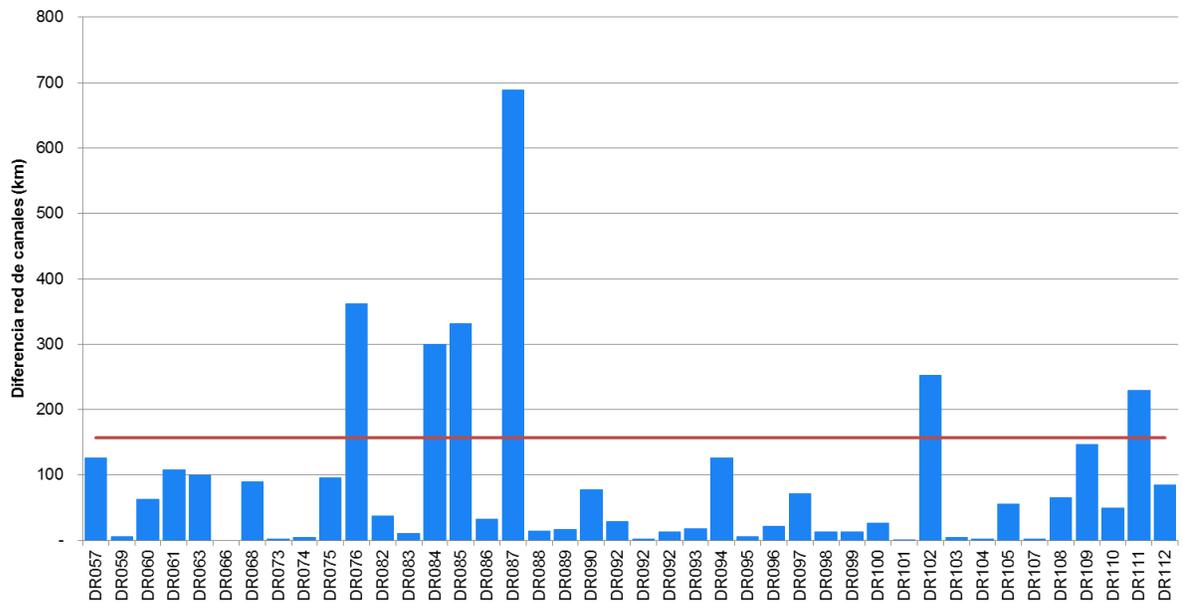


Figura 6.8 Diferencia de longitud en la red de canales de Distritos de Riego entre SIG y tarjetas de obras de inventario de la CONAGUA (DR 057 al DR 112)

La media de las diferencias de la red de distribución entre la reportada por los SIG y la oficial (CONAGUA) es de 156.48 Km, haciendo hincapié en que la mayor diferencia se presenta en el DR. 051 Costa de Hermosillo con 2,061.20 Km más en SIG que lo reportado oficialmente. Esto es debido a que el SIG de dicho distrito de riego reporta 891.808 km de tubería como canales.

6.2.2 Red de drenaje

La información que se tiene oficialmente registrada es de 31,704.74 km de drenes (tarjetas de inventario, CONAGUA 2011). La información obtenida a través de los Sistemas de Información Geográfica es de 28,362 km de drenes, 10.54% menor a lo registrado oficialmente, las probables causas de dicha diferencia apuntalan al bajogrado de conservación que ha originado el azolvamiento de drenes a tal grado que han perdido completamente sus características hidráulicas, siendo en este sentido difícil su ubicación, mismas que al realizar los recorridos de campo para la realización del SIG no fueron considerados. Otra causa es que dicha infraestructura ha sido invadida y no se ha dado de baja del inventario de obra.

Cuadro 6.3 Red de drenaje de los Distritos de riego (DR 001 al DR 056)

No.	Nombre	Red Drenaje Tarjetas Inventario	Red Drenaje SIG
001	PABELLON	-	-
002	MANTE	214.11	249.75
003	TULA	259.98	110.02
004	DON MARTIN	498.99	523.30
005	DELICIAS	940.12	704.62
006	PALESTINA	15.39	12.08
008	METZTITLAN	8.22	9.28
009	CIUDAD JUAREZ	204.77	291.86
010	CULIACAN Y HUMAYA	2,889.97	2,744.52
011	ALTO RIO LERMA	840.98	1,029.68
013	ESTADO DE JALISCO	384.12	323.96
014	RIO COLORADO	1,726.43	1,791.60
016	ESTADO DE MORELOS	-	-
017	REGION LAGUNERA	34.30	-

No.	Nombre	Red Drenaje Tarjetas Inventario	Red Drenaje SIG
018	COLONIAS YAQUIS	235.05	241.17
019	TEHUANTEPEC	1,093.83	526.42
020	MORELIA Y QUERENDARO	292.39	216.00
023	SAN JUAN DEL RIO	90.56	91.06
024	CIENEGA DE CHAPALA	612.58	5.84
025	BAJO RIO BRAVO	3,367.21	3,392.61
026	BAJO RIO SAN JUAN	1,263.86	1,124.48
028	TULANCINGO	25.31	29.63
029	XICOTENCATL	308.98	334.67
030	VALSEQUILLO	213.88	213.88
031	LAS LAJAS	19.98	21.28
033	ESTADO DE MEXICO	193.99	144.09
034	EDO. DE ZACATECAS	72.26	28.02
035	LA ANTIGUA	223.78	471.28
037	RIO ALTAR Y PITIQUITO	-	-
038	RIO MAYO	809.18	782.69
041	RIO YAQUI	2,417.50	
042	BUENAVENTURA	-	-
043	ESTADO DE NAYARIT	385.81	402.72
044	JILOTEPEC	-	-
045	TUXPAN	109.10	144.14
046	CACAHUATAN Y SUCHIATE	125.54	146.77
048	EDO. DE YUCATAN	-	-
049	RIO VERDE	37.90	67.19
050	ACUÑA FALCON	7.50	-
051	COSTA DE HERMOSILLO	-	-
052	ESTADO DE DURANGO	159.92	193.27
053	ESTADO DE COLIMA	390.95	281.16
056	ATOYAC-ZAHUAPAN	120.94	116.20

Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua.

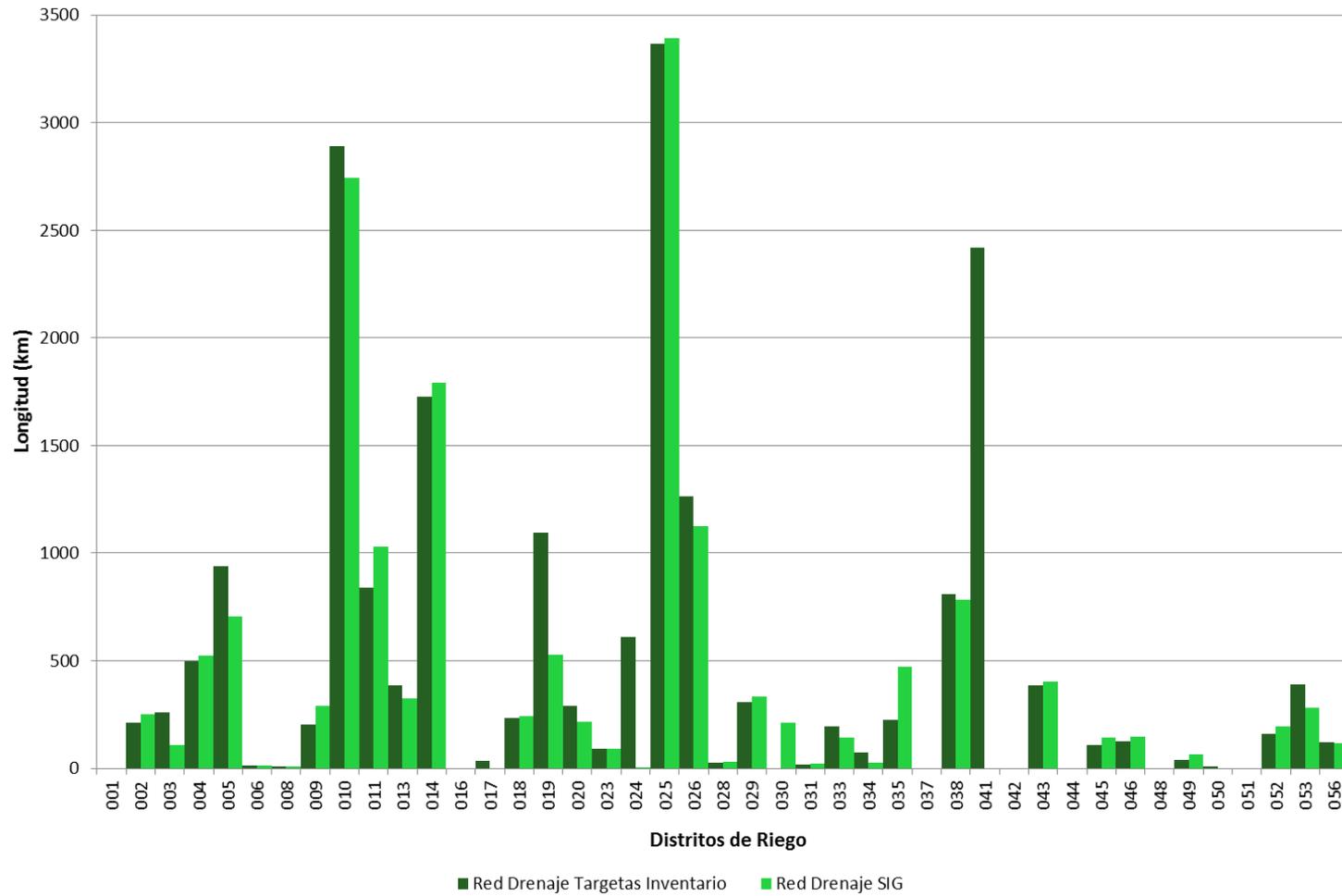


Figura 6.9 Red de drenaje en Distritos de Riego (del DR 001 al DR 056)

Cuadro 6.4 Red de drenaje de los Distritos de Riego (DR 057 al DR 112)

No.	Nombre	Red Drenaje Tarjetas Inventario	Red Drenaje SIG
057	AMUCO CUTZAMALA	27.35	-
059	RIO BLANCO	145.46	138.47
060	EL HIGO	45.58	46.65
061	ZAMORA	234.39	270.19
063	GUASAVE	865.67	762.62
066	SANTO DOMINGO	-	-
068	TEPECOACUILCO	24.88	-
073	LA CONCEPCION	-	-
074	MOCORITO	402.70	424.53
075	RIO FUERTE	2,786.85	2,814.66
076	VALLE DEL CARRIZO	679.86	607.43
082	RIO BLANCO	149.52	193.81
083	PAPIGOCHIC	51.91	27.30
084	GUAYMAS	-	-
085	LA BEGOÑA	150.94	132.65
086	SOTO LA MARINA	733.36	669.84
087	ROSARIO MEZQUITE	645.98	554.10
088	CHICONAUTLA	7.10	9.84
089	EL CARMEN	216.17	62.28
090	BAJO RIO CONCHOS	115.71	142.13
092	PANUCO PUJALCOY	678.59	798.36
092	PANUCO CHICAYAN	242.48	289.34
092	PANUCO ANIMAS	434.68	505.36
093	TOMATLAN	116.36	414.26
094	JALISCO SUR	259.77	269.89
095	ATOYAC	74.79	77.66
096	ARROYOZARCO	-	-
097	LAZARO CARDENAS	214.83	338.78
098	JOSE MARIA MORELOS	54.88	103.49
099	QUITUPAN LA MAGDALENA	75.00	66.76
100	ALFAJAYUCAN	27.45	-
101	CUXTEPEQUES	56.21	51.08
102	RIO HONDO	193.00	183.95
103	RIO FLORIDO	61.57	51.55
104	CUAJINICUILAPA	103.75	104.18
105	NEXPA	20.50	214.98
107	SAN GREGORIO	60.00	67.08
108	ELOTA PIAXTLA	191.18	330.82
109	SAN LORENZO	879.30	743.83
110	RIO VERDE - PROGRESO	104.40	123.39
111	BALUARTE PRESIDIO	191.08	5.87
112	AJACUBA	-	-

Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua

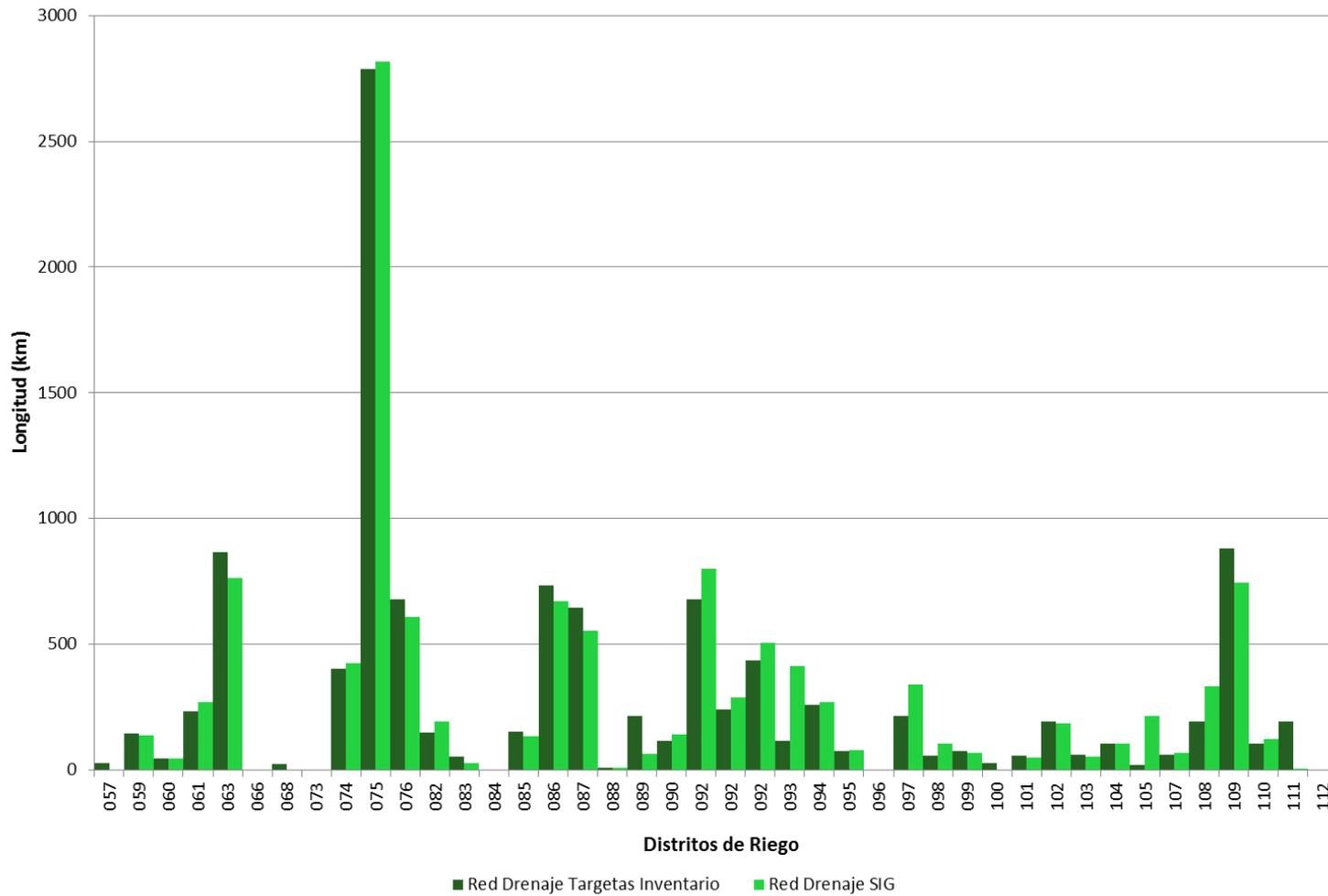


Figura 6.10 Red de drenaje en Distritos de Riego (Del DR 057 al 112)

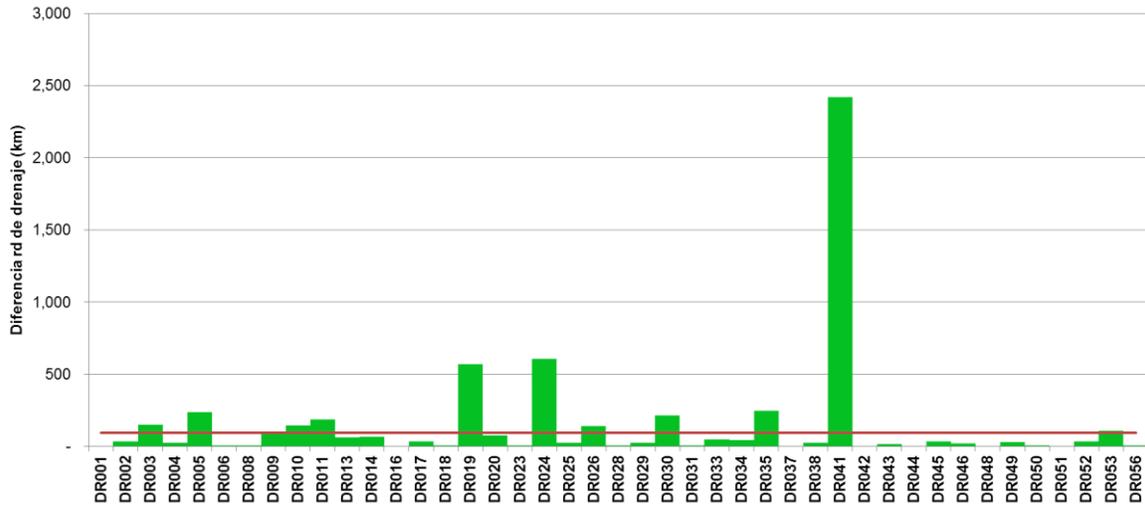


Figura 6.11 Diferencia de longitud de la red de drenes de los Distritos de Riego entre SIG y tarjetas de obras de inventario de la CONAGUA (DR 001 al DR 056)

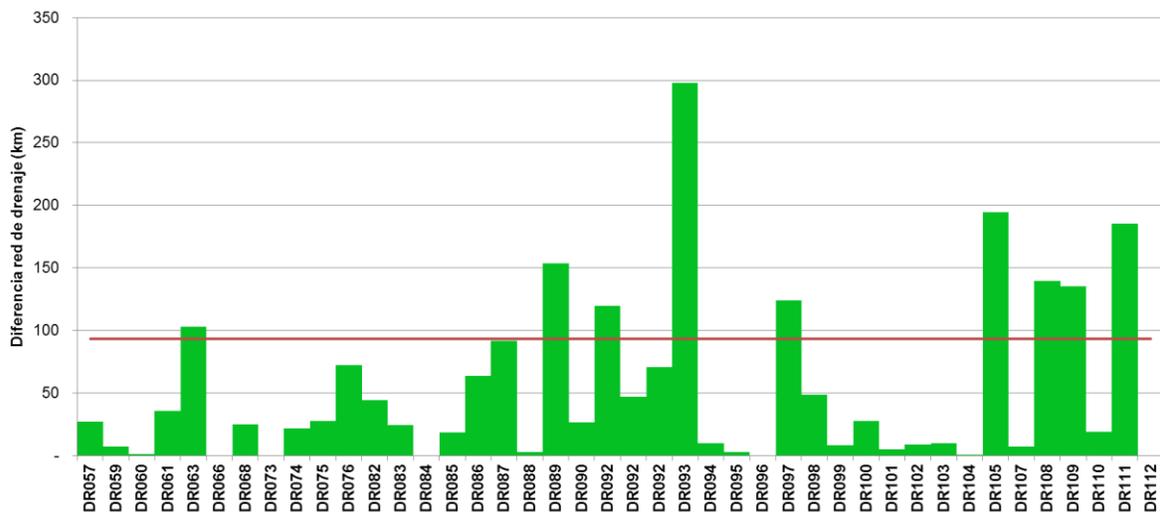


Figura 6.12 Diferencia de longitud de la red de drenes de los Distritos de Riego entre SIG y tarjetas de obras de inventario de la CONAGUA (DR 057 al DR 112)

La media de las diferencias de la red de drenaje entre la reportada por los SIG y la oficial (CONAGUA) es de 93.53 Km, la mayor diferencia se presenta en el DR. 041 Rio Yaqui con 2,417.50 Km y la menor en el DR 104 Cuajinicuilapa, Gro. Con 0.43 km; observando que en el SIG los resultados obtenidos son inferiores a los registros oficiales (CONAGUA).

6.2.3 Estructuras

La cantidad de estructuras que se tiene oficialmente es de 301,982 estructuras (Tarjetas de inventarios, CONAGUA 2011). En los sistemas de información geográfica se registran 342,094 estructuras, el 13.28% más de lo registrado oficialmente. Las diferencias encontradas se deben principalmente a la instalación de nuevas estructuras por particulares, mismas que la CONAGUA no ha actualizado en su inventario de obra anual después de la transferencia de los Distritos de Riego.

Cuadro 6.5 Estructuras por Distritos de Riego (DR 001 al DR 056)

No.	Nombre	Estructuras Tarjetas Inventario	Estructuras SIG
001	PABELLON	581	1,317
002	MANTE	1,150	2,085
003	TULA	7,411	2,958
004	DON MARTIN	3,944	4,366
005	DELICIAS	14,989	11,643
006	PALESTINA	1,614	1,916
008	METZTITLAN	760	2,908
009	CIUDAD JUAREZ	1,337	2,325
010	CULIACAN Y HUMAYA	17,920	16,981
011	ALTO RIO LERMA	8,182	13,403
013	ESTADO DE JALISCO	5,333	4,814
014	RIO COLORADO	13,831	12,211
016	ESTADO DE MORELOS	4,044	13,070
017	REGION LAGUNERA	10,167	13,470
018	COLONIAS YAQUIS	2,283	1,544
019	TEHUANTEPEC	488	5,721
020	MORELIA Y QUERENDARO	882	2,232
023	SAN JUAN DEL RIO	1,611	3,343
024	CIENEGA DE CHAPALA	1,256	2,250
025	BAJO RIO BRAVO	18,063	9,139
026	BAJO RIO SAN JUAN	7,332	5,113
028	TULANCINGO	518	759
029	XICOTENCATL	2,431	2,624
030	VALSEQUILLO	6,823	8,982
031	LAS LAJAS	223	213
033	ESTADO DE MEXICO	2,441	2,857

No.	Nombre	Estructuras Tarjetas Inventario	Estructuras SIG
034	EDO. DE ZACATECAS	4,313	6,012
035	LA ANTIGUA	4,357	5,286
037	RIO ALTAR Y PITIQUITO	361	-
038	RIO MAYO	6,548	5,267
041	RIO YAQUI	14,765	14,256
042	BUENAVENTURA	628	1,931
043	ESTADO DE NAYARIT	2,489	4,289
044	JILOTEPEC	989	2,308
045	TUXPAN	2,175	7,567
046	CACAHOATAN Y SUCHIATE	1,342	1,478
048	EDO. DE YUCATAN	-	-
049	RIO VERDE	846	1,202
050	ACUÑA FALCON	473	321
051	COSTA DE HERMOSILLO	-	-
052	ESTADO DE DURANGO	2,538	3,690
053	ESTADO DE COLIMA	10,257	2,743
056	ATOYAC-ZAHUAPAN	1,538	4,295

Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua

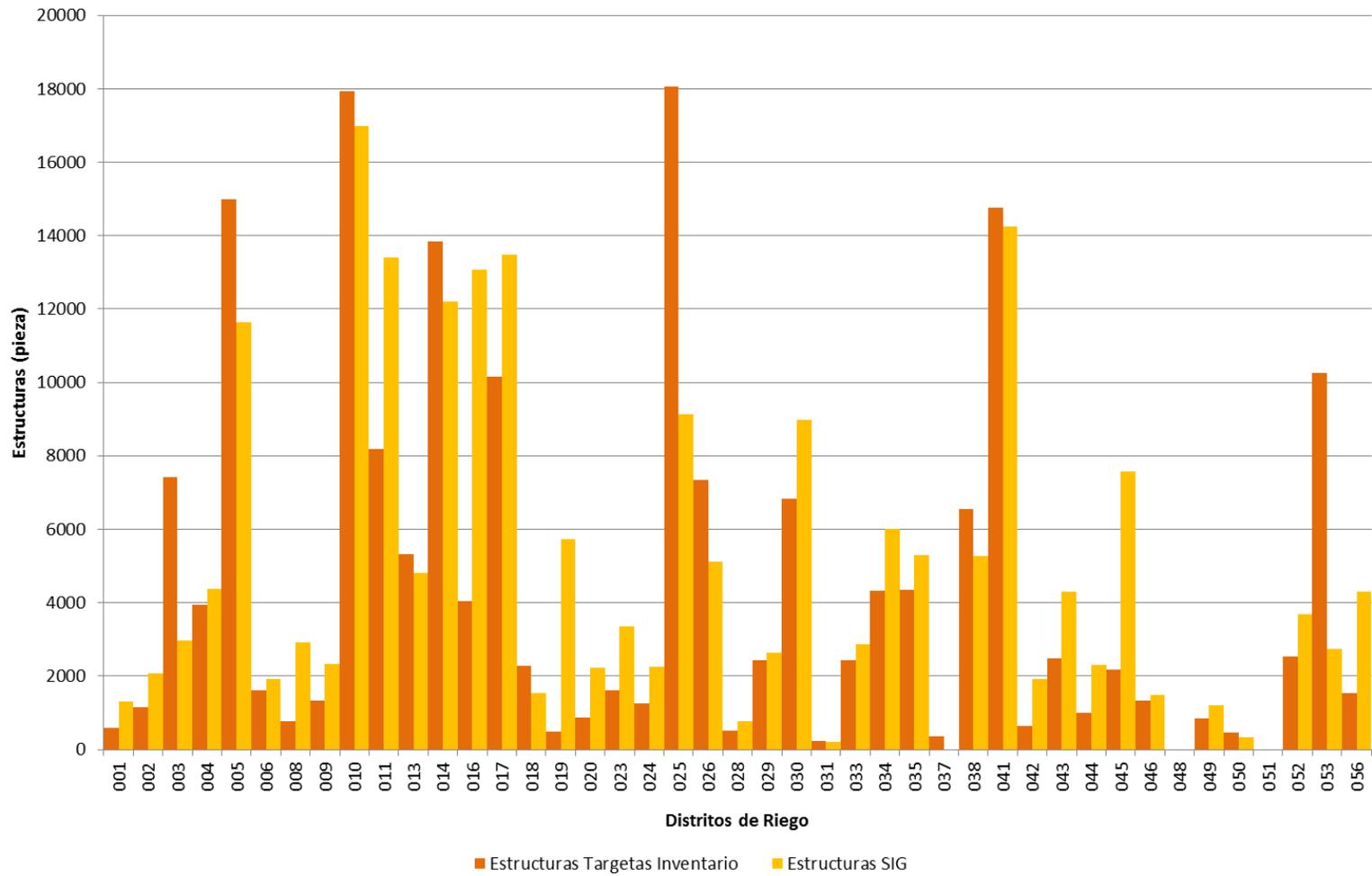


Figura 6.13 Estructuras en Distritos de Riego (del DR 001 al DR 056)

Cuadro 6.6 Estructuras por Distritos de riego (DR 057 al DR 112)

No.	Nombre	Estructuras Tarjetas Inventario	Estructuras SIG
057	AMUCO CUTZAMALA	6,977	12,262
059	RIO BLANCO	1,497	3,023
060	EL HIGO	551	1,129
061	ZAMORA	1,223	1,963
063	GUASAVE	6,568	6,925
066	SANTO DOMINGO	-	-
068	TEPECOACUILCO	639	1,228
073	LA CONCEPCION	473	435
074	MOCORITO	3,307	3,054
075	RIO FUERTE	14,200	11,319
076	VALLE DEL CARRIZO	6,804	3,964
082	RIO BLANCO	1,826	2,078
083	PAPIGOCHIC	926	1,544
084	GUAYMAS	-	-
085	LA BEGOÑA	1,475	4,252
086	SOTO LA MARINA	5,626	4,370
087	ROSARIO MEZQUITE	3,135	2,662
088	CHICONAUTLA	790	1,835
089	EL CARMEN	1,151	2,031
090	BAJO RIO CONCHOS	2,476	1,631
092	PANUCO PUJALCOY	5,082	5,182
092	PANUCO CHICAYAN	2,057	2,073
092	PANUCO ANIMAS	4,103	3,091
093	TOMATLAN	3,418	2,541
094	JALISCO SUR	2,356	6,693
095	ATOYAC	1,344	1,115
096	ARROYOZARCO	933	3,582
097	LAZARO CARDENAS	4,076	10,038
098	JOSE MARIA MORELOS	2,091	2,916
099	QUITUPAN LA MAGDALENA	141	490
100	ALFAJAYUCAN	8,589	8,042
101	CUXTEPEQUES	1,551	1,439
102	RIO HONDO	175	4,620
103	RIO FLORIDO	1,587	2,863
104	CUAJINICUILAPA	488	692

No.	Nombre	Estructuras Tarjetas Inventario	Estructuras SIG
105	NEXPA	1,309	1,291
107	SAN GREGORIO	1,041	1,019
108	ELOTA PIAXTLA	3,233	1,948
109	SAN LORENZO	5,332	6,038
110	RIO VERDE - PROGRESO	779	248
111	BALUARTE PRESIDIO	3,175	1,175
112	AJACUBA	245	404

Fuente: Elaboración propia con datos del Colegio de Postgraduados.

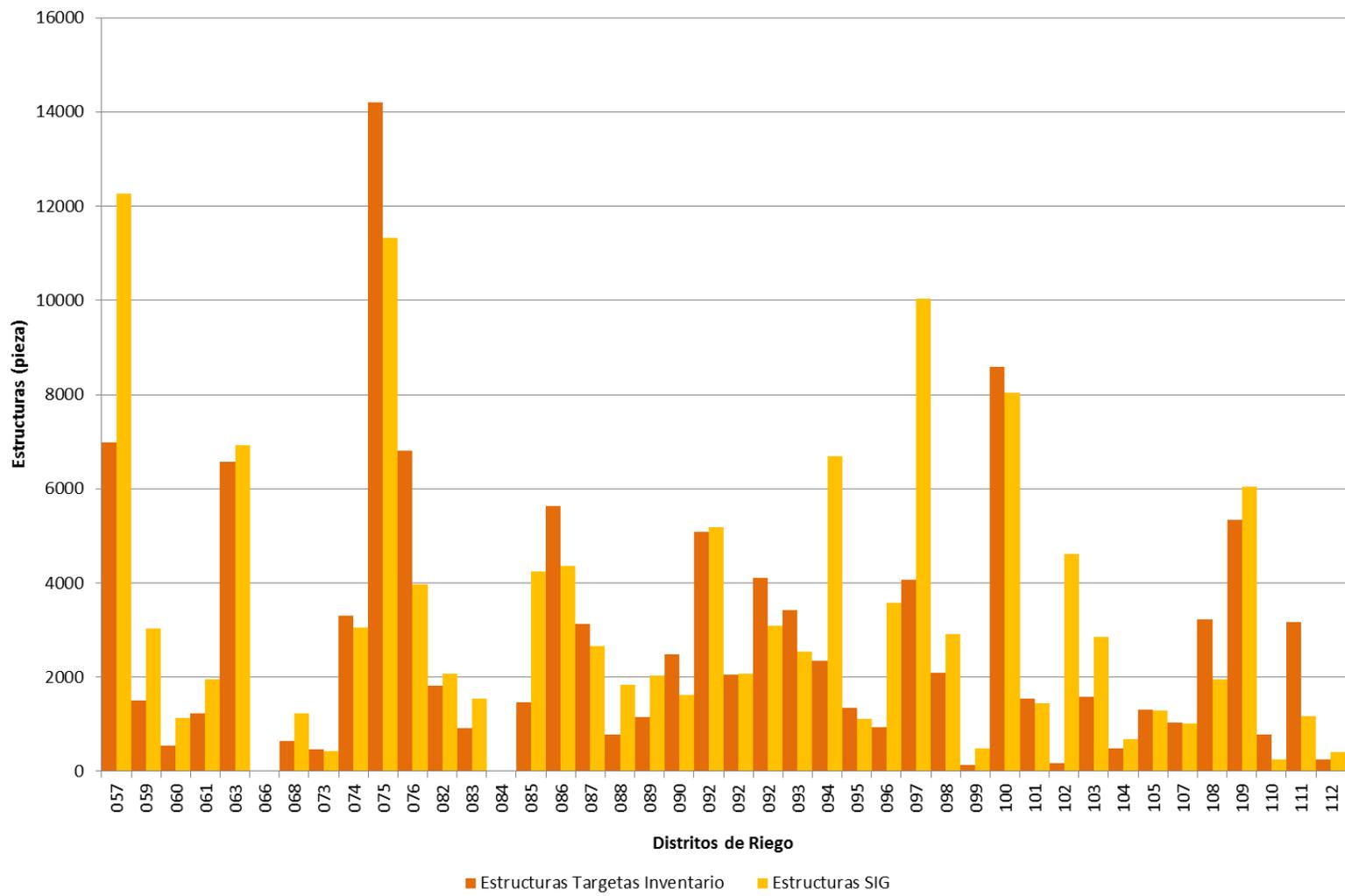


Figura 6.14 Estructuras en Distritos de Riego (Del DR 057 al DR 112)

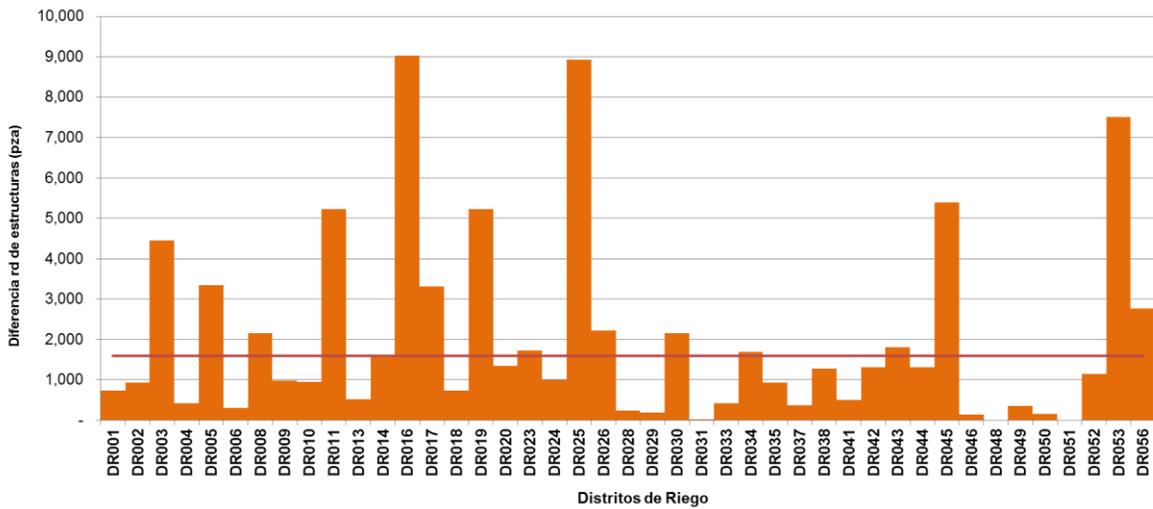


Figura 6.15 Diferencia en la cantidad de estructuras por Distritos de Riego entre la información del SIG y tarjetas de obras de inventario de la CONAGUA (DR 001 al DR 056)

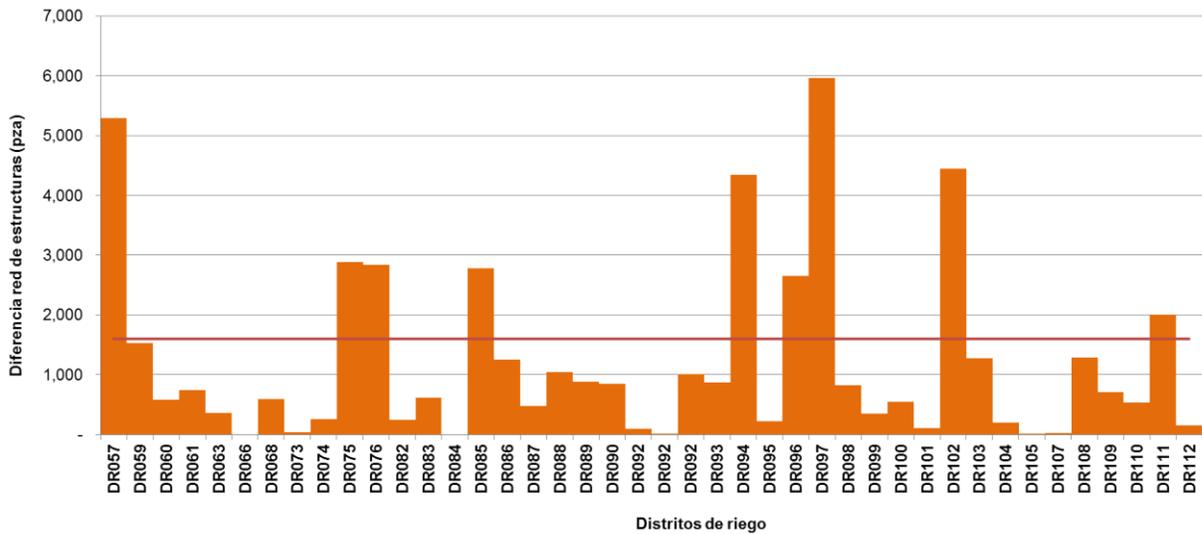


Figura 6.16 Diferencia en la cantidad de estructuras por Distritos de Riego entre la información del SIG y tarjetas de obras de inventario de la CONAGUA (DR 057 al DR 112)

La media de las diferencias de la red de drenaje entre la reportada por los SIG y la oficial (CONAGUA) es de 1,596.73 Pzas, la mayor diferencia se presenta en el DR. 016 Estado de Morelos con 9,026.0 Pzas más en el SIG que la oficial y la menor diferencia se presenta en el DR 031 Las Lajas con 10 piezas más en el SIG que lo oficial.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PRELIMINARES

7.1 CONCLUSIONES

Con la información analizada oficialmente reportada en las tarjetas de inventario de infraestructura contrastadas con la información arrojada por los sistemas de Información Geográfica se llegó a la conclusión que la información oficial difiere con la información obtenida en campo y registrada en los Sistemas de Información geográfica.

En forma porcentual, la comparación entre lo reportado oficialmente y lo reportado por los SIG, son que; la superficie física, canales y estructuras son 5.8%, 4.1% y 13,28% respectivamente mayores a lo reportado oficialmente, caso contrario en la red de drenaje se encontró una disminución del 10.54 % a lo reportado oficialmente.

7.2 RECOMENDACIONES

Dado que los registros oficiales de la infraestructura hidroagrícola difieren en algunos Distritos de riego con respecto a los registros en base de datos del SIG se recomienda una actualización de dichos inventarios de infraestructura año con año haciendo uso de técnicas modernas como lo son los modelos de sistemas de información geográfica.

Realizar una campaña de actualización de los inventarios de infraestructura hidroagrícola de los Distritos de Riego, mediante la revisión e incorporación de la información actual en los Modelos de SIG de los Distritos de Riego.

8 BIBLIOGRAFIA

Centro de Estudios de la Universidad (CEU). Evaluación agrícola bajo la modalidad de riego en México. 1900 – 2000.

- CONAGUA. 1999. Estrategia de gran visión para el abastecimiento y manejo del agua en las ciudades y cuencas de la frontera norte en el periodo 1999 – 2025. Comisión Nacional del Agua. México D.F. México.
- CONAGUA. 1994. Transferencia de los Distritos de Riego en México. Comisión Nacional del Agua. Ciudad de México, México.
- CONAGUA. 2005. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica, revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios y desarrollo de un programa de cómputo basado en el modelo de SIG realizado para la recaudación de la cuota por servicio de riego del Distrito de Riego 087 Rosario-Mezquite, Michoacán. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2006. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica, revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios y desarrollo de un programa de cómputo basado en el modelo de SIG realizado para la recaudación de la cuota por servicio de riego del Distrito de Riego 013 Estado de Jalisco. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2007. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica, revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios y desarrollo de un programa de computo basado en el modelo de SIG realizado para la recaudación de la cuota por servicio de riego del Distrito de Riego 024 Ciénega de Chapa, Michoacán. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2007. Llevar a cabo el desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica, revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 051 Costa de Hermosillo, Sonora. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2007. Desarrollo de la revisión e identificación de las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios de los módulos de riego Peñitas, Cerro de Ortega, Coahuayana, Cihuatlán margen Colima y Cihuatlán margen Jalisco

del Distrito de Riego 053 Estado de Colima, mediante un modelo de sistema de información geográfica y desarrollo de un programa de computo basado en el modelo de SIG realizado para recaudación de la cuota por servicio de riego del Distrito de Riego. Colegio de Postgraduados. México.

- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 001 Pabellón, Aguascalientes. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 004 Don Martín, Nuevo León. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 006 Palestina, Coahuila. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 026 Bajo Río San Juan, Tamaulipas. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de un sistema de información geográfica, revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 037 Altar, Pitiquito, Caborca, Sonora. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de

usuarios del Distrito de Riego 061 Zamora, Michoacán. Colegio de Postgraduados. México.

- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 090 Bajo Río Conchos, Chihuahua. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 093 Tomatlán, Jalisco. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 094 Jalisco Sur. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 095 Atoyac, Guerrero. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 103 Río Florido, Chihuahua. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica, así como revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios, del Distrito de Riego 108 Elota –Piactla. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2008. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 110 Río Verde Progreso, Oaxaca. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de

usuarios del Distrito de Riego 002 Mante, Tamaulipas. Colegio de Postgraduados. México.

- CONAGUA. 2009. Actualización del sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica, así como revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios, del Distrito de Riego 010 Culiacán-Humaya, Sin. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Actualización de los modelos de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en los padrones de usuarios de los Distritos de Riego 011 Alto Río Lerma y 085 la Begoña, Guanajuato, así como digitalizar la documentación legal de los usuarios de 30,000 hectáreas de estos distritos de riego y su integración a los módulos actualizados. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 014 Río Colorado, B.C. y Son. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 019 Tehuantepec, Oaxaca. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 020 Morelia, Michoacán. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Actualización del modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 025 Bajo Río Bravo, Tamaulipas. Colegio de Postgraduados. México.

- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios de los Distritos de Riego 029 Xicotencatl y 039 Río Frio, Tamaulipas. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 030 Valsequillo, Puebla. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas, Zacatecas. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de modelos de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en los padrones de usuarios de los Distritos de Riego 035 La Antigua y 082 Río Blanco, Veracruz. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica, revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 038 Río Mayo y Zona de Riego Fuerte-Mayo, Sonora. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica, revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito Riego 041 Río Yaqui, Sonora. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 042 Buenaventura, Chihuahua. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Actualización del padrón de usuarios, revisión del reglamento del distrito y de los estatutos sociales de las asociaciones civiles de usuarios, generación del inventario de la infraestructura hidroagrícola y de los planos

parcelarios, elaboración del reglamento de los módulos e integración de un sistema de información geográfica del Distrito de Riego 046 Cacahoatán-Suchiata y de los demás distritos de riego del estado de Chiapas. Universidad Autónoma Chapingo. México.

- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 050 Acuña Falcón, Tamaulipas. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 066 Santo Domingo, B.C.S. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 089 El Carmen, Chihuahua. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 092 Río Panuco, Las Animas, Tamaulipas. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Actualización del modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 097 Lázaro Cárdenas, Michoacán como acción no estructural para la rehabilitación y modernización de las obras de infraestructura hidroagrícola del distrito. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Elaborar un sistema de información geográfica y actualización del padrón de usuarios del Distrito de Riego 102 Río Hondo, Quinta Roo. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2009. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de

usuarios del Distrito de Riego 105 Nexpa, Guerrero. Colegio de Postgraduados. México.

- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios de los Distritos de Riego 008 Meztitlán y 028 Tulancingo, Hidalgo. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 009 Valle de Juárez, Chihuahua. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios en 17,350 hectáreas del Distrito de Riego 016 Estado de Morelos, primera etapa. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 017 Región Lagunera, en los módulos de riego del I al XVII. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica, revisar e identifica las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 018 Colonias Yaquis, Sonora. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 031 Las Lajas, Nuevo León. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 043 Estado de Nayarit. Colegio de Postgraduados. México.

- CONAGUA. 2010. Desarrollar un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 045 Tuxpan, Michoacán. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Elaborar un sistema de información geográfica y actualización del padrón de usuarios del Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 057 Amuco-Cutzamala, Guerrero. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 060 Pánuco (El Higo), Veracruz. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 063 Guasave, Sinaloa. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 075 Río Fuerte, Sinaloa. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo, Sinaloa. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica, revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de

usuarios del Distrito de Riego 083 Papigochic, Chihuahua. Colegio de Postgraduados. México.

- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica, revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 084 Guaymas, Sonora. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 086 Río Soto la Marina, Tamaulipas. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 092 Río Pánuco, Pujal Coy, San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 092 Río Pánuco, Chicayán, Veracruz. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 100 Alfajayucan, Hidalgo. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 104 Cuajinicuilapa, Guerrero. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2010. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 109 Río San Lorenzo, Sinaloa. Colegio de Postgraduados. México.

- CONAGUA. 2011. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios en 11,121 hectáreas del Distrito de Riego 016 Estado de Morelos, segunda etapa. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Tecnificación parcelaria del volumen sustentable de la presa San Ildefonso y transferencia de tecnología informática en el Distrito de Riego 023, San Juan del Río, Querétaro. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.
- CONAGUA. 2011. Actualización del sistema de información geográfica (SIG) y del padrón de usuarios del Distrito de Riego 033 Estado de México. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Actualización del sistema de información geográfica (SIG) y del padrón de usuarios del Distrito de Riego 044 Jilotepec, Méx. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 049 Río Verde, San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 052 Estado de Durango. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 056 Atoyac Zahuapan, Tlaxcala. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 068 Tepecoacuilco - Quechultenango, Guerrero. Colegio de Postgraduados. México.

- CONAGUA. 2011. Actualización del sistema de información geográfica (SIG) y del padrón de usuarios del Distrito de Riego 073 La Concepción, Méx. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 074 Mocorito, Sinaloa. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Actualización del sistema de información geográfica (SIG) y del padrón de usuarios del Distrito de Riego 088 Chiconautla, Méx. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Actualización del sistema de información geográfica (SIG) y del padrón de usuarios del Distrito de Riego 096 Arroyozarco, Méx. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 098 José María Morelos, Michoacán. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 099 Quitupan la Magdalena, Michoacán. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 111 Río Presidio, Sinaloa. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Desarrollo de un modelo de sistema de información geográfica y revisar e identificar las parcelas que requieren actualización en el padrón de usuarios del Distrito de Riego 112 Ajacuba, Hidalgo. Colegio de Postgraduados. México.
- CONAGUA. 2011. Estadísticas del agua en México, edición 2011. Comisión Nacional del Agua. México D.F. México.

- CONAGUA. 2012. Programas de Infraestructura Hidroagrícola. Disponible en <http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=40&n3=40>. (Revisado el 02 noviembre de 2012)
- DOF. 2011. REGLAS de Operación para los Programas de Infraestructura Hidroagrícola y de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a cargo de la Comisión Nacional del Agua, aplicables a partir de 2012. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. México.
- JNUDRP. 1997. Guía práctica para el mantenimiento de infraestructura de riego. Junta Nacional de Usuarios de Riego del Perú. Lima, Perú.
- Núñez de Santiago, L. J., Mejía Sáenz, E., Palacios Vélez, E., Pedraza Oropeza, F. J. A., Torres Benítez, E., Santos Hernández, A. L., Rodríguez González, A., Vásquez Soto, D. y Salgado Tránsito, J. A. 2010. Manual práctico de ArcView GIS 3.2. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp 314.
- Palacios Vélez, E., Mejía Sáenz E., Palacios Sánchez I. A., Pedraza Oropeza F. A., Delgadillo Piñón M. E., Torres Benites E., Exebio García A., Santos Hernández A. L., Palacios Sánchez J. E., Paz Pellat F. 2002. Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota para el Manejo Integral de Sistemas de Riego. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. pp. 246.
- Torres Suárez, C.I. 2008. Estimación de superficies y volúmenes de agua para riego en la Cuenca Lerma-Chapala mediante Técnicas de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México, México. Pp. 105.
- Rosete F., Bocco G. 2003. Los Sistemas de Información Geográfica y la Percepción Remota. Herramientas integradas para los planes de manejo en comunidades forestales. Gaceta ecológica, Julio-Septiembre, número 068. Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México. pp. 43-54.
- Wikipedia, La enciclopedia libre. 2012. Riego en México. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Riego_en_Mexico. (Revisado el 01 de noviembre de 2012)