

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**FACULTAD DE ARQUITECTURA
Subdirección de Posgrado**



**ANÁLISIS SOCIO-ESPACIAL DEL CONSUMO DE AGUA
DOMÉSTICA EN HERMOSILLO, SONORA**

- Determinantes para el Diseño de una Política Pública -

Por

ARTURO OJEDA DE LA CRUZ

Tesis presentada para obtener el grado de

**DOCTOR EN FILOSOFÍA CON ORIENTACIÓN EN
ARQUITECTURA Y ASUNTOS URBANOS**

Director:

DR. ADOLFO BENITO NARVÁEZ TIJERINA

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 2013

Universidad Autónoma de Nuevo León

La Subdirección de Posgrado de La Facultad de Arquitectura,

Los profesores abajo firmantes como miembros del comité de la presente tesis doctoral, certifican que han revisado el documento elaborado por:

Arturo Ojeda de la Cruz

Denominado: Análisis Socio-espacial del Consumo de Agua Doméstica en Hermosillo, Sonora - *Determinantes para el Diseño de una Política Pública* –

Indicando que la Tesis Doctoral es aceptada para presentarse.

_____ Fecha:
Dr. Adolfo Benito Narvárez Tijerina –Director-

_____ Fecha:
Dr. Jesús Manuel Fitch Osuna –Cotutor-

_____ Fecha:
Dr. Gerardo Vázquez Rodríguez –Cotutor-

_____ Fecha:
Dr. José Luis Castro Ruíz – Co-director-

_____ Fecha:
Dr. Benjamín Limón Rodríguez –lector-

ABSTRACT

In this thesis, it was necessary to focus the research to the analysis of the consumption of urban domestic water (social consumption), evaluating the consumption geographically and getting the determinants in a representative model.

The first stage of the research, analyze the demographic urban growth in a historical period 1950-2010, urban demographic growth and particularly growth in urbanization in the period 2000-2010. In turn, is determined and analyzed the spatial distribution of housing and population (viv / has and hab / has) in order to be able to visualize the dispersed or concentrated in these terms that give the city the urban form. This allowed to relate the growth with the volume of water produced in the supply system, and with domestic water consumption, the evolution of population growth, and the relationship between geographical areas.

Multivariate analysis was performed, using multiple linear regression in both situations the source of information, both at home, and the level Ageb. In the first six variables are predictive model for the type of study yielded a coefficient R^2 adjusted explaining 20.4% of the variability of water consumption (size of the home, building material, equipment tank pumping, house rent, amount of purified water and tandeo). While in the second model are obtained three variables that predict the consumption of water, with R^2 of 51.1% of the explanation for the variability of consumption (male gender population, housing density and population 15 years and over with primary school studies incomplete).

The application of geographically weighted regression (GWR), using the same variables of the second model used in multiple regression, with ordinary least squares (OLS). He managed to overcome the explanation in the variability of consumption, with an overall average $R^2 = 71.2\%$ coefficient.

Spatial autocorrelation is obtained water consumption for displaying the spatial patterns, identifying consumer cluster high-high, and low-consumption cluster low, both statistically significant. The most representative is in the HH cluster located in two areas: northeast and west of the city center.

RESUMEN

En la presente tesis doctoral, fue preciso enfocar la investigación hacia el análisis de los consumos de agua doméstica urbana (consumo social), evaluando geográficamente el consumo y obteniendo los factores determinantes en un modelo representativo.

En la primera etapa de la investigación, se analiza el crecimiento urbano-demográfico en un periodo histórico 1950-2010, y en particular el crecimiento en urbanización en el periodo 2000-2010. A su vez, se determina y analiza la distribución espacial de la vivienda y de la población (viv/Ha y hab/Ha) de manera de poder visualizar lo disperso o concentrado de estos términos que le dan la forma urbana a la ciudad. Esto permitió relacionar el crecimiento con el volumen de agua producido en el sistema de abastecimiento, y con el consumo de agua doméstica, con la evolución del crecimiento demográfico, y la relación entre las zonas geográficas

En el análisis multivariado, aplicando regresión lineal múltiple en las dos situaciones del origen de información, tanto a nivel vivienda, como al nivel Ageb. En el primer modelo resultan seis variables predictoras, por el tipo de estudio se obtuvo un coeficiente R^2 ajustado que explica el 20.4% de la variabilidad del consumo de agua (Tamaño del hogar, material de construcción, equipo cisterna-bombeo, casa de renta, cantidad de agua purificada y tandeo). Mientras que en el segundo modelo se obtienen tres variables que predicen el consumo de agua, con R^2 de 51.1% de la explicación de la variabilidad del consumo (Población de género masculina, densidad de vivienda y población de 15 años o más con estudios de primaria incompleta).

La aplicación de la regresión geográficamente ponderada (GWR), utilizando las mismas variables del segundo modelo empleadas en la regresión múltiple, con mínimos cuadrados ordinarios (OLS). Logró superar la explicación en la variabilidad del consumo, con un coeficiente global medio $R^2 = 71.2\%$.

Se obtiene la autocorrelación espacial del consumo de agua, para visualizar los patrones espaciales, identificando cluster de consumo alto-alto, y también cluster de consumos bajo-bajo, siendo ambos estadísticamente significativos. La mayor representatividad es en el cluster H-H localizados en dos zonas: zona noreste y centro-poniente de la ciudad.

.DEDICATORIA

Dedico con profundo amor la presente Tesis a mi esposa Lorena. Cada proyecto que hemos iniciado juntos ha sido exitoso.

Para mis hijos Estefy, y Arturo, fieles colaboradores al esfuerzo dedicado en éste proyecto.

Para mis padres, con amor: Aurora de la Cruz y Mariano Ojeda, siempre cerca...

Arturo Ojeda

AGRADECIMIENTO

No es suficiente con escribir líneas para agradecer a las personas e instituciones que añadieron un grano de arena en mis estudios de doctorado en la Facultad de Arquitectura:

En principio, agradezco a mi esposa Lorena por sumarse totalmente a este proyecto doctoral 2010-2013; su apoyo fue inmenso e incuantificable.

La gestión esencial y ágil de la Universidad de Sonora fue clave para que la Secretaría de Educación Pública, a través del Programa de Mejoramiento al Profesorado (PROMEP) me otorgara recursos económicos para mis estudios, sin este apoyo no hubiera sido posible.

En esta formación, ha sido elemental el respaldo que tuve de mis profesores e integrantes del comité de Tesis. Para ellos, un amplio y sincero reconocimiento.

A mí director de tesis Dr. Benito Narváez por su tiempo y apoyo, paciencia y atinada orientación; agradezco al Dr. Jesus Fitch por su apoyo, sus ideas y buenas explicaciones; al Dr. Gerardo Vázquez le agradezco su apoyo, paciencia y sensibilidad. Al Dr. José Luis Castro le agradezco de manera muy especial, el tiempo dedicado en todo el proceso de revisión de la tesis, sus buenas sugerencias ayudaron a fortalecer el documento, y sus consejos, opiniones y comentarios fueron motivantes.

Agradezco al Dr. Benjamín Limón por sus acertados cuestionamientos, orientación, pragmatismo, y actitud generosa. Mi reconocimiento y agradecimiento al profesor Dr. Jesús Treviño por su tiempo solidario y asesoría para distinguir el complejo camino. Agradezco al profesor Dr. Diego Sánchez por sus comentarios y sugerencias.

Extiendo mi agradecimiento a mis amigos y compañeros que encontré en este trayecto de mis estudios; agradezco a Mario, Ricardo, Daniel, Adela, Rosalia y Guadalupe Mauricio, por su actitud solidaria, buena disposición para intercambiar información, herramientas técnicas, conocimiento y experiencias. Seguiremos en comunicación.

Mi agradecimiento cordial y profesional al Ing. Carlos Tirado por su atención y disposición en el organismo operador AGUAH, el apoyo fue muy útil y significativo.

INDICE

Lista de figuras	12
Lista de tablas y cuadros	14
1.- INTRODUCCION	16
1.1 Planteamiento del problema y su tejido	16
1.1.1 Agotamiento de las fuentes de agua	18
1.1.2 El problema de Investigación	20
1.2 Objetivos	23
1.2.1 Objetivo general	23
1.2.2 Objetivos específicos	23
1.3 Preguntas de investigación	24
1.4 Hipótesis	24
1.5 Estructura de la tesis	24
1.6 Resumen del capítulo	28
2.- MARCO TEÓRICO, NORMATIVO Y METODOLÓGICO	29
2.1 Gestión de la demanda de agua	29
2.2 Influencia del crecimiento urbano y el clima	38
2.2.1 Efecto de la urbanización	38
2.2.2 Influencia del clima	41
2.3 La aplicación de teorías específicas	43
2.4 Variables utilizadas en investigaciones similares	47
2.5 Marco normativo y política hídrica en México	48
2.5.1 Normatividad federal	48
2.5.2 Normatividad estatal	54
2.5.3 Contexto hídrico	56
2.6 Metodología para el análisis urbano del consumo de agua doméstica	61
2.6.1 El diseño de la investigación	61
2.6.1.1 El desarrollo urbano – demográfico	62
2.6.1.2 Modelo de Regresión Lineal Múltiple	65
2.6.1.3 Autocorrelación espacial	67
2.6.1.3.1 Medición global y local	69
2.6.1.4 Modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (GWR)	72
2.7 Resumen del capítulo	76
CASO DE ESTUDIO:	
3.- CRECIMIENTO URBANO Y SUMINISTRO DE AGUA	77
3.1 Hermosillo –su origen-	77
3.2 Crecimiento demográfico	80
3.3 Crecimiento en urbanización	85
3.4 Densidad de población	89
3.5 Suministro de agua en la zona urbana	94

3.5.1	Gestión del agua doméstica urbana	97
3.5.1.1	Cobertura y medición del servicio de agua doméstica	104
3.5.1.2	Gestión de la demanda de agua	110
3.6	Resumen del capítulo	118
4.-	CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DEL CONSUMO DE AGUA	119
4.1	Exploración del consumo de agua doméstica	119
4.1.1	Tamaño de la muestra y su distribución	119
4.1.2	Implementación y levantamiento de datos	123
4.1.3	Captura de información e integración de la base de datos	125
4.2	Análisis de frecuencias y correlaciones	126
4.2.1	Distribución de frecuencias	126
4.2.2	Análisis de correlación	131
4.2.2.1	Prueba de normalidad	131
4.2.2.2	Correlación entre variables	136
4.3	Análisis multivariado –modelo de regresión lineal múltiple-	138
4.3.1	Modelo teórico	138
4.3.1.1	Análisis de los residuos y supuestos de la regresión	143
4.4	Modelo del consumo de agua doméstica -2°. Modelo de regresión-	148
4.4.1	Recolección de datos socioeconómicos	148
4.4.2	Datos del consumo de agua doméstica	149
4.4.2.1	Integración a nivel de colonia	150
4.4.2.2	Integración a nivel de AGEB	153
4.4.3	Inspeccionando y determinando el modelo	158
4.5	Autocorrelación espacial	168
4.6	Regresión Geográficamente Ponderada (GWR)	172
4.7	Resumen del capítulo	178
5.-	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	179
5.1	Del Modelo urbano al sistema de abasto de agua	179
5.2	De la regresión lineal múltiple y autocorrelación espacial	195
5.2.1	Modelo de regresión con datos primarios	195
5.2.2	Modelo con datos secundarios	197
5.2.3	Situación de autocorrelación espacial	199
5.3	Del modelo de regresión geográficamente ponderada	201
5.4	De la vinculación con la política pública	205
5.5	Resumen del capítulo	208
6.-	CONCLUSIONES	209
6.1	Conclusión general	209
6.2	Bases para una política pública	213
6.3	Aportaciones	216
6.4	Limitaciones y futuras líneas de investigación	217
7.-	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	219

ANEXOS:

I.-	Proyecto encuesta: “Consumo de agua doméstica urbana en Hermosillo, Sonora”	229
II.-	Distribución de encuestas por AGEB	236
III.-	Consumo de agua promedio mensual	247
IV.-	Colonias y el porcentaje de intersección en el AGEB	262

Lista de Figuras:

Figura 1.1	Uso consuntivo del agua	16
Figura 1.2	Localización general de la zona de estudio	18
Figura 1.3	Representación de la mancha urbana y sus Agebs, de Hermosillo	22
Figura 2.1	Proyección de la demanda de agua en Hermosillo	37
Figura 2.2	Delimitación de regiones hidrológicas-administrativas	50
Figura 2.3	Delimitación de las regiones hidrológicas	51
Figura 2.4	Zonas de disponibilidad de aguas nacionales en Sonora	52
Figura 2.5	Marco normativo en materia de agua	54
Figura 2.6	Zonas de veda de agua subterránea	57
Figura 2.7	Precipitación mensual en la región hidrológica administrativa II	58
Figura 2.8	Principales cuencas hidrográficas de Sonora	59
Figura 2.9	Población urbana en el año 2005 y 2030	62
Figura 2.10	Distribución del agua en el mundo	63
Figura 2.11	Tipos de Autocorrelación espacial	68
Figura 2.12	Tipos de contigüidad en la matriz de ponderación espacial	69
Figura 2.13	Representación del diagrama de dispersión de Moran	70
Figura 2.14	Se indica la posición del núcleo espacial	74
Figura 2.15	Indicación espacial de núcleos fijos	75
Figura 2.16	Indicación de núcleo espacial adaptativo	75
Figura 3.1	Mapa interpretado del origen de Hermosillo, en 1783	78
Figura 3.2	Zona urbana de Hermosillo en 1965	79
Figura 3.3	Mancha urbana de Hermosillo en el año 2010	80
Figura 3.4	Localidades que integran la mitad de la población estatal	80
Figura 3.5	Evolución de la población en la Ciudad de Hermosillo	81
Figura 3.6	Distribución de la población por edad y género	82
Figura 3.7	Distribución de la densidad de vivienda (viv/ha)	84
Figura 3.8	Crecimiento de la Urbanización en Hermosillo	86
Figura 3.9	Evolución población-superficie urbana	88
Figura 3.10	Distribución de la población en Hermosillo por zonas: norte y sur	89
Figura 3.11	Densidad de población de Hermosillo en 2005	91
Figura 3.12	Densidad de Población de Hermosillo, año 2010	92
Figura 3.13	Vista del vertedor y el vaso de la presa ALR	95
Figura 3.14	Cuenca del río Sonora hasta la presa ALR	95
Figura 3.15	Producción de agua en las zonas de captación	101
Figura 3.16	Zona urbana y el arribo de líneas de conducción de agua	102
Figura 3.17	Diagrama conceptual de los elementos del sistema de suministro	103
Figura 3.18	Consumo mensual de agua	105
Figura 3.19	Estructura general de Tarifa del agua doméstica: Social y Normal	109
Figura 3.20	Variación de las temperaturas medias del periodo 1992-2009	112
Figura 3.21	Sectorización de red de distribución de agua potable y puntos de control	116
Figura 4.1	Distribución espacial del grado de marginación en Hermosillo	121
Figura 4.2	Clasificación de hogares según tamaño aproximado de su vivienda	127
Figura 4.3	Utilización del agua purificada: (a) Utilizan agua?, (b) Por qué?	128
Figura 4.4	Razones para el ahorro del agua	129

Figura 4.5	Situación de posible incremento de tarifa	130
Figura 4.6	Frecuencia por semana de uso de lavadora	131
Figura 4.7	Diagrama de caja de la variable dependiente	132
Figura 4.8	Histograma de frecuencias	132
Figura 4.9	Diagrama de caja de la variable transformada LNConsu	134
Figura 4.10	Histograma de frecuencias de la variable LNConsu	134
Figura 4.11	Evolución de la variable dependiente en la prueba de normalidad	135
Figura 4.12	Dispersión de residuos y valores pronosticados	143
Figura 4.13	Histograma de residuos tipificados	144
Figura 4.14	P-P normal de regresión de los residuos tipificados	145
Figura 4.15	Diagrama de caja de la variable consumo de agua	156
Figura 4.16	Diagrama de caja de la variable dependiente transformada	156
Figura 4.17	Histograma de frecuencias de la variable LNConsagua	157
Figura 4.18	Tránsito de la variable dependiente a la normalidad de sus datos	158
Figura 4.19	Histograma de residuos tipificados	164
Figura 4.20	Diagrama P-P normal de regresión de los residuos tipificados	164
Figura 4.21	Diagrama de dispersión de residuos y valores pronosticado	165
Figura 4.22	Consumo de agua domestica urbana, del año 2010...	167
Figura 4.23	Diagrama de dispersión I de Moran global	168
Figura 4.24	Distribución de referencia de revisión de la hipótesis nula	169
Figura 4.25	Mapa de significancia estadística de patrones del consumo de agua	171
Figura 4.26	Distribución espacial de R2 local en el modelo GWR	176
Figura 4.27	Residuales estandarizados dl modelo GWR	177
Figura 5.1	Superficie urbana con Agebs, año 2010	180
Figura 5.2	Superficie urbana de Hermosillo indicando zona norte y sur	182
Figura 5.3	Desarrollo de vialidades en Hermosillo	187
Figura 5.4	Cobertura d medición del agua doméstica	192
Figura 5.5	Sector hidrométrico Las Isabeles	193
Figura 5.6	Determinantes del consumo de agua –datos primarios	195
Figura 5.7	Modelo de regresión del consumo de agua-datos secundarios	197
Figura 5.8	Patrones espaciales de consumo de agua doméstica	200
Figura 5.9	Comportamiento espacial de la variable PobMas	202
Figura 5.10	Distribución espacial de la variable P15pin	203
Figura 5.11	Distribución espacial de la variable Dens_viv	204

Lista de Tablas y cuadros:

Tabla 1.1	Principales referencias	27
Tabla 2.1	Consumo por vivienda y Dotación de agua per cápita	30
Tabla 2.2	Tipos de usuarios domésticos	31
Tabla 2.3	Consumo por vivienda y Dotación de agua per cápita	32
Tabla 2.4	Resumen de variables utilizadas en investigaciones similares	47
Tabla 2.5	Ríos principales en la región hidrológica administrativa II	60
Tabla 2.6	Principales países de América con el porcentaje de uso del agua	64
Tabla 3.1	Relación población y viviendas habitadas	83
Tabla 3.2.	Tasa de crecimiento media anual del crecimiento urbano	88
Tabla 3.3	Conexiones de agua con medidor y sin medidor	104
Tabla 3.4	Tarifa del agua doméstica: (A) tarifa normal, (B) tarifa social	108
Tabla 4.1	Distribución de la muestra por sector	122
Tabla 4.2	Distribución de encuestas por AGEB	122
Tabla 4.3	Lista de variables	124
Tabla 4.4	Una sección de las variables de los datos generados	125
Tabla 4.5	Prueba de Kolmogorov para el Consumo de agua	133
Tabla 4.6	Prueba de Kolmogorov para LNConsu	135
Tabla 4.7	Simplificación de Variables	136
Tabla 4.8	Variables Asociadas al Consumo de Agua	137
Tabla 4.9	Resumen de los modelos	139
Tabla 4.10	Análisis de Varianzas ANOVA	140
Tabla 4.11	Coefficientes del Modelo	141
Tabla 4.12	Estadísticos descriptivos	142
Tabla 4.13	Diagnóstico de Colinealidad	146
Tabla 4.14	Correlaciones entre variables del modelo	147
Tabla 4.15	Lista de variables Independientes -2º. Modelo	149
Tabla 4.16	Consumo de agua mensual por vivienda (m ³)	151
Tabla 4.17	Consumo de agua medio mensual	152
Tabla 4.18	Concentrado de la transferencia de consumos de agua Colonia-Ageb	154
Tabla 4.19	Prueba de Kolmogorov para LNConsagua	157
Tabla 4.20	Listado de la simplificación de variables	159
Tabla 4.21	Resumen del modelo	160
Tabla 4.22	Análisis de Varianzas ANOVA	161
Tabla 4.23	Coefficientes del Modelo	162
Tabla 4.24	Diagnóstico de Colinealidad	163
Tabla 4.25	Estadísticos descriptivos de las v. dependiente e independientes	163
Tabla 4.26	Resumen de clúster derivado de LISA	171
Tabla 4.27	Variables independientes en GWR	172
Tabla 4.28	Parámetros del modelo de regresión ordinario, OLS	173
Tabla 4.29	Resultados de GWR	174
Tabla 4.30	Estadísticos resultantes en GWR	174
Tabla 4.31	Coefficientes obtenidos en GWR	175
Tabla 5.1	Presas de los ríos Sonora y Yaqui	188
Tabla 5.2	Dotación de agua doméstica	190

Tabla 5.3	Relación tamaño del hogar-dotación	192
Tabla 5.4	Comparando el modelo OLS y GWR	202
Cuadro 1.	Dialogo en la Presentación del encuestador.....	125

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema y su tejido

En México existe una diversidad de climas lo cual está influenciado por las características del relieve. Dos terceras partes del territorio nacional son áridas o semiáridas, mientras que el sureste es húmedo, con precipitaciones pluviales que en promedio rebasan los 2,000 milímetros por año en esa región sureste; el clima que prevalece en el Estado de Sonora se considera que aproximadamente en 95% del territorio los climas son muy secos, secos y semisecos; los cuales se caracterizan por su alta temperatura y escasa precipitación. En esta región, la distribución promedio de las precipitaciones pluviales registradas sobrepasan los rangos muy bajos al poniente del Estado de Sonora, y en específico la cuenca que provee del recurso hídrico a la zona de estudio cuyo rango de lluvia es entre 100 y 250 mm anuales en promedio. En este panorama la distribución del agua en México es muy desigual puesto que el 77% del total del recurso hídrico disponible es utilizada para riego agrícola y sólo el 14% para uso público (CONAGUA 2010). En esa clasificación, los climas muy secos (desérticos) abarcan cerca del 46% de la superficie de Sonora, siendo esta región en donde se localiza el Municipio de Hermosillo (INEGI 2007).

En este sentido, el Estado de Sonora guarda también una distribución dispar de sus recursos hídricos (fig.1.1), puesto que en el sector agrícola se utiliza un 93% del agua total disponible, y un escaso 5% es utilizado para el sector doméstico (Comisión Estatal del Agua, CEA 2008).

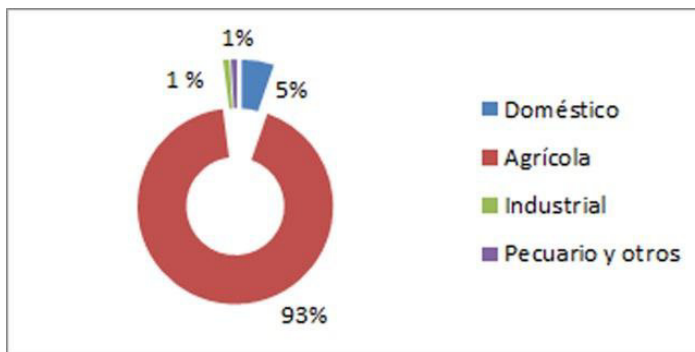


Figura 1.1 Uso consuntivo del agua en Sonora
Fuente: Elaboración propia con información de CEA

El general la mayor parte del Estado de Sonora se localiza en una región desértica del territorio nacional denominada Desierto de Sonora el cual territorialmente se extiende en dos países. México y Estados Unidos. Dicho desierto se amplía hacia el sur de Estados Unidos de América del Norte a través de los estados de Arizona y California, y en México por los estados de Baja California y Sonora.

Hermosillo es la ciudad capital del Estado de Sonora, México, y se localiza en la parte central-poniente de la planicie costera de Sonora, en la región noroeste de México. De acuerdo al censo poblacional 2010, Hermosillo por su dimensión demográfica dentro de las localidades urbanas del País ocupa el lugar 16 con una población de 715,061 habitantes. Se localiza a 216 metros sobre el nivel del mar, y se identifica geográficamente en los 29° 06' de latitud Norte y 110° 58' de longitud oeste. El Municipio del mismo nombre representa el 8.7 % de la superficie territorial del Estado de Sonora, siendo la extensión territorial del estado de Sonora de 184,934 km² (fig. 1.2).

Su desarrollo económico se ha basado principalmente en la agricultura y ganadería. Por su importancia económica es la localidad con la mayor concentración de población y de los centros de educación superior; se considera también como el centro de la gestión comercial, industrial, agrícola y ganadera. A su vez, es un punto importante del paso industrial y turístico vinculado con el sur de Estados Unidos de América (USA) principalmente con los estados de Arizona y California.

A pesar de que Hermosillo fue identificado como una ciudad en crecimiento constante y que poseía agua segura y suficiente para el abasto urbano, se tiene que durante la década 70-80 su crecimiento urbano y demográfico fue muy acelerado lo cual obligó que a partir del año 1985 se localizara otra fuente de agua para fortalecer el suministro de agua a la ciudad; ya que el almacenamiento en la presa Abelardo L. Rodríguez (ALR) principal fuente para el abasto, desde su origen ha estado comprometido para el riego agrícola. Llegando entonces a construirse pozos de bombeo primero hacia el sector periférico oriente de la ciudad y puntos cercanos a ésta presa, y después más alejados de la zona urbana.

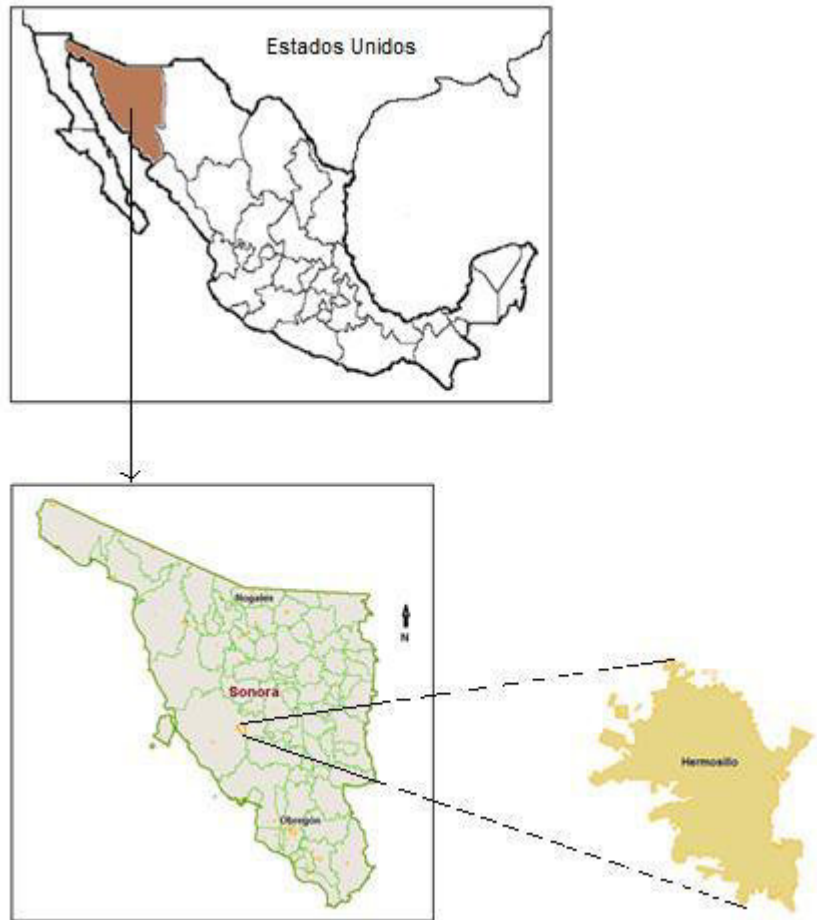


Fig. 1.2 Localización general de la zona de estudio
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

1.1.1 Agotamiento de fuentes de agua

El programa nacional hídrico (2007-2012) establece que las bajas eficiencias en el uso del agua, aunadas al incesante crecimiento poblacional y a la poca disponibilidad de agua, han ocasionado que el agua de los ríos y lagos sean insuficientes en algunas zonas, que las fuentes de abastecimiento subterráneas estén sobre-explotadas y que la calidad natural del agua se haya deteriorado. Lo anterior ha ocasionado una creciente competencia por el agua, que se ha traducido en conflictos en diferentes zonas del territorio nacional y empieza a limitar el bienestar social y el desarrollo económico (CONAGUA 2008).

El mismo plan nacional hídrico determina que es preocupante el desordenado crecimiento de algunas ciudades, el cual no puede ser soportado por las fuentes de abastecimiento de agua actualmente disponibles. Por ello, es indispensable que los Municipios cuenten con planes de ordenamiento territorial basados en la disponibilidad de agua y que garanticen su cumplimiento. En dichos planes se debe regular el crecimiento sustentable de los desarrollos inmobiliarios y considerar en su caso, la declaración de las reservas de agua que sean pertinentes para asegurar el abasto a los grandes centros urbanos.

Por otra parte, a nivel Estado de Sonora, la escasez del agua superficial ha propiciado la explotación de los mantos acuíferos, a fin de proveer de agua subterránea principalmente a las actividades agrícolas. Dentro del Estado de Sonora, se consideran 60 acuíferos con un área de recarga de 195,793 km². Los acuíferos de mayor importancia por sus grandes volúmenes de extracción son los del Valle de Caborca, Costa de Hermosillo, Valle del Yaqui, Valle del Mayo y Río Sonora; las extracciones conjuntas de ellos representan el 49.7% del total de las extracciones del Estado. De los 60 acuíferos, 18 se encuentran sobre-explotados, siendo que el 53% del agua subterránea extraída a nivel estatal proviene de este grupo de acuíferos, y de los cuales 7 de ellos se localizan en la región del río Sonora en donde se declara una sobre-explotación en un rango desde 109 al 226% (CEA, 2008).

El documento Estadística del agua en Sonora, señala que la disponibilidad del agua superficial en la Región Noroeste está distribuida de manera irregular, pues mientras que en las cuencas del sur y del este de la región se concentra el 88% del agua superficial, el 12% restante se distribuye en el 60% del territorio. De ahí que los ríos Sonora y San Miguel que conforman la cuenca en donde se localiza la zona de estudio, se encuentran declarados con déficit de agua superficial (CEA, 2008).

La zona urbana de Hermosillo se localiza en la parte baja de la cuenca del Río Sonora, prácticamente a un kilómetro aguas debajo de la cortina de la Presa Abelardo L. Rodríguez (ALR), misma que a pesar de no ser su propósito original se utilizó hasta un periodo de cuatro décadas como importante fuente de agua superficial en el abasto de agua urbana a ésta ciudad; sin embargo esta fuente ha sido agotada y a la fecha está prácticamente en desuso.

Desde hace varios años los habitantes de Hermosillo padecen de una recurrente escasez de agua, ya que en los años 2010, 2011, 2012 y parcialmente el año 2013 la población no cuenta con este líquido durante las 24 horas del día para el consumo doméstico. La primera alerta de falta de agua se presentó durante el año 1996, haciendo crisis en 1997. Fue en este año cuando quedó agotada la presa ALR ya que persistieron las condiciones de sequía en la cuenca del Río Sonora; lo cual generó preocupación de las autoridades responsables de la gestión del agua.

Esta situación de escasez generalizada del agua en esta región del Estado, ha marcado un precedente en la historia de Sonora, pues los escurrimientos de agua ordinarios y extraordinarios en la cuenca del río Sonora que aseguraban cada año suficiencia de agua o el llenado del vaso de la presa ALR, han quedado sólo en el recuerdo.

1.1.2 El Problema de Investigación

El tema del agua ha sido uno de los grandes protagonistas en las reuniones Cumbre de Río de Janeiro en 1992, y la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo en el año 2002. En la Cumbre de Janeiro se declaró que las presiones ambientales derivadas del crecimiento de la población, la urbanización y la industrialización, se han convertido en un importante tema de preocupación internacional. Uno de los recursos naturales más afectados es el agua dulce. Las demandas impuestas a las reservas de agua en el mundo representan una amenaza tanto para la cantidad como para la calidad de un recurso básico, esencial para toda clase de actividades sociales, económicas y para la vida y la salud humana. Mientras que en la Cumbre de Johannesburgo se hace una llamada a introducir cambios fundamentales en la forma en que hoy se producen y se consumen los recursos hídricos, apostando a fondo por la eficiencia y la sostenibilidad de la gestión de este recurso en el mundo (Madrid, 2005).

Para la UNESCO (2009), los procesos demográficos como el crecimiento de la población, la distribución por edad, la urbanización y la migración crean algunas de las presiones más grandes sobre la cantidad y calidad de los recursos hídricos. Estos procesos demográficos afectan directamente la disponibilidad y calidad del agua a través del incremento en el

consumo y demanda de agua, y por la contaminación resultante del uso del agua. Ello afecta indirectamente a los recursos hídricos a través de cambios en el uso del suelo y los patrones de uso del agua, con implicaciones a nivel local y regional

Por otro lado, Troy y Holloway (2004), señalaron que los estudios y análisis del agua urbana se han centrado básicamente para abordar los problemas de calidad y fiabilidad del suministro del agua. La mayor parte del siglo 20 las autoridades del abastecimiento de agua y de alcantarillado fueron los organismos más eficaces de planificación urbana, porque el desarrollo no podría ocurrir a menos que una zona pueda contar con un suministro de agua potable. Sin embargo, se ha prestado poca atención a la manera en que el consumo urbano de agua varía entre las zonas urbanas y cómo este hecho podría ser utilizado para dar forma a un nuevo enfoque para la planificación y gestión

Los patrones de uso del agua no están distribuidos uniformemente en el espacio y tiempo y así se ven afectados no sólo por las variables socioeconómicas, climáticas y propiedades físicas, sino también por la ubicación geográfica de una región y sus interacciones con otras regiones adyacentes. El resultado de este sesgo espacial es que los hogares tienden a utilizar el agua a un nivel comparable de sus vecinos, independientemente de sus características demográficas y económicas (House-Peters et al.,2010; Wentz y Gober, 2007; Franczyk y Chang, 2009b). Por lo que, se hace necesario comprender la dinámica del consumo de agua en relación con la estructura espacial urbana y variables socioeconómicas correspondientes (Chang et al., 2010).

Por lo tanto, para lograr la investigación doctoral con un caso de estudio práctico y de actualidad, y generar las bases para dictar políticas públicas referente al sistema de abasto de agua de Hermosillo, desde un ángulo científico en el análisis urbano; en la presente tesis doctoral, es determinante y necesario enfocar la investigación hacia el análisis de los consumos de agua doméstica urbana (consumo social); esto en virtud de que el consumo del agua no se distribuye uniformemente en la geografía de la ciudad. Para ello se utilizara como información básica datos de registros en el organismo operador Agua de Hermosillo (AGUAH) para el periodo de información 2010. Adicionalmente es aplicable una encuesta que considere los aspectos de los distintos sectores habitacionales, con el propósito de

conocer los señalamiento de los usuarios sobre el servicio que reciben, la cantidad y calidad del agua; así como las medidas de conservación que practican en el hogar. Así entonces, evaluar el crecimiento urbano-demográfico en un periodo histórico determinado, permite relacionarlo por un lado, con el volumen de agua producido en el sistema de abastecimiento urbano, y por el otro; con el consumo de agua doméstica, con la evolución del crecimiento demográfico, y la relación entre las zonas geográficas, ver figura 1.1

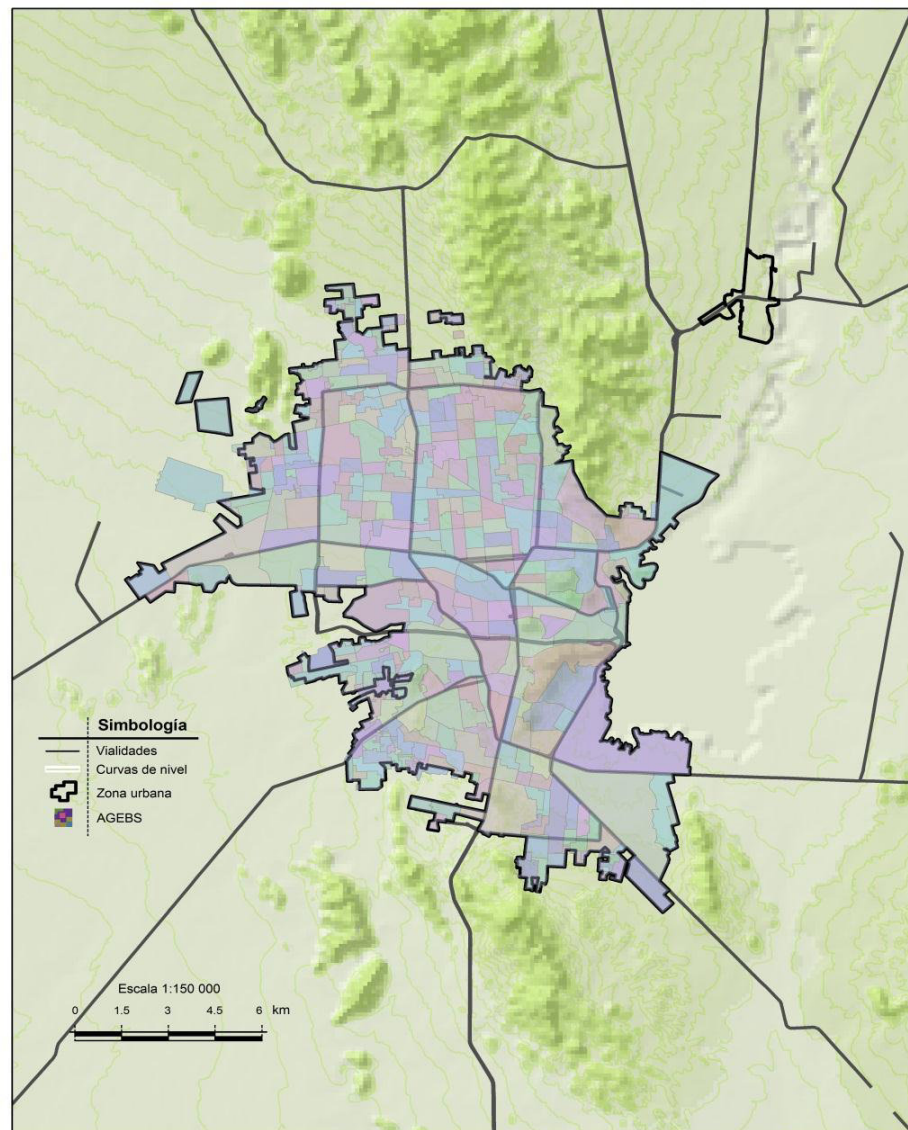


Fig. 1.3 Representación de la mancha urbana y sus Agebs, ciudad Hermosillo
Fuente: Rincón y Ojeda (2013), basado en Brook, E. (2011)

Las principales herramientas que se aplica en esta investigación doctoral en el análisis urbano, corresponde al análisis multivariado para definir el modelo de regresión lineal múltiple, y obtener los factores determinantes en el consumo de agua doméstica en la zona urbana, cuyo fin es establecer un modelo representativo para la ciudad de Hermosillo.

Considerando una posible presencia de autocorrelación espacial en el consumo de agua, se utilizará también el método de Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA por sus siglas en inglés), que permita determinar patrones geoespaciales de consumo de agua en la ciudad. De igual manera, se aplica el método de Regresión Geográficamente Ponderada (GWR por sus siglas en inglés) que ofrece resultados a nivel local en las distintas unidades geográficas y poder contrastarlo con los resultados del modelo de regresión multivariado.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar en tiempo y en espacio el consumo de agua domestica urbana, a fin de obtener los factores determinantes que inciden en el consumo para establecer un modelo representativo para la ciudad de Hermosillo. Asimismo conocer los patrones de consumo de agua y su grado de significancia en las distintas unidades geográficas de la zona urbana.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Conocer y analizar el crecimiento demográfico - urbano de la ciudad.
2. Conocer y evaluar el consumo de agua doméstica mediante la aplicación de una encuesta a nivel de vivienda, respecto al servicio que reciben, sus preferencias en el uso, la problemática de escasez y las medidas de conservación del agua.
3. Identificar los factores determinantes socioeconómicos del consumo de agua georeferenciado doméstico en la zona urbana.
4. Identificar patrones espaciales estadísticamente significativos de mayor o menor consumo de agua en la zona urbana.
5. Evaluar el modelo para el diseño de la política pública con enfoque sustentable.

1.3 Preguntas de investigación

- Qué factores asociados a la expansión física de la mancha urbana inciden en el consumo de agua potable?
- Qué variables socio económicas son estadísticamente significativas para explicar el consumo del agua doméstica en la ciudad?
- Qué variables identificadas en el punto previo son controlables o no controlables para el diseño de una política pública sustentable?

1.4 Hipótesis

Los patrones de consumo de agua doméstica urbana en Hermosillo, Sonora dependen del tipo de clase socioeconómica de los habitantes en general, de la ubicación geográfica de la vivienda, edad de las personas que la habitan, del número de habitantes, género, grado de educación, del clima que prevalezca en la región, y de la oferta de agua disponible, así como de la forma urbana de la ciudad.

1.5 Estructura de la Tesis

El desarrollo del documento se puede clasificar básicamente en tres secciones. La primera se refiere a la parte introductoria, presentación del formato de protocolo de la investigación doctoral, el marco teórico conceptual y metodológico, abarcando dos capítulos: uno y dos.

En el capítulo primero se deja ver la problemática general de escasez del agua en zonas desérticas, se describe la situación de la distribución del agua en el País y en el Estado de Sonora considerando el reconocimiento de la clasificación del territorio de acuerdo al clima que prevalece. Se indica con detalle la localización geográfica de la zona de estudio incluida en la entidad federativa de Sonora, y en el País. Dejando evidencia descriptiva del agotamiento de las fuentes de agua derivado de la variabilidad climática en la región.

En el capítulo segundo del marco teórico se hace una clasificación particular de los temas que comprende. Iniciando con el subtema de gestión de la demanda de agua, en este se describe la situación de estudios desarrollados en distintas partes del mundo, en donde se utilizan técnicas estadísticas de regresión. Destacando una serie de estudios desarrollados en la comunidad de Madrid sobre el conocimiento de los consumos a nivel vivienda.

Así de esa manera desarrollan otros temas, como son: efectos de la urbanización en el consumo de agua y la influencia del clima en ese mismo sentido. Se describe posteriormente la aplicación de teorías específicas que se ubican en el marco de la presente tesis. En donde se utilizan herramientas estadísticas de carácter ordinal y espacial para evaluar el comportamiento del consumo de agua en zonas urbanas en otras localidades de América y Europa.

Dentro del marco teórico se incluyó la descripción regulatoria en materia de agua, denominado como marco teórico y política hídrica en México. De ahí que se hace una amplia descripción de las distintas leyes y ordenamientos legales en torno al uso y manejo del agua en el País y en el Estado de Sonora. Esa descripción se expone la distribución de las cuencas hidrográficas principales en el estado, su magnitud e importancia, haciendo hincapié de la situación de escasez de agua subterránea derivado de la excesiva explotación de los recursos hídricos y de la escasa eficiencia en su uso y distribución.

Este mismo capítulo comprende también el desarrollo del marco metodológico, en él se expone y argumenta el diseño de la investigación doctoral, en donde se deja constancia de las herramientas que se utilizan y los propósitos de las mismas. Se explica de manera particular la metodología a emplear en el caso del análisis de regresión múltiple mencionando sus requisitos de validez y cumplimiento.

Lo mismo sucede para el desarrollo de la autocorrelación espacial, diferenciando primero y detalladamente la presencia de los tres tipos: positiva, negativa y nula. Se abre un tema de conceptos básicos y su explicación, posteriormente se describe la obtención del índice de Moran para la situación global y local. En el caso del índice local se abunda en la explicación del indicador local denominado LISA. Posteriormente se explica y desarrolla

el concepto de la regresión geográficamente ponderada (GWR), su uso y beneficios en el análisis estadístico espacial.

La segunda parte de la tesis, comprende el capítulo tercero y cuarto. Iniciando en el tercero con el estudio de caso. Este capítulo 3 se dedica básicamente al análisis del crecimiento urbano demográfico de la ciudad de Hermosillo. Aquí se incluyen los temas del origen de Hermosillo en donde se hace una amplia descripción desde su creación y la evolución del crecimiento urbano. Se analiza el crecimiento demográfico y se logra conocer la estructura de la población por rangos de edades. Se da énfasis en el conocimiento de la distribución de la población y de la vivienda por unidad de superficie, identificando en este proceso los sectores de mayor y menor concentración de tales parámetros.

En el caso del crecimiento urbano, se analiza también la evolución de la mancha urbana durante la década 2000-2010. Sin embargo, se busca e intenta lograr una intersección con el crecimiento demográfico en un periodo más amplio de 1950-2010, agregando en esto también la tasa porcentual del crecimiento. Este capítulo permite analizar el sistema de abasto del agua, su engranaje desde las fuentes de agua hasta la distribución urbana, la infraestructura que posee, haciendo una distinción entre demanda y oferta del agua. Este análisis comprende el conocimiento descriptivo de las tarifas del agua vigentes y su evolución. El capítulo cuarto se enfoca al análisis y construcción de modelos, mismos que se describen teóricamente en el apartado del marco metodológico del capítulo segundo.

La tercera etapa de la tesis, abarca el capítulo quinto y sexto. Referente a la discusión de resultados y las conclusiones, respectivamente. En la discusión de resultados sobresale la comparativa de los modelos obtenidos, elaborando para ellos un análisis estadístico riguroso empleando las herramientas estadísticas previamente indicadas, y representando sus resultados de manera gráfica, tabular y en los mapas respectivos.

El capítulo sexto aborda la conclusión de la investigación atendiendo resultados, y deja una ruta de trabajo en el ámbito normativo como una base para la política pública; además presento líneas de investigación de futuro.

De ahí que la presente investigación tiene un soporte científico muy amplio, puesto que se consultó un gran número de referencias en las que se plasman resultados de estudios que guardan cierta relación con el tema de investigación de la presente tesis.

Sin embargo, las teorías y herramientas que más se enfocan al estudio del consumo de agua doméstica georeferenciado en una zona urbana, y que sirvieron como respaldo y soporte científico a la investigación, son las siguientes:

Tabla 1.1 principales referencias de soporte

Autor	Descripción breve de la Investigación
Wentz y Gober (2007)	Realizan una Investigación en Phoenix, Arizona, E.E.U.U. para examinar los efectos de las características de la vivienda en el consumo de agua residencial a nivel censal. Utilizan dos modelos de consumo de agua. Uno de regresión lineal múltiple por mínimos cuadrados ordinarios (OLS), y otro de regresión geográficamente ponderada (GWR) para analizar la relación espacial de las variables. La variable dependiente fue el consumo de agua, y las variables independientes fueron: promedio del tamaño del hogar unifamiliar (hab), porcentaje de viviendas con piscinas (%), tamaño promedio de lotes (m2) y las prácticas de jardinería. Utilizan sistemas de Información Geográfica.
House-Peters, Pratt y Chang (2010)	Desarrollan una investigación que se centra en el consumo de agua residencial unifamiliar en Hillsboro, Oregon, un gran suburbio de Portland. Usaron datos de consumo del agua a nivel de sección censal. Las variables explicativas socioeconómicas son: promedio del ingreso por hogar (\$), nivel de educación promedio (%), tamaño promedio del hogar (hab), y edad media de la población (años). Las variables de las propiedades físicas de la vivienda fueron: tamaño de jardín (m2), tamaño del lote(m2), área de construcción (m2) y valor de la propiedad (\$). Utilizaron regresión lineal múltiple (OLS) y autocorrelación espacial mediante el software GeoDa. Utilizan sistemas de Información Geográfica.
March y Saurí (2010)	Realizaron un estudio en la región metropolitana de Barcelona, para examinar la influencia de los factores demográficos, socioeconómicos y climáticos en el consumo de agua doméstico. Su hipótesis principal fue que los factores que han influido en el consumo de agua doméstica dependen de manera importante de la forma urbana y, por lo tanto, pueden variar de acuerdo a los patrones dominantes (compacto, dispersa). Utilizan un modelo de regresión lineal múltiple (OLS). Las variables independientes fueron: ingresos per cápita (\$), Porcentaje de viviendas con una o dos personas, tasa de envejecimiento, tasa de crecimiento anual de la población (%), densidad de población (hab/km2), precipitación de verano (mm) y temperatura máxima de verano (°C).

1.6 Resumen del capítulo.

En este primer capítulo se hace el planteamiento del problema de investigación haciendo referencia a la distribución del agua en México y en el estado de Sonora, señalando la situación difícil por la ubicación de la ciudad de Hermosillo en una región caracterizada por las altas temperaturas y poca precipitación en la cuenca hidrográfica que aporta el recurso hídrico.

La problemática de escasez de agua, queda ligada al tipo clima que prevalece y los efectos del cambio climático se han dejado ver durante los últimos 15 años por la prolongada sequía que se ha presentado en la cuenca hidrográfica que abastece a la zona de estudio.

Se describe el problema de investigación, y se desglosa el objetivo general y los objetivos específicos que se abordan en la tesis. Además se expresa las preguntas de investigación y se establece la hipótesis general de la investigación. Finalmente se deja subraya la amplia bibliografía consultada durante esta investigación, y se resalta brevemente las tres principales referencias que sirvieron de soporte y guía en la presente investigación doctoral.

2. MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

Este capítulo tiene como propósito establecer el soporte teórico, conceptual y metodológico de la presente investigación. Se desarrollan los temas de gestión de la demanda, influencia del crecimiento urbano y el clima, la aplicación de teorías específicas en investigaciones de referencia. Se agrega también el marco legal y política hídrica de México, y la metodología para el análisis urbano del consumo del agua en Hermosillo, Sonora. Como sustento al caso de estudio, se describen y explican las herramientas y técnicas estadísticas de carácter ordinal y geo-espacial para la definición de los Modelos.

2.1 Gestión de la Demanda de Agua

Un estudio de abastecimiento de agua en la ciudad de Thessaloniki, Grecia, fue realizado por Kolokytha, y otros (2002) en el que desarrollan un trabajo de campo que fue conducido en marzo del 2000. La zona metropolitana fue dividida en 17 distritos que cubrían un total de 1, 051,365 habitantes que correspondían a 400,000 hogares. En tal estudio, a través del método probabilístico aplican una encuesta en una muestra aleatoria de 2,171 hogares. La encuesta aplicada abarcó una serie de preguntas que se integran en cuatro temas: datos demográficos, confiabilidad del servicio, demanda de agua y aspectos de las políticas de tarifas de agua. Parte de sus resultados señalan que como respuesta a la fiabilidad del sistema de abasto, existe bajo nivel de aceptación pues los usuarios utilizan depósitos de agua, y la mayoría usa agua embotellada por desconfianza al agua directa del grifo, los encuestados piden mayor información de las políticas y problemas del agua.

En otro estudio realizado en Perth, Australia durante 1998 y 2001 (Loh y Coghlan, 2003) consistió en dos fases de trabajo. La primera fue estudiando 720 hogares en vivienda unifamiliar en el área metropolitana de Perth, en el periodo de 1998-2000. La segunda fase de trabajo fue para un grupo de 297 hogares en viviendas multifamiliares en el periodo 2000-2001. El estudio se enfocó a instalar equipo especial de medición permanente del uso del agua interior y exterior en subgrupos de vivienda, y a su vez se aplicó una encuesta para levantar datos demográficos, equipo disponible en la vivienda, y actitudes en el uso del agua. Los resultados promedio que obtuvieron del consumo y dotación que incluye uso exterior y uso interiores, se resumen en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Consumo por vivienda y Dotación de agua per cápita

Consumo	Dotación	Consumo	Dotación
Viv. Unifamiliar	Viv. Unifamiliar	Viv. Multifamiliar	Viv. Multifamiliar
(Lts/viv/día)	(Lts/hab/día)	(Lts/viv/día)	(Lts/hab/día)
1,259	376	768	351

Fuente: Water Corporation (2003)

En este sentido, Mansungu y Machiridza (2005) presentan los resultados de un estudio desarrollado en la ciudad de Harare, Zimbabwe, cuyo objetivo fue determinar la posibilidad de implementar la gestión de la demanda de agua a nivel de vivienda. El estudio fue aplicado en áreas residenciales seleccionadas con diferente estrato socio-económico y densidad demográfica. Aplicaron el instrumento de medición para levantar datos de temas relativos a la infraestructura física, la disponibilidad de información general sobre gestión de la demanda, la función de las tarifas de agua, la participación pública y la institucionalización de técnicas de ahorro del agua.

En dicho estudio, determinaron que el uso del agua varió en las diferentes áreas residenciales muestreadas, destacando que las áreas de mayores ingresos eran los más altos consumidores; mientras que las zonas de bajos ingresos fueron los de menor consumo. A la vez que los suministros impredecibles creaban inseguridad en los usuarios, generando en la mayoría de ellos un mayor consumo de agua.

Ahora bien, respecto a la determinación del consumo de agua en México, existe una guía para determinar este parámetro de acuerdo a lo establecido en el manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (CONAGUA, 2007). La información asentada en esta guía es utilizada para la elaboración de proyectos nuevos, y en proyectos que pretenden una revisión o diagnóstico a un sistema de abasto existente.

De acuerdo a esta misma normativa, el consumo de agua se determina según el tipo de usuarios, y éstos se divide según el uso, en doméstico utilizado en las viviendas, y el no doméstico para otros fines (comercial, industrial y servicios públicos). En el caso específico del uso doméstico, se enuncia una clasificación por clase socioeconómica según lo indicado en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Tipos de usuarios domésticos

Clase Socioeconómica	Tipo de vivienda
Residencial	Casa o departamentos de lujo que cuentan con dos o más baños, jardín de 50 m ² o más, cisterna y lavadora.
Media	Casa o departamento que cuenta con uno o dos baños, jardín de 15 a 35 m ² y tinaco.
Popular	Vecindades y casas habitadas por una o varias familias, cuenta con jardín de 2 a 8 m ² , con un baño, pudiendo ser compartido.

Fuente: CONAGUA 2007

De ahí que la demanda de agua total actual, es la suma de los consumos para cada tipo de usuario, más las pérdidas en la red de distribución.

En otras palabras, la demanda actual de agua, se determina sumando el consumo diario de los diferentes tipos de usuarios: domésticos, comercial, industrial, usos públicos, servicio contra incendio, y sumando las pérdidas de agua en el sistema.

Así entonces, para el caso específico de la demanda para uso doméstico actual, su valor se determina considerando la población (hab), la dotación percapita (lts/hab/día), y el incremento debido a la variación diaria denominado coeficiente de variación diaria (cvd). Siendo la dotación el valor que corresponda para el clima de la región en cuestión. Mientras que la demanda total, implicaría agregar la correspondiente al sector comercial, industrial, usos públicos y reserva contra incendio.

En ese contexto, Randolph y Troy (2008) Realizaron una investigación sobre las actitudes de conservación y consumo de agua en Sydney, Australia. Su trabajo amplía la investigación sobre los patrones de consumo de agua en el área metropolitana de Sydney, a través de una exploración del impacto que tienen los factores socio-económicos y el comportamiento de las personas en el consumo de agua en la zona urbana. El objetivo de la investigación fue explorar la manera en que el consumo de agua está influenciado por el comportamiento, actitudes y facilidades usadas en los diferentes tipos de vivienda; y buscaron conocer las diferentes opiniones de los habitantes sobre el uso del agua, actitudes y medidas de conservación. Aplicaron encuestas en los hogares de 2,174 viviendas en un muestreo estratificado. La información levantada tomó en cuenta al perfil socio

demográfico de los usuarios, el uso del agua al exterior e interior, así como el tipo de equipos utilizados en los puntos de consumo en el hogar, las actitudes respecto al uso del agua, el rango de los precios y el ahorro del agua en la casa. Concluyen destacando que la investigación sugiere fuertemente que el mero hecho de aumentar los precios del agua es poco probable que sea un método eficaz de gestionar la demanda de agua en el corto y mediano plazo. La mayoría piensa que usan una cantidad de agua por debajo de la media y pocos piensan que deben pagar más.

Un estudio de Canal de Isabel II (2008) describe el trabajo realizado en 2001-2003 y el año 2006, sobre microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid, España. Aplicaron 4,625 encuestas sobre una muestra de viviendas aleatoria y estratificada. A su vez, realizaron una monitorización de un conjunto de 292 viviendas seleccionadas a partir de la muestra encuestada, y que voluntariamente los usuarios aceptaron participar en el monitoreo de sus viviendas. Por ser insuficiente, se amplió a una muestra complementaria de 691 viviendas para el monitoreo continuo a través de medidores, cuyo registro de información fue a través emisor digital de pulsos cada segundo de los consumos realizados en las viviendas.

Derivada de la monitorización en dicho estudio, concluyen el nivel promedio del consumo de agua en viviendas unifamiliares y multifamiliares, así como la dotación al considerar la tasa de ocupación por vivienda, como se muestra en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Consumo por vivienda y Dotación de agua per cápita

Año	Consumo Viv. Unifamiliar Lts/viv/día	Dotación Viv. Unifamiliar (Lts/hab/día)	Consumo Viv. Multifamiliar Lts/viv/día	Dotación Vivienda Multifamiliar (Lts/hab/día)
2003	630	152	300	85
2006	499	116	283	81

Fuente: Canal de Isabel II (2008)

Analizan la incidencia de variables en el consumo de agua, identificando una serie de variables que mantienen una relación directa con el volumen de agua consumido en la vivienda, siendo estas: superficie de la vivienda, número de habitaciones, número de baños, y número de habitantes por vivienda.

En este mismo contexto, (Barberán y Salvador, 2010) realizaron una investigación del consumo de agua en los hogares de la ciudad de Zaragoza, España, con el propósito de mejorar el conocimiento de los factores que afectan el consumo de agua doméstica, y contribuir a las políticas de gestión de la demanda. Aplicaron una encuesta a 405 viviendas en el primer trimestre del año 2009. La encuesta se dividió en cuatro cuestionarios; el primer cuestionario general levantó datos acerca de las características de los integrantes del hogar y de sus viviendas, así como la cantidad de agua y su costo. El segundo cuestionario recolectó datos de actitudes sobre la problemática del agua y las buenas prácticas para su uso. El tercero y cuarto cuestionario se refieren al equipamiento de aparatos que utilizan agua, y la información del uso del agua a registrar en los siete días de una semana por quienes habitan la vivienda.

Complementario a la encuesta, evalúan el consumo de agua de todos los hogares de la muestra, derivado de las mediciones históricas trimestrales permanentes tomadas por el Ayuntamiento, para el periodo 2000-2009. Determinaron que la edad promedio de los integrantes del hogar tiene relación lineal con el consumo de agua; además de que el tamaño del hogar (número de personas) incide también en el consumo.

En este mismo tenor, Gascon y otros (2004) exponen los resultados de una investigación realizada en el periodo 1998-2003 en cuatro diferentes Villas de departamentos sin localizadas en el la costa este de España. Cuyo objetivo fue estimar la capacidad de ahorro de agua residencial, midiendo en detalle el consumo de agua en varios hogares. La investigación buscó obtener la distribución de los usos del agua al interior de la vivienda y las características de la demanda de agua en diferentes aparatos. Para el estudio eligen la muestra de 64 edificios de apartamentos sin jardín. Las medidas fueron realizadas en un total de 807 días entre todas las Villas alternando en diferentes puntos el equipo de medición. Los resultados fueron la obtención de los consumos de agua para los diferentes usos en el hogar, y en análisis obtienen los porcentajes de distribución del uso del agua en el interior del hogar, determinando finalmente el flujo o gasto promedio en litros por hora para cada uno de los aparatos o equipos domésticos, lo cual fue comparado con los valores límite que estipula la normatividad aplicada en España en ese momento.

En esta situación, Dube y van der Zaag (2003) presentan un trabajo el cual se centra en el estudio del abastecimiento de agua urbano en la ciudad de Masvingo, Zimbabwe. Analizan los patrones del consumo de agua en dicha ciudad que está ubicada dentro de una región propensa a la sequía. Declaran que el uso del agua está influenciado por la presencia severa de las sequías, que es cuando el suministro de agua es racionada a través de campañas intensivas, lo cual afecta la actividad económica. Tomando en cuenta que los recursos hídricos no son abundantes y los costos de crear nueva infraestructura son cada vez mayores, llega a ser imprescindible que la ciudad además de prever la demanda futura y que considere también la gestión de la demanda de agua. Algunas de las medidas que sugiere sean tomadas inmediatamente incluyen:

- Aumento del conocimiento en el uso del agua y las oportunidades de readaptación de con accesorios que reduzcan el flujo del agua.
- Reducción de presiones a través de la colocación de válvulas reductoras en la red de distribución.
- Una tarifa correctamente estructurada que anime la reducción y realce la equidad

Mientras tanto, Pedregal (2004) presenta un estudio en el cual compara los métodos de previsión de la demanda de agua urbana empleados en los planes Marco españoles en comparación con los empleados en el Plan Hidrológico de California. En el caso del Plan California, expone que las previsiones de la demanda urbana se basan en las proyecciones de población y en estimaciones del nivel de uso de agua per cápita. Las dotaciones de agua por habitante no provienen de la aplicación de valores teóricos o estándar, sino que responden a un método de cálculo que incorpora factores explicativos de orden geográfico y demográfico subyacentes a la demanda diferencial por área. Un apartado de considerable peso en estas previsiones es la medición de la reducción de la demanda causada por los efectos de los programas de conservación de los recursos, denominados Best Management Practices (BMPs) y contenidos en el documento editado en 1991 Memorandum of Understanding Regarding Urban Water Conservation in California (MOU). El Plan asume que para el año 2020 estas iniciativas serán ampliamente aplicadas en todo el Estado de California. En tanto que en los planes Marco, Hace ver que el hecho

de que se aplique un sistema teórico de dotación para todo el territorio español supone que no se tengan en cuenta factores territoriales de la demanda relacionados con diferentes niveles socioeconómicos, tipologías residenciales, o factores climáticos.

Por otra parte, respecto al análisis de las tensiones que existen en el consumo de agua, Chappells y Medd (2008), hacen un análisis de las tensiones presentes entre el consumo sostenible y equitativo de agua doméstica en Inglaterra y Gales, derivado de las sequías presentadas y de las políticas existentes. En dicho trabajo, argumentan que los análisis actuales de la demanda, que constituyen la base para las estrategias de gestión del agua eficiente y equitativa de los sistemas de tarifas, no cuenta para la diferenciación social y geográfica en su valoración del agua como un recurso. Exponen que cuando las cuestiones de la sostenibilidad social se incluyen en el proceso de tarifas, se plantean cuestiones acerca de cómo dar cuenta de los costos variables del suministro de agua para los diferentes consumidores y acerca de las bases para definir lo que se considera "normal" y "legítimo" del uso del agua en la elaboración de sistemas de precios justos y las formas de subvenciones. Más específicamente, hay una necesidad de examinar las implicaciones de la dinámica de la demanda y las consecuencias de distribución espacial de agua.

Señalan también que las estrategias futuras para establecer una mayor equidad en el consumo de agua doméstica a través de tiempo y del espacio puede requerir nuevos métodos aún no juzgado en el contexto del Reino Unido, por ejemplo, el desarrollo de nuevos contadores inteligentes en tiempo real o la introducción de tarifas más dinámicas vinculados a las prácticas específicas en determinadas épocas del día, mes o año.

En un estudio sobre Consumo de Agua Urbana, Portnov y Meir (2008) realizan una investigación para determinar los patrones de consumo de agua en las localidades urbanas en Israel. El análisis abarca entre 1997-2001 para 160 localidades urbanas de población mayor de 2000 habitantes. El estudio indicó una fuerte relación negativa entre los niveles actuales de consumo de agua en los municipios y las tasas de incremento en el consumo de agua, lo que implica que hay una tendencia general hacia la convergencia de las tasas per cápita de consumo de agua para uso residencial. Al mismo tiempo, hay una asociación positiva entre los niveles actuales de consumo de agua en el sector residencial y las tasas anuales de cambio del consumo, lo que apunta hacia una brecha creciente en el consumo

de agua entre municipios (divergencia). Según los resultados de este estudio, el aumento más rápido en el consumo doméstico de agua ocurre en los lugares con niveles de consumo relativamente bajo de agua, lo que indica una tendencia en todo el país hacia la convergencia de las tasas de consumo de agua. En otras palabras, consumo "ligero" de agua parecen alcanzar poco a poco a los residentes de los lugares "muy consumidoras de agua". Una posible razón de esto, es que el consumo de agua es posible que ya se acercara al nivel de saturación y por lo tanto no puede crecer de manera significativa a menos que se introduzcan las nuevas tendencias (albercas, jardines más grandes, etc).

En otro orden de ideas, Salazar y Pineda (2010), exponen planteamientos de alternativas a la escasez de agua, desde la perspectiva de la administración de la demanda hasta el año 2030, intentan hacer aportaciones al estudio de la demanda de agua para uso urbano, mediante la aplicación de métodos econométricos, proyectando la demanda para cuatro escenarios posibles en la ciudad de Hermosillo, Sonora. Exponen que el incremento de la población en un país trae aparejada más demanda de bienes y servicios; entre los más importantes están los públicos, como electricidad y agua potable, pues de ellos depende en buena medida la calidad de vida y el bienestar de las personas. En el marco de modelación utilizado en los métodos econométricos, consideran el consumo per cápita de agua como una función del ingreso, del precio por metro cúbico y de variables sociodemográficas y climatológicas que influyen.

En general para los cuatro escenarios considerados suponen que: en el primer escenario consideran que no hay mejoras en la administración del agua (misma eficiencia y facturación); el segundo escenario toman en cuenta un incremento gradual en la eficiencia en la cobranza hasta alcanzar en 5 años el 95%. En el tercero caso, consideran el segundo escenario más un incremento del 100% en tarifas; y en el cuarto suponen al escenario tres más la reducción del agua no contabilizada e incremento de eficiencia hasta el 85%. Estos cuatro escenarios los consideran para cinco años distintos, iniciando en 2010 y finalizando en 2030. Los resultados que obtienen en los cuatro escenarios se indican en la figura 2.1.

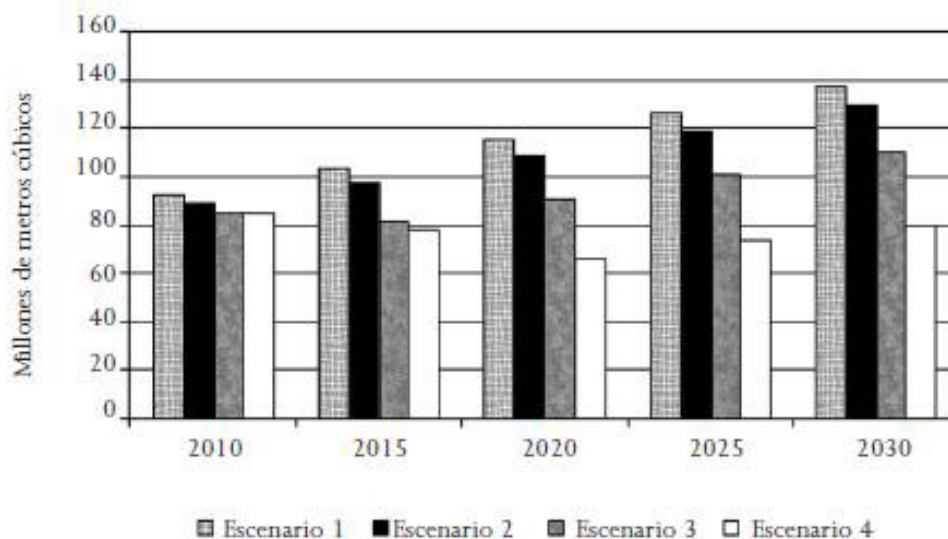


Fig. 2.1 Proyección de la demanda de agua en Hermosillo
Fuente: Salazar y Pineda (2010)

Mientras tanto, Brooks (2006) expone con claridad una definición operativa de la gestión de la demanda. Señalando primeramente que los administradores locales de agua y los funcionarios de ese sector para tratar de planificar la gestión de la demanda, se enfrentan al doble problema de la necesidad de realizar la medición cuantitativa de la eficacia de los programas específicos y políticas destinadas a mejorar la gestión de la demanda de agua en una determinada región o sector; y además de identificar los factores de cambio en la cantidad o calidad de agua exigida por esa región. En forma simple indica que la gestión de la demanda incluye cualquier acción que reduzca la cantidad de agua potable utilizada, o que mantiene el agua más limpia en el curso de lo que debería ser. Así entonces, la gestión de la demanda promete ser tan importante en este siglo, como lo fue la gestión de la oferta de agua en el pasado.

Por su parte, Kenney y otros (2008) señalan que la medida en que la futura investigación de la demanda de agua se persiga con la finalidad de informar más y capacitar a los gestores de recursos hídricos a predecir y manejar mejor la demanda de agua residencial, los investigadores tendrá que hacer progresos adicionales enfocando la interacción entre los muchos factores que ahora se sabe que influyen en la demanda.

2.2 Influencia del Crecimiento Urbano y el Clima.

2.2.1 Efecto de la Urbanización

Mirás y Rego (2004) presentan un trabajo en el que estudian el impacto del proceso de crecimiento urbano sobre la infraestructura de abastecimiento de agua en una ciudad de rango intermedio en la Coruña, España. Hacen ver que existen dos alternativas claramente diferenciadas, aunque no excluyentes, para afrontar el problema del abastecimiento urbano: por un lado, un modelo de crecimiento de la oferta y de expansión en la captación de los recursos; por el otro, un modelo de gestión integrada del sistema. Describen que paulatinamente que el mejor camino para alcanzar la seguridad en el abastecimiento de agua es la regulación de la demanda y no sólo la tradicional estrategia consistente en buscar soluciones de carácter infraestructural.

Respecto al crecimiento, Durga K.H.V. (2005), enuncia que la ciudad de Dehradun, India, se ha expandido rápidamente en la última década debido a la migración y al turismo. Argumenta que debido al crecimiento demográfico, el nivel de vida creciente, y la topografía desigual de la región existe una profunda escasez de agua doméstica en la zona. Señalan que las investigaciones actuales ya han adoptado un enfoque científico para estimar las necesidades domésticas actuales y futuras de agua con mayor precisión utilizando múltiples criterios de técnicas de análisis de decisión junto con Sistemas de Información Geográfica. De ahí que analiza la demanda de agua espacialmente en la región, así como también la densidad de población. Reitera que este tipo de análisis puede ser útil a los ingenieros o planificadores del sistema de abastecimiento de agua. En este sentido, Vairavamoorthy y otros (2008), expresan que frente a las realidades de las poblaciones en rápido crecimiento y un aumento de la urbanización y la creciente escasez de capital para nuevos proyectos de desarrollo de suministro de agua, este enfoque individual está fracasando para ponerse al día con las crecientes demandas. Por lo que, se requieren estrategias innovadoras de gestión de la demanda.

Mientras tanto, una investigación referente al incremento de la urbanización se expone por Domene y Saurí (2006) al desarrollar un estudio de la urbanización y el consumo de agua en la Región Metropolitana de Barcelona. Examinan la influencia de tres factores del

crecimiento para determinar si existe influencia en el consumo de agua residencial; consideran el tipo de vivienda, tamaño del hogar y comportamiento del consumidor. De los tipos de vivienda eligen: de alta densidad (apartamentos en edificios de varios pisos), de densidad media (apartamentos con jardín comunitario y piscina) y, la vivienda de baja densidad (condominios y viviendas unifamiliares). Para tal investigación, durante el año 2004 aplican una encuesta de 42 preguntas a un total de 532 hogares, en donde se les pidió información de los datos socioeconómicos del hogar, características de los hogares, el uso de agua, accesorios en el hogar, y el consumo total registrado en sus facturas.

Respecto a los efectos del crecimiento en los consumos por áreas homogéneas en el territorio urbano; Fontdecaba y otros (2011) desarrollan una investigación para la ciudad de Barcelona, España. Logran modelar la demanda de agua basada en la identificación de segmentos de clientes homogéneos a través del análisis de Cluster. Analizan el efecto de una lista de 27 variables de tipo socio-demográfico, territorial, económica y de nivel de estudios. La idea principal fue dividir a usuarios en segmentos en grupos socioeconómicos homogéneos a través del análisis de clusters, después de comprobar si estos grupos también fueron homogéneos con respecto al consumo de agua; finalmente, se usan estos segmentos para modelar el consumo de agua y pronosticar la demanda futura. Al final confirma, de que existe una relación entre los hábitos de consumo de agua y las características socioeconómicas.

Ahora bien, dentro del interés de conocer las implicaciones del costo del sistema de distribución de agua; Burn y otros (2002) presentan resultados de un estudio en el que se analiza el costo de los sistemas de tuberías en el servicio convencional de abastecimiento de agua, para diversos escenarios con niveles normales de reducción de la demanda de agua. Analizan las implicaciones del costo usando tuberías de diferentes clases para soportar la presión hidráulica en el flujo en el sistema de distribución. Señalan que los desarrollos urbanos en consolidación y la evolución de la zona aumentan la demanda de los sistemas distribución de agua. En ambos se encuentra los efectos del crecimiento de la población, por ello la tendencia generalizada es hacia la introducción de medidas de gestión de la demanda y el uso de fuentes alternativas. En el análisis de los resultados muestran que el uso de bajas presiones en las tuberías reduce los costos de recirculación en

los sistemas de tuberías hasta en 58% para el cluster considerado en el análisis hidráulico para 4,000 viviendas. Lo cual demostró ahorros considerables de recursos económicos.

Posteriormente, Díaz-Caravantes y Sánchez-Flores (2011), realizan un estudio de los efectos que provocó la transferencia de agua en el uso de suelo peri-urbano (área que rodea el límite urbano) de la ciudad de Hermosillo, Sonora. Evaluaron los cambios del Uso de la Tierra / Cubierta de la Tierra (LULC por su siglas en inglés) para el periodo de análisis fue 1987-2007. Mencionan que en dicha área peri-urbana hay 16 ejidos incorporando 32,000 hectáreas de una comunidad aproximada de 1,000 ejidatarios. Los ejidos que se utilizaban para cultivar trigo en la temporada del otoño-invierno y del cultivo de maíz y frijol en la temporada de primavera-verano se han convertido ahora principalmente al crecimiento de hierba para alimentar al ganado. Determinan cómo la expansión urbana ha afectado los recursos hídricos y las tierras de las pequeñas comunidades agrícolas (ejidos) en la zona peri-urbana en el contexto de la sequía. Concluyen que los 16 ejidos, se vieron afectados negativamente por las estrategias de abastecimiento de agua de la ciudad hasta cierto punto, derivado del crecimiento intenso urbano. Las tierras agrícolas registraron una disminución general de 1130 y 4340 hectáreas en cada período.

Derivado del proceso de dispersión creciente de las actividades en el territorio, se está originando una ocupación extensiva del suelo, que dilapida los recursos, naturales y económicos, más allá de las necesidades propias al crecimiento de su población residente (Santos y otros, 2013). Existen pocos estudios que comparan los diferentes patrones de consumo de agua del urbanismo compacto versus urbanismo difuso o que intenten analizar cómo los diferentes factores influyen en el consumo de agua doméstica (March y Saurí, 2010). Para Shandas y Parandvash (2009) resulta que modificar el patrón físico del desarrollo urbano es una forma de tener en cuenta para aumentar la conservación del agua.

En otro orden de ideas, respecto al tiempo de existencia del espacio urbano construido. El periodo histórico en el cual se desarrolló un determinado espacio de la ciudad puede marcar características físicas y sociales particulares de dicho espacio. De igual manera ese mismo espacio, con el transcurso del tiempo, sufre transformaciones que no se manifiestan de la misma manera en otros espacios desarrollados antes o después (Álvarez, 2011).

2.2.2 Influencia del Clima

Los desafíos duales del rápido crecimiento y el cambio climático han causado que muchas tierras y los gestores del agua en la Ribera Occidental busquen nuevas formas de reducir consumo de agua en zonas urbanas. En el pasado, la típica conversación sobre gestión de la demanda de agua se ha centrado en los sistemas de fijación de precios, de las estructuras tarifarias, programas de conservación obligatorios y voluntarios, tales como las restricciones de agua al aire libre y las rebajas, y la educación del público en general. Más recientemente, la atención se ha desplazado a consideraciones más profundas, más estructurales que implican la forma del desarrollo urbano, utiliza patrones de suelo, tipos de cobertura de la tierra en la ciudad y el consumo de agua, estilos de vida que son la norma en muchas nuevas comunidades planificadas maestras. La práctica del desarrollo urbano sostenible implica la consideración de los patrones de la calles, tamaño de bloque y forma, configuración del lote, diseño de parques y espacios públicos y el uso de superficies impermeables, aunque hay todavía considerable desacuerdo sobre los impactos específicos de dichos atributos en el contexto global de sostenibilidad (Guhathakurta y Jabareen 2010).

Existen declaraciones diversas sobre los efectos del cambio climático en las zonas urbanas, se señala que todos los continentes, algunas ciudades deberán soportar climas más secos y otras se enfrentarán a precipitaciones intensas. De cualquier forma los veranos causarán mayores estragos y la erosión y el hundimiento de los suelos tendrán un efecto profundo en la disponibilidad y la calidad del agua. En México las estimaciones de un aumento en la temperatura de entre 2 y 4 °C provocarán alteraciones en la precipitación, principalmente en el norte del país, donde se espera una menor frecuencia de lluvias en promedio, sequías más frecuentes e intensas y una disminución del escurrimiento. Al incrementarse los requerimientos de agua habrá menor disponibilidad natural del líquido, lo cual configura un escenario de creciente escasez (González y Márquez, 2008). De ahí que a partir de ya, será trascendental y de mucha importancia la optimización de los recursos hídricos y energéticos, aspectos que deben prevalecer en los sistemas de suministro de agua.

En una investigación sobre la variabilidad de la demanda de agua y el clima de verano realizado en Albuquerque, Nuevo México, E.E.U.U., Gutzler y Nims (2005) dan a conocer

sus resultados. La ciudad de Albuquerque depende 100% de la extracción de aguas subterráneas en la región. El sector que utiliza más agua es el sector residencial con 53.8% del total de la demanda. Evalúan la demanda de agua en la escala de tiempo estacional concentrándose en la demanda de agua residencial durante el verano. En el estudio utilizan los datos del clima local y de la demanda de agua para desarrollar un modelo de regresión simple para estimar los efectos de la variabilidad climática interanual en el uso del agua. Concluyeron que la demanda de agua demostró tener una tendencia evidente relacionada con el crecimiento demográfico y un ciclo estacional con un máximo a principios de verano. Observan que el uso del agua aumenta dramáticamente durante el verano, debido principalmente a un mayor uso del agua al aire libre

Así entonces, el efecto del clima en el consumo de agua en otras regiones es evidente. Tal es el caso de los resultados obtenidos por Mukhopadhyay (2001), quien investigó los factores determinantes del consumo de agua en 48 residencias de Kuwait, con mediciones continuas durante 56 semanas. Compara varios modelos utilizando regresión lineal múltiple. En sus resultados destaca que el consumo promedio obtenido de 814 lts/hab/día es de los más altos en el mundo. Los factores que inciden son: número de baños, nivel de ingreso en el hogar, número de habitaciones, tamaño del hogar y el tamaño del jardín.

En otra parte de América, la evaluación del efecto de la variabilidad climática en el uso del agua residencial en Phoenix, Arizona, fue realizado por Balling y Gober (2006), quienes utilizan el uso de agua mensual y anual: Una base de datos en el periodo 1980 y 2004 del promedio anual de los litros per cápita por día. El segundo grupo de datos consistió en los registros mensuales de las propiedades residenciales unifamiliares entre 1995 y 2004. Los datos se derivan de varias estaciones meteorológicas dentro de las divisiones de clima relativamente homogéneo. Las temperaturas se aproximan a 0 ° C en noches de invierno a más de 45 °C en verano. El sector doméstico consume dos terceras partes del total de agua utilizada en Phoenix. Explica que en sus resultados son estadísticamente significativos las relaciones entre las condiciones climáticas y el uso del agua en la ciudad. Los coeficientes del modelo de regresión indican que los cambios en la temperatura, precipitación y/o condiciones de sequía afectan al uso del agua.

Así también, Guhathakurta y Gober (2007), estudiaron el impacto de la Isla de Calor Urbano sobre el uso del agua residencial también en la ciudad de Phoenix, Arizona, cuyo objeto de estudio fue determinar si el uso de agua residencial en Phoenix era afectada por los efectos de la Isla de Calor, que dan lugar a temperaturas nocturnas más altas y comprimen la diferencia entre máximos y mínimos de temperatura diaria. La información de las variables climáticas a nivel de sección censal les permite el beneficio utilizar Sistemas de Información Geográfica para conocer la distribución espacial de las temperaturas mínimas y máximas en la zona urbana. Los atributos de las variables independientes fueron: el ingreso medio de los hogares, tamaño medio del hogar, tamaño medio del lote, edad media de las viviendas unifamiliares, porcentaje de unidades unifamiliares con piscinas, área media de superficie de la piscina, porcentaje de viviendas unifamiliares con enfriadores evaporativos (enfriadores que usan agua), índice de vegetación, porcentaje de viviendas ocupadas por propietarios, abastecimiento de agua reciclada para algunas viviendas, la media del valor del suelo. Las variables relacionadas con la vivienda fueron los predictores más importantes de los usos de agua residencial.

Situación distinta es en Hamilton, Nueva Zelanda, donde prevalece un clima subtropical y templado, con temperatura máxima de 31 °C, y resulta que el clima no es un determinante en el consumo de agua. El factor más incidente es el crecimiento demográfico (Ruth y otros, 2007). Así entonces los gestores del agua urbana, pueden influir tanto en la demanda como en el suministro de agua considerando la adaptación al cambio climático (O'Hara y Georgakakos, 2008). Por lo que, entender la sensibilidad del uso del agua local a las variaciones en el clima es un primer paso hacia el diseño de políticas de conservación de agua, centrado en la reducción del uso de agua al aire libre y dirigidas a barrios o vecindarios en donde es alto el uso al aire libre (Balling y otros, 2008).

2.3 La aplicación de teorías específicas

Una investigación desarrollada por (Shearer, 2009) en Queensland, Australia, indica como objetivo identificar algunos de los factores determinantes del uso de agua en los hogares y los tipos de hogares que respondieron más favorablemente a las medidas del lado de la demanda. La zona de estudio tiene un clima subtropical, sin temperaturas

extremas. Los hogares residenciales utilizan en general un 76% del total de los suministros de agua urbana, de ahí las viviendas unifamiliares utilizan el 59% de la oferta total. El análisis espacial fue apoyado por una encuesta cuestionario, que incluía preguntas cuantitativas y cualitativas sobre el uso del agua en los hogares y el comportamiento, se aplicaron 1,680 encuestas. Utiliza complementariamente un conjunto de datos consistente en el consumo de agua del periodo 2006-2009 derivado de la medición y registro por parte del organismo operador. En su análisis aplicaron regresión lineal múltiple, previamente un análisis de correlación con el criterio de Spearman; después análisis factorial, luego para ver el efecto psicológico aplica la teoría de modelo de ecuaciones estructurales.

Determina que los conductores más significativos para el alto uso del agua fueron las características estructurales; piscinas, tamaño del lote y valor de la tierra. Sin embargo, el uso de agua en los hogares también fue influenciado por factores socio-demográficos, particularmente por el tamaño medio del hogar. No obstante, los hogares más pequeños utilizan más agua percapita. Las variables socioeconómicas ingreso y empleo también fueron significativas para mayores niveles de consumo de agua.

En otro contexto, Shandas y Parandvash (2009) desarrollan una investigación en Portland Oregon, E.E.U.U. para cuantificar la influencia de zonas específicas y las características estructurales de desarrollos urbanos en el consumo de agua en una región metropolitana. Para ello, utilizaron Sistemas de Información Geográfica (SIG) para caracterizar 122,550 lotes de diferentes usos del suelo y estadísticamente asociadas a las formas urbanas y las características sociodemográficas de los usuarios del agua con los datos empíricos sobre el consumo de agua durante un período de cinco años. Evaluaron el consumo de agua para las viviendas residencial unifamiliar (SFR), residencial multifamiliar (MFR), comercial, industrial y el uso del suelo a nivel de lote. En el análisis estadístico buscaron la asociación entre el consumo del agua y el uso del suelo para cada año, y posteriormente determinan el modelo utilizando regresión múltiple, efectuando diversas combinaciones con las variables independientes. Para el año 1999 encontraron una correlación fuerte y significativa entre el área de cada uso del suelo y el consumo de agua ($R^2= 0.74$). Para el año 2002-05, las viviendas SFR, el uso comercial-industrial y el uso MFR son significativas, lo que ayuda a explicar el 55% a 64% del consumo total de agua.

El segundo modelo de regresión examinó el total de área construcción de todos los usos de la tierra y el total de agua consumida. Los resultados sugieren que la cantidad de área de construcción para cada uso del suelo explica una mayor proporción de uso total de agua. El R^2 ajustado para los cinco años examinados sugiere que entre 92% y 78% del uso total de agua se puede predecir por el total de espacio construido de SFR, MFR y los desarrollos de uso comercial-industrial. El último modelo de regresión examinó el impacto de las características de hogar y barrio SFR en el consumo de agua para el año 2005. Los resultados indican que tanto la forma urbana como las variables sociodemográficas contribuyen a y son importantes para explicar el consumo de agua. Por ejemplo, resaltan que un incremento de 9.3 m² de desarrollo SFR genera un aumento aproximado de 3.7 millones de litros de agua que se consumen al año.

Por otro lado, una investigación realizada Wentz y Gober (2007), en Phoenix, Arizona, E.E.U.U, para examinar los efectos de las características de la vivienda en el consumo de agua residencial a nivel censal. Utilizaron dos modelos de consumo de agua; uno de regresión lineal múltiple por mínimos cuadrados ordinarios (OLS) y otro de regresión geográficamente ponderada (GWR) para analizar la relación espacial de las variables, y estimar los coeficientes que revelan la sensibilidad del consumo de agua a la variación en las características de la vivienda y hogar. La variable dependiente fue el consumo de agua promedio de los hogares unifamiliares por sección censal de registros mensuales en el año 2000. Las variables independientes fueron: promedio del tamaño de hogar unifamiliar (personas), el porcentaje de viviendas con piscinas (%), el tamaño promedio de los lotes (m²), y el tipo de vegetación por cada sección censal (%). La hipótesis planteada fue que el uso del agua al aire libre sería una función del tamaño del lote, el porcentaje de unidades de vivienda con piscinas, y las prácticas de jardinería. El modelo de regresión arrojó el 64% de la variación ($r^2=0.64$). Las variables más influyentes fueron el tamaño promedio de los lotes (m²) y la prevalencia de las piscinas en una zona censal (%). Señalan que un aumento de 1 m² en el tamaño promedio de los lotes incrementa la demanda anual de agua en 24 litros, un aumento de 1% en la incidencia de piscinas levantó la demanda promedio anual de los hogares por 4,631 lts. El porcentaje de vegetación mesic y el tamaño medio del hogar son significativos, pero no tan importantes como las otras dos.

Aclaran que el resultado en el modelo GWR superó al modelo OLS, y explicó, en promedio 84.8% ($r^2 = 0.85$) de la variación en la demanda de agua. Dicho modelo también proporciona una explicación estadística espacial significativa a la variable porcentaje de piscina (%), y la otra variable altamente significativa es el tamaño de los hogares (personas) en la explicación de la demanda de agua en toda la ciudad de Phoenix. Indican que un aumento en el tamaño del hogar de una persona incrementó el uso del agua por 102,714 litros en algunas zonas y 40,720 en otras en promedio anual, respectivamente.

Por otra parte, House-Peters y otros (2010) desarrollan una investigación en Hillsboro, Oregon, E.E.U.U. Usando datos de consumo del agua a nivel de sección censal para determinar si la variación en el consumo de agua doméstica en dos años distintos, 2004 (un verano de clima promedio) y 2006 (un verano de sequía), se puede explicar por variables socioeconómicas y las características físicas de la propiedad. También analizan la relación entre los determinantes del consumo de agua en vivienda residencial unifamiliar (SFR) y la sensibilidad a las variaciones en el clima, incluyendo sequía y la variación estacional interanual. Los registros de agua de vivienda residencial unifamiliar para el período de estudio fueron obtenidos del departamento de agua de la ciudad de Hillsboro. Los datos de nivel del hogar fueron agregados a la escala de sección censal utilizando la herramienta ArcGis. Las cuatro variables explicativas socioeconómicas utilizadas fueron: promedio del ingreso, nivel de educación promedio (%), tamaño promedio del hogar, y edad media de la población. Mientras que las cinco variables explicativas de las características físicas de la propiedad son: tamaño al aire libre (m^2), construcción promedio por año, tamaño del lote (m^2), tamaño de la construcción (m^2) y el valor total de la propiedad.

Utilizaron ArcGis para trazar espacialmente cada una de las variables dependientes y evaluar visualmente la existencia de un patrón espacial de bajo y alto consumo de agua. Para obtener el grado de dependencia espacial del consumo calculan el estadístico I de Moran a través del software GeoDa para cada uno de los variables de consumo de agua. Utilizan regresión múltiple para determinar las variables independientes que explican la variación del uso de agua base interior y el uso estacional en toda el área de estudio. Posteriormente generaron modelos de regresión espacial de retraso para corregir la influencia de residuales correlacionadas espacialmente y patrones de auto correlación

espacial dentro del área de estudio. Concluyen indicando que las variables físicas de la propiedad y las variables socioeconómicas tienen un impacto en la demanda de agua.

2.4 Variables utilizadas en investigaciones similares

La investigación teórica que soporta a la presente investigación doctoral, se realizó de manera amplia para lograr identificar las variables utilizadas en otras investigaciones en diferentes partes del mundo, en la temática del consumo de agua potable en zonas urbanas. Esto permitió integrar a manera de resumen, grupos de variables independientes que tienen cierta semejanza en los estudios realizados en diversos continentes.

En todos los casos la variable dependiente considerada fue el consumo de agua doméstica. Por lo que, un resumen de las variables independientes, los autores y lugar, se indica en la tabla 2.4 siguiente:

Tabla 2.4 Resumen de variables utilizadas en investigaciones similares

Autor (es)	Variables utilizadas en el análisis del Consumo de agua doméstica urbana
Mukhopadhyay et all (2001)	Número de baños, número de habitaciones, tamaño del hogar, nivel de ingreso, temperatura, humedad relativa, área de jardín.
Gutzler y Nims (2005) Albuquerque, Nuevo México.	Temperatura, Precipitación
Domene y Saurí (2006)	Ingreso familiar, precio del agua, tipo de vivienda, tamaño del hogar, superficie de vivienda, área de jardín, presencia de alberca,
Wentz y Gober (2007)	Tamaño promedio del lote, tipo de vegetación, tamaño del hogar, presencia de alberca.
Harlan, S. et all (2007)	Superficie de construcción de la vivienda, años de antigüedad de la vivienda, equipo de enfriamiento evaporativo (cooler), presencia de jardín y tipo, años de residencia en Phoenix, medidas de ahorro de agua que utiliza, ingreso en el hogar, tamaño de alberca, precipitación media mensual, temperatura máxima diaria promedio mensual.
Franezik y Chang (2009)	Ingreso medio, tamaño del hogar, población, precipitación, temperatura, tamaño medio del lote.
Shandas y Parandvash (2009)	Ingreso medio, personas con educación universitaria, área zona comercial. Industrial, área de zonas desocupadas, área construida, vivienda unifamiliar, vivienda multifamiliar.
Fox, C., McIntush, B.S., Jeffrey, P. (2009)	Número de cuartos de baño, Tipo de construcción de la vivienda, Presencia de jardín.

Fontdecaba et all (2010)	Ingreso percápita, tamaño del hogar, % población sin estudios, % población (estudios primaria y est secundaria), densidad de población, % habitantes mujeres, % de población (0-14, 15-24, 25-65 y más de 65 años edad), % de vivienda (60-90,y .>90 m2).
Chang et all (2010)	Tamaño de vivienda, número de habitaciones, densidad de construcción, edad de la vivienda.
H. Peters et all (2010)	Ingreso medio, nivel de educación, tamaño del hogar, edad media de la población, tamaño del lote, años de la vivienda, valor total, área exterior.
March y Saurí (2010)	Ingreso percapita, tamaño del hogar, tasa de envejecimiento, tasa de crecimiento de población, densidad de población, precipitación, temperatura.
Zhou et all (2010)	Temperatura maxima diaria, precipitation.
Shearer (2010)	Área del lote, precio de venta, valor del suelo, presencia de alberca.
Makki, A.A. et al., (2011)	Tamaño y características del hogar (tamaño, genero, edad, Sociodemográficas (rango de ingreso anual, ocupación, nivel de educación) y Tasa de eficiencia (control del flujo del agua por intervalos.)

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Marco normativo y política hídrica en México

2.5.1 Normatividad federal

El marco de actuación de la normativa y política de agua realmente es complicado. El flujo normativo se inicia en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917, pasando por normativa federal, estatal y municipal, además de los órganos de consulta y comisiones. Podríamos formularnos varias preguntas, pero una de las más importantes es si realmente se ha cumplido. El artículo 27 constitucional establece que la propiedad de la tierra y sus aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde a la nación. En el Artículo 115 Constitucional se establece en su fracción III, entre otras atribuciones, que el suministro de los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de las aguas residuales es responsabilidad de los municipios.

Por otra parte, el 16 de enero de 1989, se crea la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la cual es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Derivado del artículo 27 constitucional, se reforma y se crea en el año de 1992 la Ley de Aguas Nacionales (LAN), la cual reglamenta dicho artículo 27 en materia de Aguas Nacionales; y es de observancia general en todo el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Posteriormente, el 4 de enero de 1994, se crea el Reglamento de la LAN, cuyo propósito es reglamentar la propia Ley de Aguas Nacionales.

De acuerdo a la LAN; la CONAGUA en el Nivel Regional Hidrológico–Administrativo se organiza a través de Organismos de Cuenca, y se apoyan en Consejos de Cuenca en la consecución de la gestión integrada de los recursos hídricos en las cuencas hidrológicas y regiones hidrológicas. Los Organismos de cuenca, son unidades técnicas, administrativas y jurídicas especializadas. Son responsables a través del Titular (director general) del Organismo que corresponda, del ejercicio de la autoridad en la materia y de gestión integrada de los recursos hídricos, incluyendo la administración de las aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes. Existe un Consejo Consultivo por cada Organismo de Cuenca; integrado por titulares de diez dependencias federales de la localidad respectiva, más un representante de las presidencias municipales, y uno del ejecutivo estatal. Todos con voz y voto. A su vez, el Consejo Consultivo cuenta con un representante designado de entre los representantes de los usuarios o los consejos de cuenca existentes, el cual tendrá voz, pero no voto.

Por otro lado, según el art. 13 de la LAN, Los Consejos de cuenca son órganos colegiados de integración mixta, de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría entre la CONAGUA y las dependencias y entidades de la instancia federal, estatal, municipal y los representantes de los usuarios del agua y de las organizaciones de la sociedad, de la respectiva cuenca hidrológica o región hidrológica.

Para la labor de gestión del agua, existe un total de trece Regiones Hidrológico-Administrativas en el país, las cuales se identifican en la figura 2.2.



Fig. 2.2 Delimitación de regiones hidrológicas-administrativas
Fuente: CONAGUA (2010).

Puede verse que al Estado de Sonora, le corresponde la región II, denominada Noroeste. El límite geográfico de estas regiones va más allá del límite territorial de las entidades federativas, ya que lo define el límite de extensión geográfica de los acuíferos. En el caso de Nuevo León, le corresponde la región VI, identificada como Río Bravo.

Ahora bien, los Consejos de Cuenca se establecen por cada cuenca hidrológica o grupos de cuencas hidrológicas que inciden en la región. Según el artículo 13 y 13BIS1 de la LAN los Consejos de Cuenca no están subordinados a la CONAGUA o a los Organismos de Cuenca.

Los Consejos de Cuenca se integran por:

- La Asamblea General de Usuarios
- El Comité Directivo del Consejo de Cuenca
- La Comisión de Operación y Vigilancia del Consejo de Cuenca, y
- La Gerencia Operativa.

Para el ejercicio de sus funciones el Consejo de Cuenca se auxilia de las Comisiones de Cuenca, y estas a su vez, por Comités mixtos. Existe otra sección de control normativo denominada: Regiones Hidrológicas, identificándose un total de 37 regiones, figura 2.3.



Fig. 2.3 Delimitación de las regiones hidrológicas
Fuente: CONAGUA (2010)

Según la distribución de la figura anterior, el Estado de Sonora se integra en dos regiones hidrológicas, la región 8 y 9, denominadas Sonora Norte y Sonora Sur, respectivamente. Mientras que Nuevo León, se integra en la región 24 identificada como: Bravo-Conchos.

Dentro del marco normativo federal, existe también la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (LFDMA), es aplicada por el gobierno federal. La cual básicamente establece los derechos que deben pagarse por el uso, explotación y disposición de las aguas nacionales. Su actualización es de carácter anual, y se adjunta al proyecto fiscal de cada año.

Esta Ley, en su capítulo VIII describe el articulado en materia de agua. Así por ejemplo, en su artículo 223 se describe el importe a pagar del derecho sobre agua ya sea de fuentes superficiales o subterráneas, por cada metro cúbico. El artículo hace una diferenciación en el caso de los organismo operadores de agua (empresa pública), que tienen concesión de

uso y manejo del agua y la utilicen para el suministro a centros de población, las tarifas que le asigna la ley es por cada mil metros cúbicos que destinen. El importe es según la zona donde se localice, y definida en esta Ley (fig. 2.4). En el país se identifican 9 zonas. En el caso del artículo 276 se habla de la obligatoriedad de efectuar el pago.

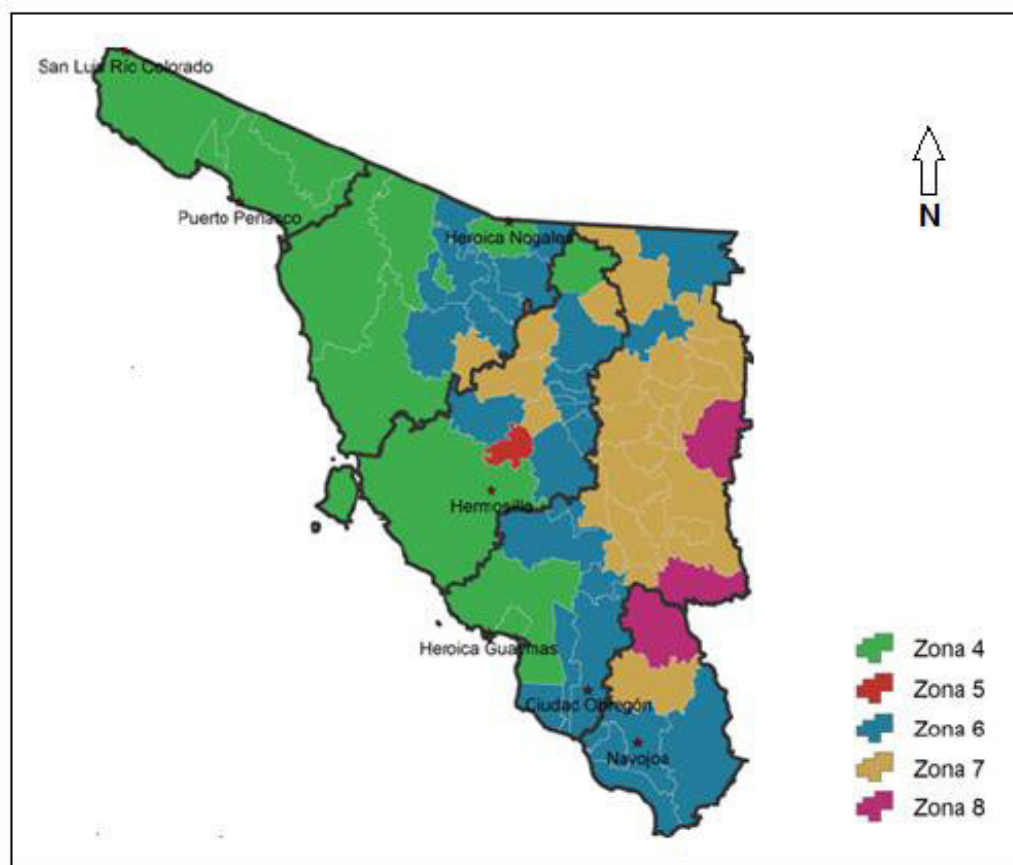


Fig. 2.4 Zonas de disponibilidad de aguas nacionales en Sonora
Fuente: CEA (2008)

Lo paradójico de tales cobros, es que siendo el uso agrícola el mayor consumidor de agua, históricamente ha estado prácticamente exento de pago de impuestos por el uso del agua (Bazant, 2009). Los importes que tiene asignada la tarifa de impuestos del uso agrícola son muy bajos comparados con los del uso urbano.

Otra Ley dentro del marco federal, es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Esta Ley es reglamentaria de la Constitución Política de México, en lo referente a la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Es información de interés lo establecido en la fracción V del artículo 1 de esta Ley, estipulando establecer las bases para: que el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo y el agua y los demás recursos naturales sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad...

Por el otro lado, la sección V denominada Evaluación del Impacto Ambiental, de esta Ley, describe la obligatoriedad de que los proyectos de obras de infraestructura e industria, incluyan el estudio de Impacto Ambiental, según el artículo 28 de esta sección. Esto es una condición a la que deben sujetarse las obras proyectadas y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico.

Durante el mes de julio y agosto del año en curso 2013, se ha difundido información oficial en Sonora referente a la reconsideración del estudio de Impacto Ambiental del Acueducto Independencia, obra de reciente construcción, y cuyo propósito persigue dotar de agua a la zona urbana de la ciudad de Hermosillo; extraída dicha agua de la presa Plutarco Elías Calles “El Novillo” ubicada a 150 km de esta ciudad (el capítulo 3 amplía esta situación).

El punto en controversia sobre dicho acueducto, llevó a la Suprema Corte de Justicia de la Nación, a instruir a la SEMARNAT, para que se revise el estudio de impacto ambiental referido, y otorgue audiencia a los miembros de la tribu Yaqui. La discusión se ha centrado, sobre la negativa de la tribu Yaqui a la operación del acueducto y a la extracción del agua de tal presa, para el envío de agua hacia la ciudad de Hermosillo. Su argumento principal es que el agua de la presa es, y debe ser destinada por derechos al Valle del Yaqui, en donde se localizan las tierras agrícolas de la etnia Yaqui, y cuyo río que escurre por la cuenca respectiva, lleva el mismo nombre: Río Yaqui. Esta situación es evidencia, sobre la competencia del agua urbana vs el agua agrícola, o viceversa; e indudablemente este tipo de problemas se hace más álgido cuando se mezclan intereses de carácter político.

Para Hummel y Lux (2007) existe una amplia gama de factores sociales, políticos, económicos y técnicos con influencia en los sistemas de abastecimiento de agua. Por su parte, Gwebu, TD (2002) declara que los problemas del rápido crecimiento de la población, las fluctuaciones de las precipitaciones, y las finanzas son todas serias

preocupaciones para los planificadores. No obstante, estos problemas son aún más complicados y agravados por factores políticos y administrativos.

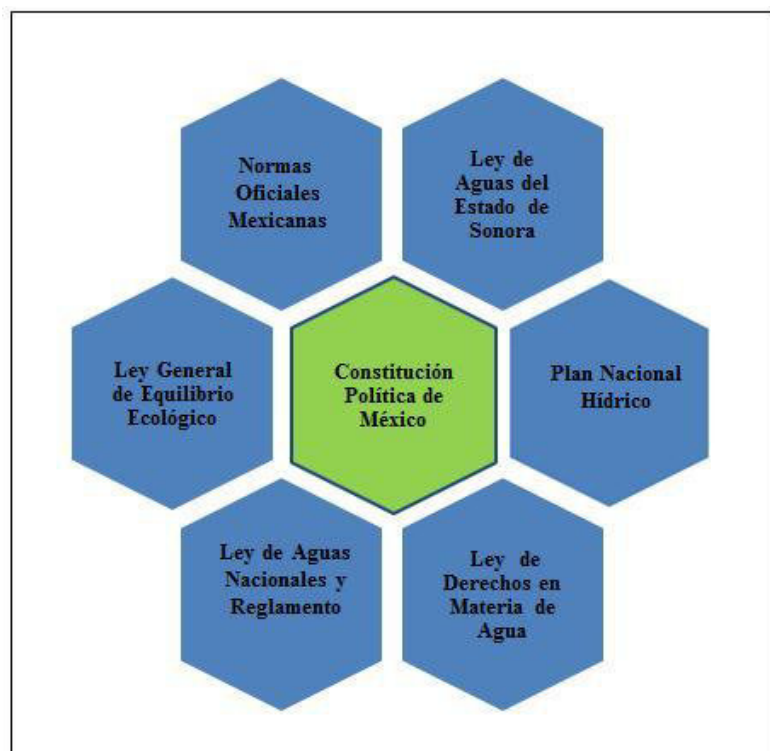


Fig. 2.5 Marco normativo en materia de agua
Fuente: Elaboración propia

2.5.2 Normatividad Estatal

Existen Normas Oficiales Mexicanas que son de observancia y aplicación en la operatividad de la gestión del agua en los estados y municipios del país. Tal es el caso de las normas que se refieren a los sistemas de agua potable y las referidas a las descargas de las aguas residuales, de modo que las de mayor aplicación en el caso de agua potable pueden resumirse en lo siguiente (CEA, 2008) :

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.

NOM-002-CNA-1995. Atiende la exigencia de las características de la toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable, especificaciones y métodos de prueba

NOM-003-CNA-1996. Establece los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos, al referirse a los requisitos mínimos de construcción que se deben cumplir durante la perforación.

NOM-117-SSA1-1994. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica.

Ahora bien, en respuesta a la inducción hacia una nueva organización del servicio de agua potable, los gobiernos de los estados comenzaron a construir un marco legal propio con el fin de incorporar los lineamientos y criterios de CONAGUA, iniciándose este proceso desde el año 1990, llegando a 1996 con avances en el 45% de los estados; promoviendo Sonora su propia Ley a partir de mayo de 1992 (Pineda y Alcántara, 2008).

La Ley de Agua del Estado de Sonora, desde creación ha tenido varias reformas, la más reciente es la reforma signada a partir octubre de 2011.

Por otro lado, llama la atención, lo establecido en el artículo 1º de esta Ley estatal, donde se refiere en términos generales a la planeación y programación hidráulica, manejo y conservación del agua en la prestación de servicios, proyectos y obras relacionadas con los recursos hídricos en el marco del *desarrollo sustentable* del estado.

Sin embargo, es más notorio lo enunciado en la fracción VI del artículo 15.- El Programa Sectorial de Aprovechamiento Sustentable del Agua del Estado contendrá como mínimo:

VI.- Los requerimientos de investigación y capacitación en materia de agua y servicios públicos hidráulicos, la orientación social sobre la problemática derivada de los diagnósticos y sus soluciones; y la creación de una cultura del agua acorde con la realidad estatal.

De igual manera, es distinguible y con una gran área de oportunidad, que lejos de quedar en letra “muerta”, tenga aplicabilidad en el corto plazo, por lo menos en términos de que el

Estado muestre un rostro más sustentable. Me refiero a lo establecido en el artículo 40.- Del Fomento al Desarrollo Hidráulico Sustentable. El cual enuncia que se establecerá un *Fondo Estatal de Fomento para el Desarrollo Hidráulico Sustentable*, mismo que será administrado a través de un fideicomiso que al efecto constituya el Ejecutivo del Estado.

2.5.3 Contexto hídrico

En el suministro de agua urbana, la CONAGUA declara en el Plan Nacional Hídrico (PNH) 2007-2012, que si bien la gran mayoría de los organismos operadores del país son públicos. Un aspecto que preocupa es el relativo al desordenado crecimiento de algunas ciudades, el cual no puede ser soportado por las fuentes de abastecimiento de agua actualmente disponibles. Por ello, es indispensable que los municipios cuenten con planes de ordenamiento territorial basados en la disponibilidad de agua y que garanticen su cumplimiento. En dichos planes se debe regular el crecimiento sustentable de los desarrollos inmobiliarios y considerar en su caso, la declaración de las reservas de agua que sean pertinentes para asegurar el abasto a los grandes centros urbanos; en este contexto, es necesario que además intensifiquen las acciones encaminadas a incrementar la eficiencia física en la distribución de agua, ya que persisten pérdidas importantes por fugas en las redes, las cuales oscilan entre el 30 y 50% (CONAGUA 2008).

Sin embargo, el aseguramiento de esta situación del suministro de agua a los centros de población, se torna complicado, y se vislumbra difícil si continúa la misma política de crecimiento urbano -sin control- y persisten las bajas eficiencias físicas y administrativas en los sistemas de abastecimiento. Una de las razones difíciles de tal situación, es la de carácter hídrico, referida a la poca disponibilidad de agua subterránea en distintas partes del país, sobre todo en las zonas áridas y semiáridas.

En general para el caso de las aguas subterráneas en México, se tienen decretadas 145 zonas de veda publicadas entre 1948 y 2007. Específicamente en Sonora, los principales acuíferos (de mayor volumen de agua) sufren de sobre-explotación. Se han decretado zonas de veda, tipos I, II y III (CONAGUA 2009):

I.- Zonas de veda en las que no es posible aumentar las extracciones sin peligro de abatir peligrosamente o agotar los mantos acuíferos.

II.- Zonas de veda en las que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos.

III.- Zonas de veda en las que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

En la figura 2.6 indica los tipos de veda en el país por región hidrológica-administrativa, en ella sobresale la región hidrológica-administrativa II (Noroeste) notándose los tipos de veda I y II. Sin embargo, en casos extraordinarios el agua para uso doméstico y uso urbano, tiene el gran beneficio de que se pueda explotar el agua del subsuelo en el sentido de que la veda puede levantarse parcial o totalmente, según lo establece el artículo 41 de la LAN.

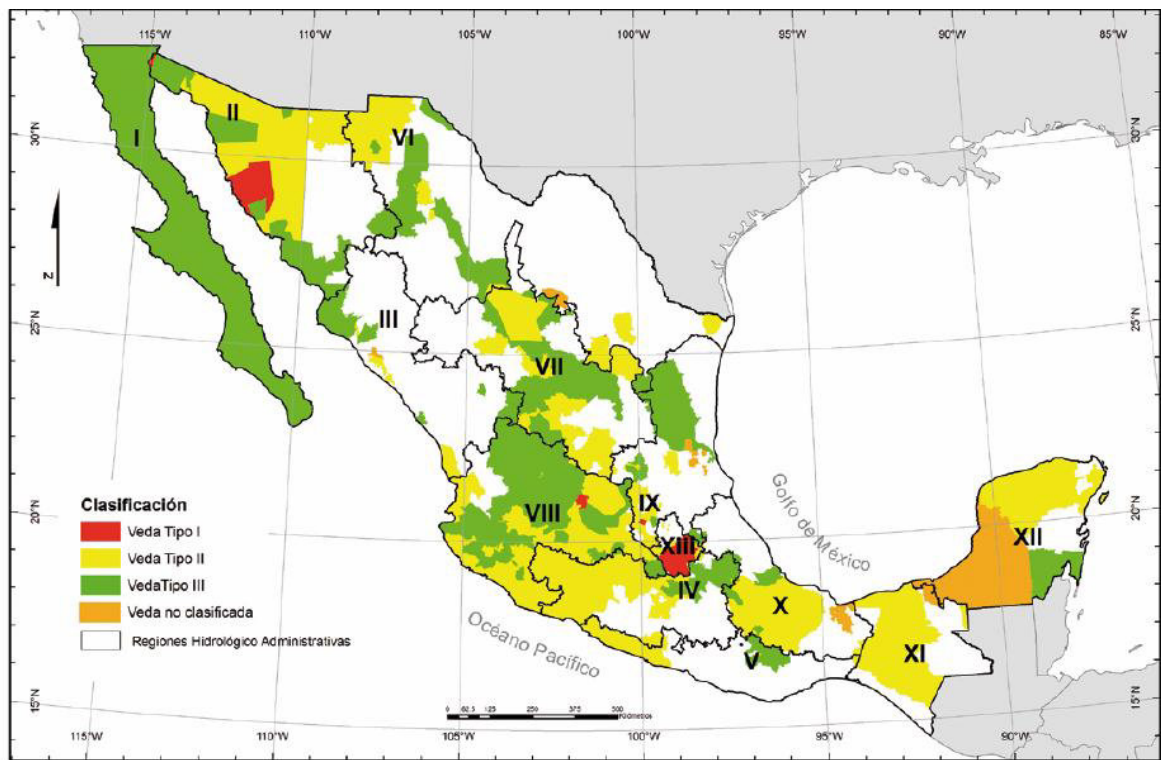


Fig. 2.6 Zonas de veda de agua subterránea
Fuente: CONAGUA (2009)

Respecto a la disponibilidad de agua superficial, el panorama es muy diverso según la región en donde se localice el área de estudio. De ahí que dos terceras partes del territorio se consideran zonas áridas o semiáridas, con precipitaciones anuales menores a los 500

milímetros, mientras que el sureste es húmedo con precipitaciones promedio que superan los 2,000 milímetros por año (CONAGUA, 2012). El clima que prevalece en Sonora se considera que aproximadamente en 95% del territorio los climas son muy secos, secos y semisecos; donde prevalecen altas temperaturas y escasa precipitación, (CONAGUA, 2010). En esa clasificación de climas, los climas muy secos son del tipo desértico que abarcan prácticamente el 46% de la superficie de Sonora.

La disponibilidad natural media de agua per cápita al año 2010, en la Región Hidrológica Administrativa II Noroeste, identificada como agua renovable per cápita fue de 3,161 m³/hab/año, que en su proyección al año 2030 tomará un valor de 2,828 m³/hab/año (CONAGUA, 2012). Es decir se tendría una disminución en la cantidad de agua per cápita del 11.5%, equivale prácticamente a una disminución de 0.55% por año.

Esta ausencia de agua en esa región II se puede apreciar en otro enfoque con los valores de la precipitación media en dos periodos distintos: 1971-2000 y en el año 2011. La figura 2.7 ilustra dicha representación, cuyos valores están muy por debajo de la precipitación media nacional considerada de 760 mm para tales periodos (CONAGUA 2012).

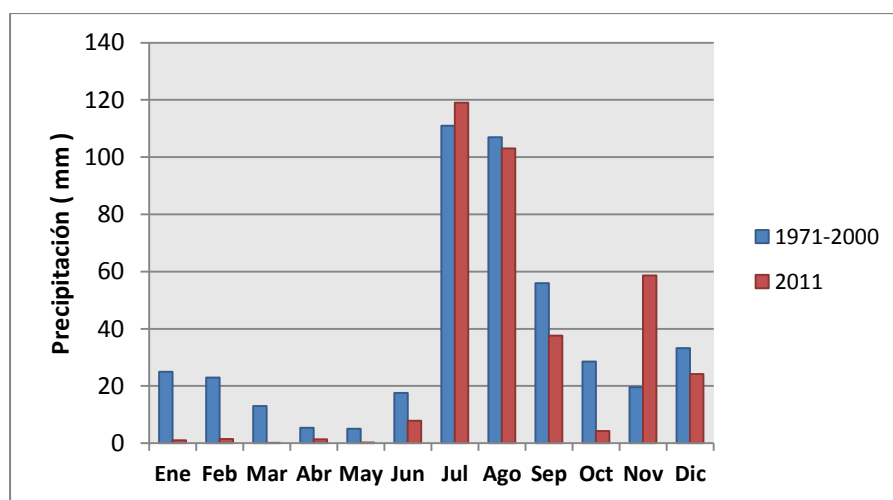


Fig. 2.7 Precipitación mensual en la región hidrológica administrativa II
Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA

Referente a los ríos que escurren en el territorio nacional. Dos tercios del escurrimiento superficial se da solamente en los cauces de siete ríos: Grijalva-Usumacinta, Papaloapan,

Coatzacoalcos, Balsas, Pánuco, Santiago y Tonalá, a la vez que sus cuencas representan el 22% de la superficie del país (CONAGUA, 2012).

Sin embargo, en la región hidrológica administrativa II se tienen otras condiciones en el escurrimiento de agua superficial, el cual es influenciado por las características geográficas y condiciones climáticas de la región. De hecho en la misma región II se tienen sus propias diferencias hidrológicas también influenciadas por la localización geográfica específica de las cuencas. La figura 2.8 indica la distribución de las seis cuencas hidrográficas de los principales ríos de Sonora: Yaqui, Mayo, Sonora, Concepción, Mátape y Sonoyta.



Fig. 2.8 Principales cuencas hidrográficas de Sonora
Fuente: CEA (2005)

La tabla 2.5 ilustra los datos generales de estas cuencas, el orden de aparición del río es con base a la magnitud del escurrimiento de agua superficial de cada una. Estas cuencas

de los ríos señalados también en la figura 2.8 abarcan el 100% del territorio geográfico hidrológico del estado de Sonora. Observe como el área de drenaje y el valor del escurrimiento medio anual (m³) de agua en el río Yaqui son muy superiores al del río Sonora, y al resto de los ríos de la región.

Tabla 2.5 Ríos principales en la región hidrológica administrativa II

No.	Río	Región Hidrológica Administrativa	Escurrimiento Natural medio superficial (Millones M ³ /año)	Área de la Cuenca (Km ²)	Longitud Del Río (Km)
1	Yaqui	II	3,163	72,540	410
2	Mayo	II	1,232	15,113	386
3	Sonora	II	408	27,740	421
4	Concepción	II	123	25,808	335
5	Mátape	II	90	6,606	205
6	Sonoyta	II	16	7,653	311

Fuente: CONAGUA (2012)

Las sequías prolongadas que se han presentado en distintas partes de Sonora en los últimos 50 años, indican muy bajos escurrimientos de agua en las cuencas. En el caso particular del río Sonora y Yaqui, existen registros de la sequía más reciente. Por ejemplo, en el caso del río Sonora el registro señala el periodo de sequía en 1994-2005, y en el río Yaqui se identifica el periodo 1998-2005, generando en ambos casos un desequilibrio ecológico y deterioro de la salud pública y niveles de bienestar (CEA, 2008). Tal situación ha generado afectaciones de índole regional y local, y en consecuencia una escasez de agua que rebasa todo pronóstico oficial en cuanto a la disponibilidad del recurso hídrico. Por ejemplo, el escurrimiento medio anual que indica la tabla 2.4 referente al río Sonora, está muy lejos de representar la realidad de los últimos 15 años; puesto que el escurrimiento anual más alto se presentó en el año 1984-1985 con valor máximo de 140 millones de metros cúbicos. Posteriormente en el año 2005 se registró un valor de 115 millones de m³, cantidades muy inferiores al que se anota en dicha tabla (ver inciso 3.4 del capítulo 3).

2.6 Metodología para el análisis urbano del consumo de agua

2.6.1 El diseño de la Investigación

El diseño de la presente Investigación se enfoca al análisis urbano de la ciudad de Hermosillo, en lo referente al consumo de agua doméstica. De tal forma que el problema de investigación se aborda fundamentalmente en tres amplias etapas:

- i. En principio se analiza el crecimiento urbano-demográfico de la ciudad de Hermosillo para identificar factores que influyen en el consumo de agua. Se evalúa el crecimiento de estos dos fenómenos en el periodo 1950-2010, y en particular el crecimiento en la década 2000-2010.
Por otro lado, se aplican técnicas estadísticas ordinarias de análisis multivariado en modelos de regresión lineal múltiple, para conocer los determinantes del consumo de agua doméstica, decretando el mejor modelo que represente a Hermosillo. Esta etapa se desarrolla partiendo de datos primarios generados por el autor en la aplicación de una encuesta a nivel de vivienda en la ciudad; y posteriormente, se realiza utilizando datos secundarios derivados del registro de consumo mensual de agua, procedente de la base de datos del organismo operador AGUAH, y datos derivados del censo poblacional de INEGI.
- ii. Aplicación de herramientas, tales como SPSS18 y Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permitan identificar los efectos del crecimiento urbano en el consumo de agua doméstica, así como el comportamiento de tal consumo en la geografía de la ciudad, utilizando datos secundarios de INEGI.
- iii. La aplicación de técnica estadísticas que permitan conocer y visualizar el comportamiento del consumo de agua doméstica georeferenciado en la zona urbana de Hermosillo, a través del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales y la Regresión Geográficamente Ponderada (ESDA y GWR por sus siglas en inglés) respectivamente; y contrastar esto con los resultados de los numerales I y II. En este caso se utiliza el Software GeoDa 1.4. y GWR 3.0.

2.6.1.1 El Desarrollo urbano-demográfico

Entender la ciudad como la acumulación de hechos de transformación física a lo largo de su historia, entre los que está la construcción de su soporte infraestructural, significa poder analizarla desde la lógica de su forma de expresión sobre el espacio (Herce y Magrinyá, 2005). De acuerdo a los datos que establece la ONU en su informe *Water in a Changing World* (2009), estipula que el 60% de la población urbana en el mundo para el año 2030 se espera que viva localidades urbanas. Cifra que será superada en el caso de América Latina y El Caribe, y América del Norte, en donde radicará el 85% de la población (ve fig. 2.9).

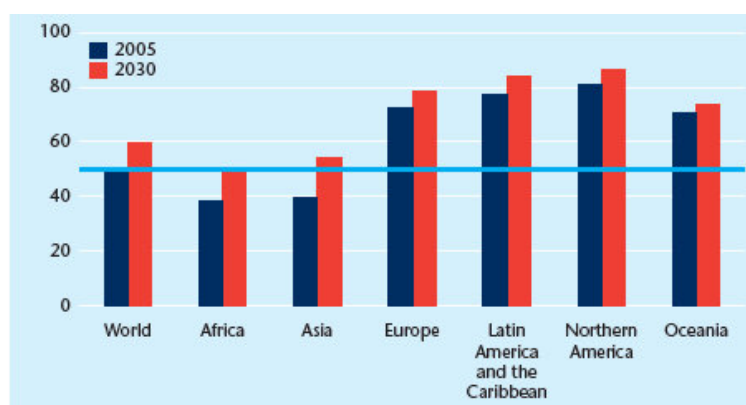


Fig. 2.9 Población urbana en el año 2005 y 2030
Fuente: ONU (2009)

En el caso de México, según datos de CONAPO para el año 2030 el 81% de la población total del país, se asentará en localidades urbanas. No obstante, de acuerdo a los datos censales 2010 de INEGI, se tiene una población total de 112, 336,538 habitantes. De los cuales el 78% ya se identifica como población urbana. En el caso de Sonora del censo 2010, existe una población de 2, 662,480 habitantes. De ahí que el 86% está radicando en zonas urbanas en el Estado, mientras que en el año 2000 se tenía un porcentaje del 79%.

El proceso de concentración de la población en las localidades urbanas ha implicado fuertes presiones sobre el medio ambiente y las instituciones, derivadas de la demanda incrementada de servicios urbanos. Tan sólo en 36 localidades urbanas de más de 500 mil habitantes vive el 27.7% de la población del país; y las cinco zonas metropolitanas de mayor población del país, concentran 33 millones de personas (CONAGUA, 2012).

Según datos suscritos en el PNH 2007-2012, el mayor crecimiento poblacional y económico se ha generado en las zonas con menor disponibilidad de agua; así, en el centro y norte, donde se tiene el 31% de la disponibilidad nacional de agua se concentra el 77% de la población, situación que contrasta con la región sureste del país donde existe el 69% de la disponibilidad del recurso hídrico y únicamente se ubica el 23% de la población.

El uso del agua doméstica puede variar de acuerdo a las cuestiones económicas (en especial el precio del agua y los ingresos), sino también en función de variables sociodemográficas (población y crecimiento demográfico, tamaño y características de los hogares, la composición por edades de los miembros del hogar, género), variables culturales e incluso religiosas (nacionalidad de los residentes en el hogar), niveles educativos y la capacidad de respuesta a las campañas de conservación, el capital físico en el hogar (especialmente la presencia de tecnologías de eficiencia hidráulica), la forma predominante territorial urbana (compacta o dispersa), y las variables climáticas (estos últimos especialmente importante si la suburbanización está presente). Todos estos factores producen un cuadro muy complejo, con varias interpretaciones posibles en cuanto a qué variables son más relevantes. Todos estos factores también prueban la importancia de los factores geográficos (March, H., Saurí D. 2009).

Por otro lado, del total de agua disponible en el mundo, el 2.5% es agua dulce para su utilización. Sin embargo de ese 2.5% sólo es aprovechable en agua subterránea el 30% y, en agua superficial una cifra muy inferior de 0.4% (CONAGUA, 2010), figura 2.10.

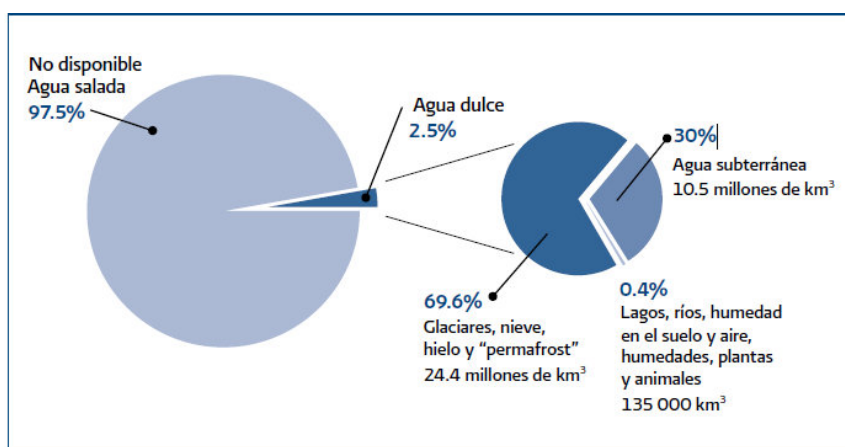


Fig. 2.10 Distribución del agua en el mundo
Fuente: (CONAGUA y Clarke, R. 2010)

En este sentido, la distribución del agua en algunos países de América suele mostrar diferencias importantes en los porcentajes destinados al uso del agua para el abasto público. La tabla 2.6 indica tales datos. El orden de los países es considerando la ubicación de norte a sur del país en el continente de América.

Tabla 2.6 Porcentaje de uso del agua en los principales países de América

No.	País	% de Uso Agrícola	% de uso Industrial	% de Uso Abasto Público
1	Canadá	11.8	19.6	68.6
2	Estados Unidos de Norte América	41.3	12.7	46
3	México	76.8	14	9.2
4	Brasil	61.8	20.2	18.0
5	Argentina	73.0	18.0	9.0

Fuente: modificado de CONAGUA (2010)

La mayor parte del agua para el consumo doméstico se utiliza en un contexto familiar, la cantidad que se necesita no se forma sólo por el crecimiento de la población sino por las condiciones de vida de la población. Por lo tanto, la cantidad de agua que se consume se verá afectado por la tasa de crecimiento de las viviendas. Cada hogar significa una vivienda. Cada residencia adicional implica demanda adicional para el consumo de agua al interior, la cantidad varía en función del número de personas en el hogar. Si hay un jardín, su mantenimiento también requerirá de agua, cuyo volumen varia con el tamaño y el tipo de jardín (Birrel, et, all, 2005).

En este sentido, hay una gran competencia por el consumo de agua del sector industrial, Urbanización y cultivos agrícolas. En el futuro, se necesitará más agua para producir alimentos porque la población mundial aumentará a 9 billones a finales de año 2050. La degradación ambiental en muchos países del mundo está reduciendo el acceso al agua potable segura. El reciente crecimiento de la economía global está teniendo mucho impacto en los recursos hídricos y en los usos de gran alcance. Los cambios en el estilo de vida y cambios en la tasa de consumo de agua también conduce a la presión sobre los recursos de agua dulce (Singh and Turkiya, 2012).

2.6.1.2 Modelo de Regresión Lineal Múltiple

El análisis de regresión lineal múltiple es una técnica estadística que es frecuentemente utilizado en Investigación, sobre todo cuando se desea verificar la posible relación que existe entre un grupo de variables independientes (predictoras o explicativas) y la variable dependiente de interés (Hernández, S. y otros 2010). De tal manera que al momento de determinar aquellas variables que explican o influyen en el comportamiento de la variable dependiente, se crea en consecuencia uno o varios modelos que representan la solución.

La ecuación general que representa al modelo teórico, es la siguiente:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2 X_2 + B_3X_3 \dots + B_n X_n + \epsilon \quad (2.1)$$

Dónde:

Y es la variable dependiente a explicar

X_1, X_2, \dots, X_n son las variables independientes

B_0 coeficiente o constante

B_i coeficientes que acompañan a la variable independiente

ϵ error o residuales (diferencia entre valores predichos y observados)

Los coeficientes que acompañan a la ecuación (2.1) son calculados dentro del proceso estadístico. El método que se utiliza en dicho proceso es Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS por sus siglas en inglés), el cual permite minimizar la suma de los cuadros de las distancias verticales entre los valores de los datos y los estimados a través de la regresión; en consecuencia se minimiza el error o residuos que puedan existir en la recta (Visauta, B., Martori, J. 2003; Visauta, B. 2007; Pérez, C. 2009).

Ahora bien, el modelo estadístico resultante considerado como alternativa de solución, para que sea congruente y se acepte su validez, éste deberá cumplir con una serie de condiciones o supuestos, mismos que se enuncian a continuación:

a). Normalidad. Este supuesto considera que los residuos tienen una distribución normal con un media cero. Se procura también que la variable dependiente (cuantitativa) cumpla con el principio de normalidad en sus datos.

Existen pruebas estadísticas que permiten verificar el cumplimiento de la normalidad de los datos de la variable dependiente. Una opción es el gráfico de probabilidad normal en donde se observe que los datos queden alineados en la diagonal, además de verificar el cumplimiento de significancia estadística en la prueba de Kolmogorov de que los datos utilizados provienen efectivamente de una distribución normal.

b). Homocedasticidad. Este supuesto se refiere a que los residuos además de ser normales, tienen siempre la misma varianza y que ésta es constante. La manera de verificar el cumplimiento de este supuesto es mediante el gráfico de dispersión de los residuos, en donde no debe observarse tendencia alguna, es decir que la nube de puntos muestre aleatoriedad de sus datos.

c). Independencia. Se refiere a que los errores deben guardar cierta independencia, es decir que no exista Autocorrelación entre ellos. El estadístico de Durbin-Watson es el que proporciona información para verificar este supuesto. Se asume independencia de los residuos cuando el valor de este estadístico esté entre un valor de 1.5 y 2.5.

d). Linealidad. En este supuesto el análisis gráfico permite detectar el tipo de linealidad que esté presente en los datos del estudio en cuestión. El diagrama de dispersión entre la variable dependiente y las variables independientes, el cual debe mostrar relación lineal. Lo mismo se puede verificar aprovechando el diagrama de dispersión de los residuos, el cual como ya se ha dicho debe mostrar aleatoriedad. De igual manera, si los resultados de Análisis de Varianza ANOVA indican significancia estadística ($p < 0.05$) esto ilustra la presencia de linealidad entre las variables del modelo.

e). Multicolinealidad. En un modelo de regresión la Colinealidad entre variables es un problema de falta de validez. Se sabe que en un modelo las variables independientes pueden tener cierta asociación entre ellas. Sin embargo, cuando la correlación entre estas variables muestra coeficientes de correlación altos, es prácticamente indicativo de que arrojará Multicolinealidad entre ellas. En todo caso, la verificación de este riesgo puede hacerse revisando el resultado del Factor de Inflación de Varianza (FIV), el cual es necesario que sean valores lo más bajo posibles. Se acepta que el FIV sea menor o igual que el 5 (cinco) para estar alejado de este fenómeno de Colinealidad.

Es recomendable y conveniente complementar la revisión de este supuesto a través de la verificación del *Índice de Condición* en un proceso de diagnóstico, procurando que su resultado no sea mayor que 30, puesto que índices mayores que 30 delatan la presencia de fuerte Colinealidad.

El análisis de regresión mencionado habrá de señalar, en su caso, cuales variables independientes son más influyentes en la variable dependiente: consumo de agua. Esto respaldado por el valor que resulte del Coeficiente de Correlación (R^2 corregida) para así identificar el grado en que la variación es explicada por este método.

2.6.1.3 Autocorrelación espacial.

Las pruebas para la autocorrelación espacial están diseñadas para cuantificar el grado de agrupamiento y para permitir la inferencia estadística. El principio común que les subyace es la comparación del valor de la estadística para un determinado conjunto de datos para su distribución bajo la hipótesis nula de “no autocorrelación espacial“. Dicha hipótesis implica que el espacio no importa, o, en otras palabras, la asignación de valores a determinadas localizaciones es irrelevante. En contraste bajo la hipótesis alternativa de autocorrelación espacial (dependencia espacial), el interés se centra en casos en donde los valores grandes están sistemáticamente rodeados de otros valores grandes; o los valores pequeños están rodeados de otros valores pequeños, y viceversa (Anselin 1992).

La autocorrelación espacial es una técnica estadística que considera la localización territorial de los datos. El punto de partida en esta técnica es que hay eventos en un punto del espacio que son influenciados significativamente por lo que ocurre en lugares aledaños o cercanos (Treviño 2013). La propensión de una variable a mostrar valores similares a los de sus vecinos es conocida como dependencia espacial (Anselin 1992). Este fenómeno es conocido como la primera Ley de la geografía: “Todo se relaciona con todo, pero las cosas cercanas se relacionan más entre sí” (principio de Tobler 1970).

Así entonces, la Autocorrelación espacial existe cuando una variable desarrolla valores similares en unidades geográficamente cercanas dando lugar al surgimiento de clústeres; por ejemplo, en zonas urbanas de alto consumo de agua pueden ser vecinas de otras áreas

de alto consumo (H-H); y de manera similar sucede cuando existen valores de bajos consumo de agua rodeados también de valores bajos (L-L).

Conceptos básicos:

La medición de la correlación que una misma variable tiene en diferentes áreas espaciales contiguas en una perspectiva horizontal, genera una de las tres posibilidades siguientes (Celemín 2009; Treviño2013). Mientras que en la fig. 2.11 se explican dichas posibilidades de autocorrelación (Anselin 1992).

(a) *Autocorrelación espacial positiva.* Las unidades espaciales vecinas presentan valores similares (altos o bajos). Indica una tendencia al agrupamiento de las unidades espaciales, formando patrones clusters.

(b) *Autocorrelación espacial negativa.* Señala una tendencia a la dispersión de las unidades espaciales. Indica que valores desiguales tienden a estar cerca unos de otros. Los valores altos tienden a estar rodeados de valores bajos, y viceversa, generando patrones dispersos.

(c) *Sin autocorrelación.* Los valores de las unidades vecinas sugieren la existencia de un patrón aleatorio, o que la distribución de los datos no tiene nada que ver con su distribución geográfica.

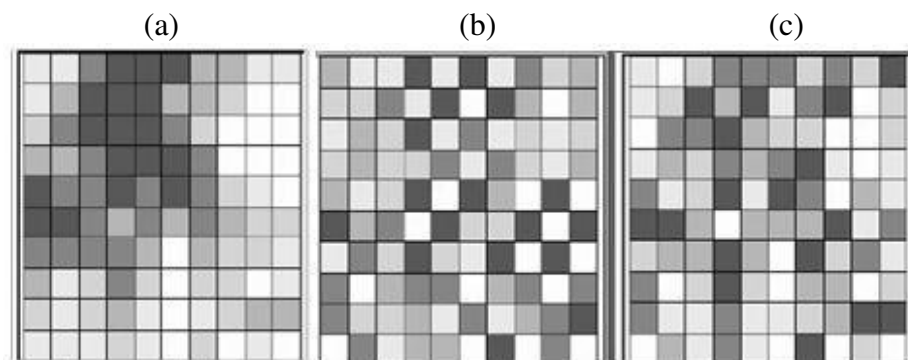


Fig. 2.11 Tipos de Autocorrelación espacial.
Fuente: Anselin 2003

Matriz de ponderación espacial. La dependencia espacial no puede entenderse sin el concepto de cercanía o vecindad. Las matrices de ponderación representan la proximidad de las relaciones espaciales en un mapa bajo distintos supuestos de conectividad. En la práctica es casi imposible escoger la matriz ideal de pesos. Sin embargo, las especificaciones más comunes son vecindad tipo “torre” y tipo “reina” (Treviño, 2013).

Para ilustrar este concepto, la fig. 2.12 se muestran los tipos de contigüidad (reina, torre y alfil) denominadas así por su afinidad con el movimiento de las piezas del ajedrez.



Fig. 2.12 Tipos de contigüidad en la matriz de ponderación espacial
Fuente. Celemín 2009.

De tal manera que cuando se tienen en cuenta los cuatro elementos que comparten borde se habla de contigüidad tipo torre. En el caso de los ocho vecinos se habla de contigüidad tipo reina y si se toman solamente los vecinos contiguos por el vértice se le denomina contigüidad tipo alfil (Celemín, 2009).

2.6.1.3.1 Medición global y local

Las dos medidas más utilizadas para la autocorrelación espacial son el estadístico I de Moran's (1948) y el estadístico C de Geary's (Geary 1954). Estas pruebas indican el grado de asociación espacial como reflejo de un conjunto de datos. Ambos requieren el peso de la matriz espacial. Mientras que I de Moran se basa en productos para medir el valor de la asociación; C de Geary utiliza las diferencias al cuadrado (Anselin, 1992).

La medición de la autocorrelación espacial global es posible determinarla a través del índice I de Moran global. Cuya propósito fundamental es contrastar la hipótesis nula de "ausencia de autocorrelación espacial", frente a la hipótesis alternativa de autocorrelación espacial, ya sea positiva o negativa, según la definición establecida anteriormente para estos términos.

El valor del índice de Moran global se determina a través de la ecuación (Anselin 1992):

$$I = \frac{N \sum_i \sum_j W_{ij} Z_i Z_j}{S_0 \sum_i Z_i^2} \quad (2.3)$$

Donde N es el total de áreas espaciales, μ es la media de la variable X_i , W_{ij} es la medida del peso espacial de la contigüidad, con $Z_i = (X_i - \mu)$ y también $Z_j = (X_j - \mu)$, y $S_0 = \sum_i \sum_j W_{ij}$ es un factor de normalización igual a la suma de pesos de la matriz de las unidades espaciales vecinas, X_i es el valor de la variable en una unidad espacial determinada; X_j = valor de la variable en una localización espacial vecina.

Como se ha dicho, el índice I de Moran global se enfoca a contrastar la hipótesis de autocorrelación espacial en la totalidad del territorio en estudio, y el resultado puede ser positivo o negativo con una significancia a nivel general; más no informa sobre la significancia estadística de las observaciones individuales (locales).

Esta última significancia se obtiene mediante el índice local de Moran, denominado LISA (Indicador Local de Autocorrelación Espacial). En este caso se obtiene un índice para cada área geográfica estudiada, lo cual permite identificar el grado de dependencia individual de cada área espacial respecto a las demás. La fig. 2.13 señala conceptualmente las posibilidades de localización y tipo de Autocorrelación espacial (Anselin, 1995).

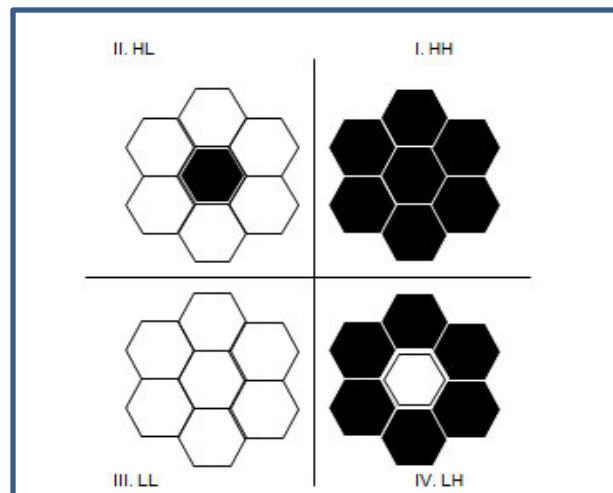


Fig. 2.13 Representación del diagrama de dispersión de Moran
Fuente: Treviño (2013) basado en Anselin (1995)

El resultado del Índice de Moran tiene semejanza a un coeficiente de correlación y su valor fluctúa entre -1 (patrón agrupado) y +1 (patrón disperso); donde el valor cero indica un patrón espacial al azar perfecto (House,-Peters et all, 2010; Dan, G. 2011).

EL indicador LISA descompone el índice I de Moran y verifica en cuánto contribuye cada unidad espacial a la formación del valor general, permitiendo obtener una significancia estadística para cada cluster (Anselin 1995).

Respecto al diagrama de dispersión indicado es posible resumir que: al tener un resultado de autocorrelación positiva, sobre el diagrama de dispersión por los cuadrantes marcados como I y III, significa que valores altos de la variable en estudio están rodeados también de altos valores de esa misma variable (High–High), o que valores bajos están rodeados de áreas con bajos valores (Low–Low). Mientras que en caso de presentarse autocorrelación espacial negativa, indicaría a los cuadrantes señalados como II y IV. En cuyo caso la interpretación significa que valores altos de la variable están rodeados de valores bajos (High-Low), o bien, lo contrario (Low-High) valores bajos de la variable se rodean de altos valores (Anselin 2003).

El estadístico de Moran local (LISA) propuesto por Anselin para una observación i se define por la ecuación 4.4, en donde el valor para cada observación da una indicación del grado de significación espacial del cluster de valores similares alrededor de esa observación; y la suma de esos indicadores individuales es proporcional al indicador global de la asociación espacial (Anselin 1995 y 2003):

$$I_i = \frac{Z_i}{m_2} \sum_j W_{ij} Z_j \quad (2.4)$$

Donde m_2 = es la varianza de la variable X_i y el resto es lo mismo de la ecuación 2.3

Ahora bien, la ecuación 2.3 estandarizada (media= 0 y Desv. Std. =1) y $S_0 = N$ quedando como ecuación 2.5 (Anselin 1992), misma que utiliza el software GeoDa.

$$I = \frac{\sum_i \sum_j W_{ij} Z_i Z_j}{\sum_i Z_i^2} \quad (2.5)$$

La etapa de revisión de la significancia estadística para los índices I de Moran global y local I_i es de la más importante, y nos permite confrontar la hipótesis nula “Ho” de no autocorrelación espacial (es decir la variable se distribuye aleatoriamente y por azar en el espacio). Lo cual en principio se revisa al nivel de 5%. Por ejemplo, obtener un p-valor

menor a 0.05 (5%) para el índice I, implica que es estadísticamente significativo y que la hipótesis H_0 de ausencia de autocorrelación espacial se rechaza.

Así entonces, el índice I de Moran's es útil en la detección de correlación espacial global, pero no muestra donde están agrupados o dispersos los grupos de sección censal de alto o bajo consumo de agua. Sin embargo, el análisis del Índice LISA calcula un valor de Autocorrelación espacial para cada unidad espacial explicando la medida en que un grupo individual se asemeja a sus grupos de vecinos. Esto proporciona una evaluación de donde ocurren las interacciones inusuales, aislando a ambos puntos "calientes" (zonas de alta Autocorrelación local) o los spots "en frío" (zonas de baja Autocorrelación local). Esto proporciona más detalles sobre el consumo de agua regional alrededor de la metrópoli y además identifica los grupos de sección censal basados en sus similitudes o diferencias de consumo de agua (Chang et al., 2010).

2.6.1.4 Modelo de Regresión Geográficamente Ponderada.

En la presente investigación doctoral, un tercer modelo de regresión es determinado con la aplicación de la Regresión Geográficamente Ponderada (GWR), cuyo objetivo de esta herramienta estadística es el análisis espacial de las variables involucradas en el consumo de agua. Se utilizan las mismas variables que resultan del modelo de regresión lineal múltiple obtenido con mínimos cuadrados ordinarios; a fin de contrastar lo global con los parámetros locales a través de los coeficientes de regresión de cada unidad geográfica.

En la última década un área importante de investigación en el análisis espacial de datos ha sido enfocada al desarrollo y utilización de la regresión geográficamente ponderada. Aquí los datos son ponderados según su distancia desde su ubicación x . Es decir, las observaciones (puntos o centroide de áreas) más cercanas se ponderan con mayor peso que las observaciones más lejanas (Lloyd, 2007). El método GWR es una técnica relativamente simple que amplía el marco de trabajo de regresión tradicional permitiendo parámetros locales en lugar de parámetros globales, de modo que el modelo se rescribe considerando las coordenadas de los puntos en el espacio (Fotheringham, et al., 2001; Charlton, et al., 2005).

Un modelo de regresión geográficamente ponderada calcula un conjunto único de parámetros (intercepción- Y , constante β_0 y los coeficientes independientes β_i) para cada observación (i), definido por las coordenadas geográficas (u,v). Cada ecuación de regresión se calcula a partir de los valores de las variables dependientes e independientes en esa localización y los valores ponderados (típicamente ponderado por un inverso de la distancia) de valores cercanos, lo que dependerá del número y la densidad de las observaciones (Wentz y Gober, 2007). La ecuación se puede establecer considerando que en el análisis se tiene un conjunto de datos compuesto por una variable dependiente y un grupo de variables independientes $X_i, i=1 \dots n$, y que para cada una de las n observaciones en la base de datos disponible en un sistema de coordenadas adecuado, existe una medición de su posición (Charlton and Fotheringham, 2009).

Así entonces, la ecuación (2.1) señalada anteriormente en el modelo de regresión lineal múltiple, se reescribe por la ecuación (2.5), la cual incluye las coordenadas de los puntos en las áreas geográficas de acuerdo a los requerimientos del método GWR.

$$Y_i = \beta_{0i}(u_i, v_i) + \beta_{1i}(u_i, v_i)X_{1i} + \beta_{2i}(u_i, v_i)X_{2i} + \dots + \beta_{ni}(u_n, v_n)X_{ni} + \epsilon_i \quad \text{Ec. (2.5)}$$

La notación $\beta_{0i}(u_i, v_i)$ indica que el parámetro describe una relación alrededor de la ubicación (u) siendo específico para esa ubicación. Se puede hacer una predicción para la variable dependiente si las mediciones de las variables independientes también están disponibles en la ubicación u . El termino denominado ubicación se refiere a los puntos de regresión (Charlton and Fotheringham, 2009; Fotheringham et al., 2002).

Cualquiera de los valores vecinos pueden ser muestreados desde una distancia de observación fija (llamado núcleo fijo); o bien, de una distancia variable (llamado núcleo adaptativo) la cual depende del número y la densidad de las observaciones (Wentz and Gober, 2007).

En ese contexto, GWR funciona considerando que cada punto de datos es ponderado por su distancia desde el punto de regresión. De ahí que, los puntos de datos más cercanos al punto de regresión se ponderan con mayor peso en la regresión local que los datos de puntos que están más lejos. La explicación gráfica del método con núcleo espacial fijo se describe en las figuras 2.14 y 2.15. En este caso, el peso de un punto de datos es máximo

cuando comparte la misma ubicación que el punto de regresión. Este peso disminuye continuamente a medida que aumenta la distancia entre dos puntos. De esta manera, un modelo de regresión se calibra localmente desplazando el punto de regresión en toda la región. Sin embargo, un problema potencial puede surgir en la aplicación de GWR con núcleo espacial fijo, para algunos puntos de la regresión donde los datos son escasos, ahí los modelos locales se calibran en pocos puntos de datos, dando lugar a parámetros estimados con grandes errores estándar; por lo que se prefiere al núcleo espacial adaptativo, el cual puede adaptarse a las variaciones de tamaño de la densidad de los datos, esto se indica en la figura 2.16 (Fotheringham et al., 2002).

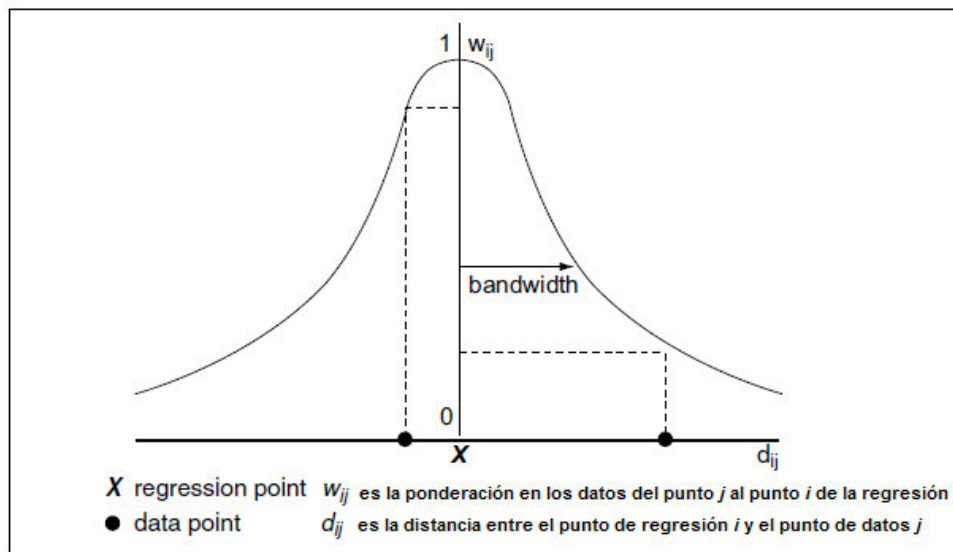


Fig. 2.14 Se indica la posición del núcleo espacial.
 Fuente: Fotheringham et al., (2002).

Ahora bien, el proceso de análisis en GWR requiere definir el tipo el ancho de banda (bandwidth). Se han desarrollado varios procedimientos para la selección de un valor apropiado. Un enfoque es utilizar el procedimiento de validación cruzada (CV). Otra alternativa para obtener el ancho de banda es el criterio de información de Akaike corregido (AICc). Siendo que el criterio AICc tiene mayor ventaja sobre el CV, ya que puede utilizarse en otras aplicaciones estadísticas (Fotheringham et al., 2002).

Se ha visto entonces, que la definición del ancho de banda además de ser una parte esencial en el proceso de análisis depende del tipo de núcleo (kernel) que se especifique, ya sea fijo o adaptativo.

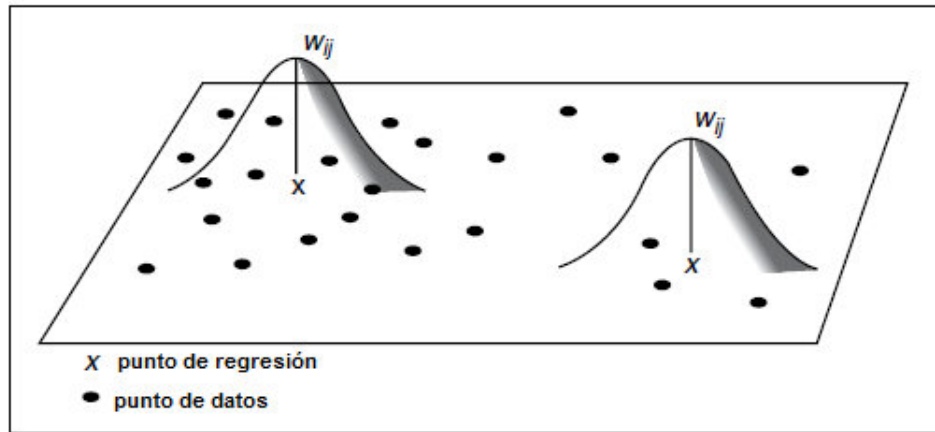


Fig. 2.15 Indicación espacial de núcleos fijos
Fuente: Fotheringham et al., (2002)

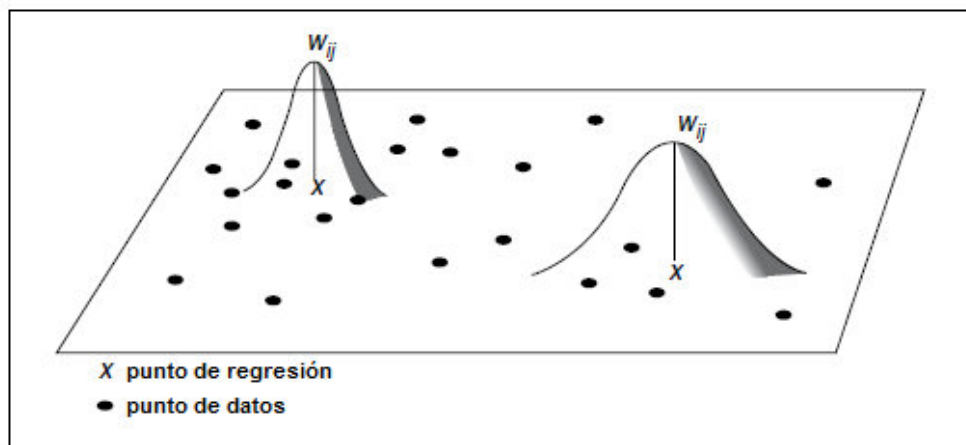


Fig. 2.16 Indicación de núcleo espacial adaptativo
Fuente: Fotheringham et al, (2002)

Una parte importante en el proceso de análisis es que se debe contar con las coordenadas cartesianas de las unidades espaciales de la zona de estudio. Para una mayor explicación de la teoría y fundamentos de GWR con aplicaciones diversas el lector los puede encontrar en las diversas citas señaladas en este subtema, puede consultarse Fotheringham et al., (2002). También puede guiarse con Charlton et al, (2010).

Los resultados de GWR proporcionan coeficientes, errores estándar, resultados t, y los valores r^2 en cada localización. Estos resultados y los de las variables se pueden mapear para visualizar los patrones espaciales del modelo (Fotheringham et al, 2002; Wentz y Gober 2007; Charlton et al, 2010).

2.7 Resumen del capítulo

En este segundo capítulo se hace una descripción del marco teórico que en general le da sustento a la presente investigación, dando relevancia en principio a los estudios que se han enfocado a la gestión de la demanda en distintas partes del mundo. Se explica la manera de obtener la demanda de agua doméstica para localidades de México, Posteriormente se describieron los temas relacionados con la influencia del crecimiento urbano y del clima sobre el consumo de agua.

Se incluyó aquí la descripción del marco normativo y la política hídrica que rige en México, iniciando con la descripción de la norma base que es la constitución política de México, ley federal de aguas y su reglamento, y otra relación de leyes que están vigentes y dan respaldo a la gestión del agua en el país. Se explica la distribución e influencia de las regiones hidrológicas administrativas, las zonas de restricción en la explotación del agua subterránea a través de la veda, se expone las principales cuencas hidrográficas del estado de sonora.

Se incluyó también la descripción del abordaje para el diseño de la presente investigación, esto es a través de la metodología, haciendo una explicación tipo guía para cada una de las etapas desarrollada subsecuentemente: crecimiento urbano y demográfico, análisis de regresión múltiple y sus condicionantes de validez, la regresión geográficamente ponderada, y la metodología para abordar el análisis de la autocorrelación espacial.

Caso de Estudio

3. CRECIMIENTO URBANO Y SUMINISTRO DE AGUA

A partir del presente capítulo inicia el estudio de caso, referente a la zona urbana de Hermosillo, conteniendo los temas: Origen de la ciudad, el crecimiento demográfico, crecimiento en urbanización, densidad de población, además del suministro de agua en la zona urbana. Se hace énfasis en la necesidad de crear un sistema de abasto más sostenible de acuerdo a las condiciones hídricas de la región.

3.1 Hermosillo – su origen-

Habiendo antecedentes desde 1741 con la fundación del Presidio Del Pitic con un destacamento de 50 soldados; el 24 de febrero de 1783 el comandante general de las Provincias Internas de Occidente Teodoro de Croix notifica por carta al visitador general en la Nueva España, José de Gálvez el documento Plan Pitic para la creación formal de una nueva población, decía que ya estaba construida la capilla provisional, el riego de tierras ya podía comenzar; a la cual se denominó Villa de San Pedro de la Conquista del Pitic, conforme a los planos elaborados por el Ingeniero Manuel Agustín Mascaró, quien seleccionó el terreno para asentar la Villa donde había disponibilidad de agua cercana y se conducía por medio de acequias (figura 3.1). En ese inicio también se contaba con la plaza Mayor, y a un costado se ubicaba la Capilla principal; así como algunas casas al pie del cerro de la Campana (IMPLAN, 2006; Lagarda y otros, 2009), En 1796 ya se contaba con una población de 775 habitantes, de los cuales 412 eran de origen español, y 86 personas de la comunidad indígena Seri (Sortillón, J. 2001).

Posteriormente, el 15 de septiembre de 1828 La Villa de San Pedro de la Conquista del Pitic contaba con 10,000 habitantes (Ortega, S. 1999), se convierte en La Ciudad de Hermosillo por declaración del Congreso Estatal. El nombre fue en honor al militar José María González de Hermosillo que participó en la guerra de Independencia. Se difunde el plano oficial, uno en 1870 llamado Plano Urbano de Hermosillo; y después otro en 1895 que se denomina Plano Topográfico del Fondo Legal de Hermosillo (IMPLAN 2006).

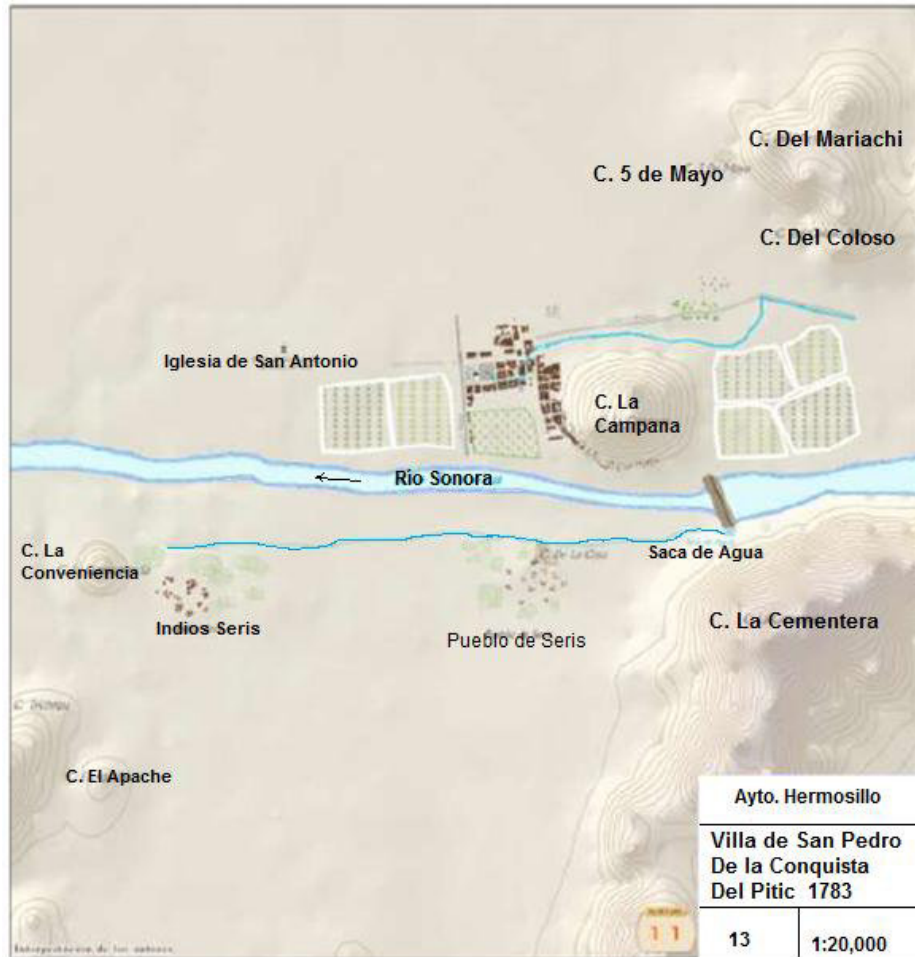


Fig. 3.1 Mapa interpretado del origen de Hermosillo, en 1783
 Fuente: Lagarda y otros (2009)

En 1920 la ciudad contaba con una población de 14,745 habitantes, distribuidos principalmente en dos zonas: el asentamiento en torno al cerro de “La Campana” como núcleo principal y la planicie que se extiende al noreste; y en el asentamiento de Villa de Seris en la ribera sur del cauce del Río Sonora. (IMPLAN, 2006).

Es conveniente entender que la construcción de la ciudad es una actividad de transformación del espacio que se da sobre un territorio anteriormente ya alterado por la acción del hombre. Es por ello que resulta importante conocer las pautas de conformación del espacio rural, para entender la manera en que la acción urbanizadora las transforma, pero también como subyacen en lo construido condicionando la forma de la ciudad (Herce y Magrinyá, 2005).

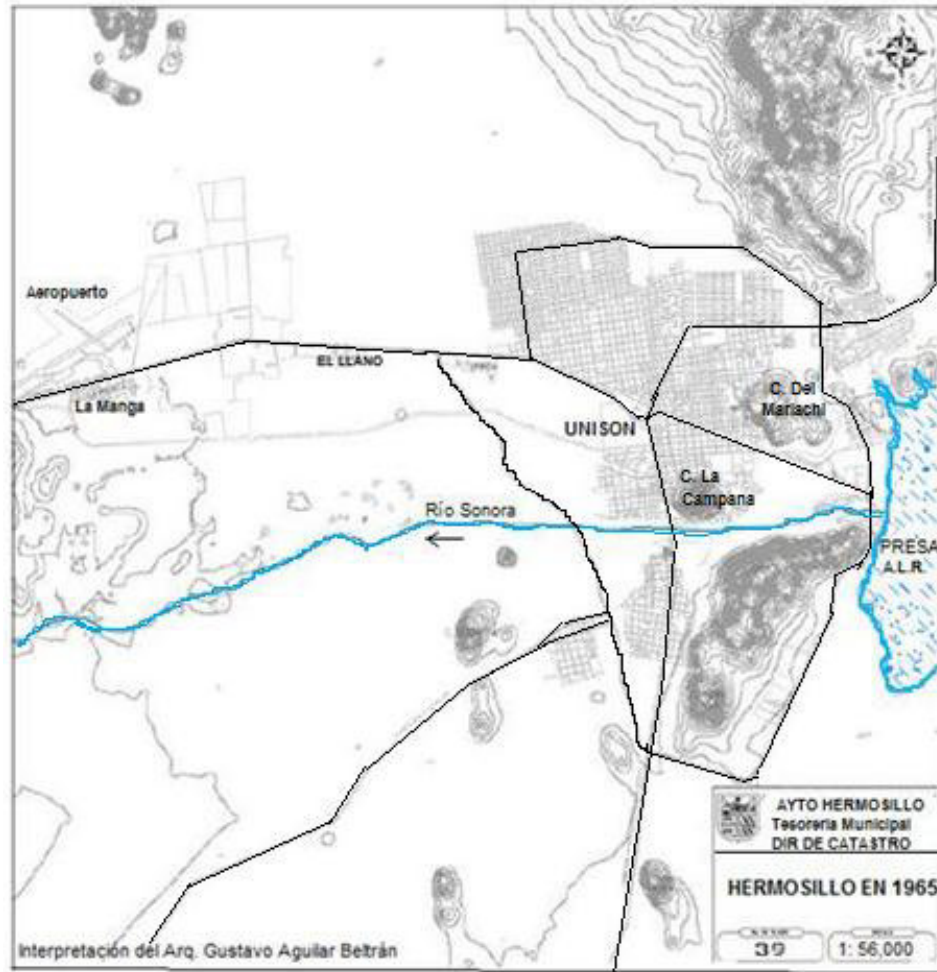


Fig. 3.2 Zona urbana de Hermosillo en 1965
 Fuente: Modificado de Lagarda y otros (2009)

Observe como en el mapa de la ciudad de la figura 3.2 ya se asemejan líneas principales del crecimiento que marcaron pautas del futuro desarrollo de la trama urbana. En ese entonces ya se visualizaba un eje principal de crecimiento prolongado norte-sur identificándose con una forma urbana longitudinal con un estiramiento norte-sur.

Sin embargo, desde ese año ya se distinguía también el inicio de dos polos de crecimiento, que sin pensarlo o planearlo ya eran válidos como atractores del crecimiento urbano, por un lado la Universidad de Sonora (UNISON); y por el otro, el desarrollo del Aeropuerto localizado hacia la ruta de la zona agrícola rumbo a la costa o zona poniente de la ciudad, cuya topografía es relativamente horizontal o plana. En la figura 3.3 se muestra la forma actual de la mancha urbana de Hermosillo.

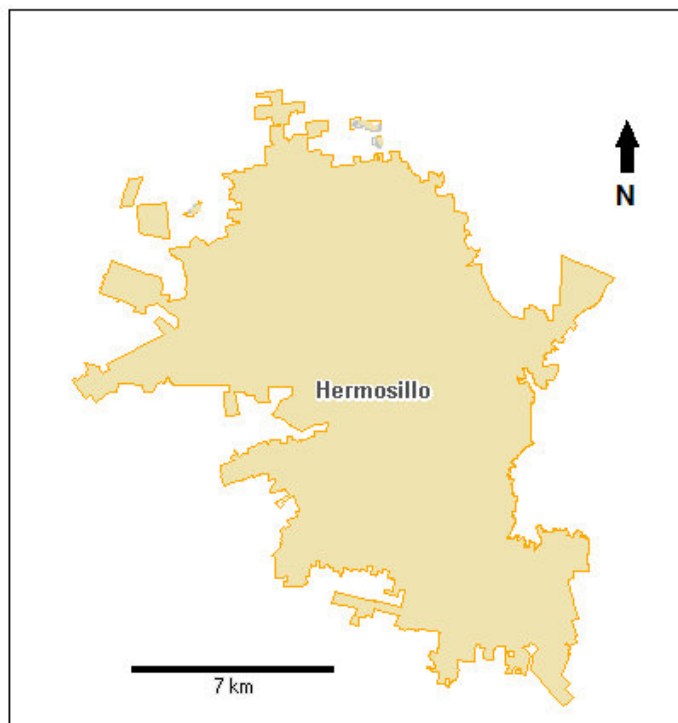


Fig. 3.3 Mancha urbana de Hermosillo en el año 2010
Fuente. Elaboración propia, con datos de INEGI.

3.2 Crecimiento Demográfico

Al considerar un grupo de cuatro ciudades características e importantes en el Estado de Sonora: Hermosillo, Nogales, Guaymas y Obregón, se observa que este grupo de localidades urbanas poseen en conjunto el 50% del total de la población estatal, misma que en el año 2010 INEGI registró para el estado de Sonora 2,662,480 habitantes (fig. 3.4).

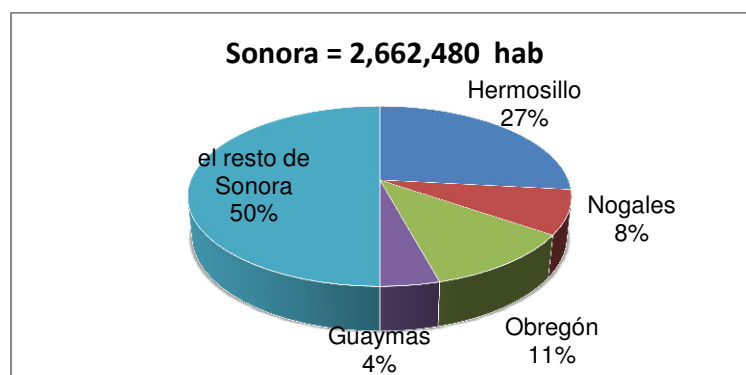


Fig. 3.4 Localidades que integran la mitad de la población estatal
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI

Tan sólo la zona urbana de Hermosillo en su magnitud demográfica representa el 27% del total de población del Estado. Siguiendo en su desarrollo demográfico, Hermosillo en el año 1950 registró una población de 43,516 habitantes, su elevada tasa de crecimiento del 8.2% en la década 50-60 generó un repunte importante en la población en el año 1960 al incrementarse en un 120% (Fig.3.5). En esa década tuvo gran impulso la zona agrícola denominada costa de Hermosillo, presentándose también el repunte de la Universidad de Sonora como Institución en desarrollo. Nuevamente la elevada tasa de crecimiento del 6.28% y 5.34% en los periodos 60-70 y 70-80 influyen para que la ciudad acelere su crecimiento poblacional.

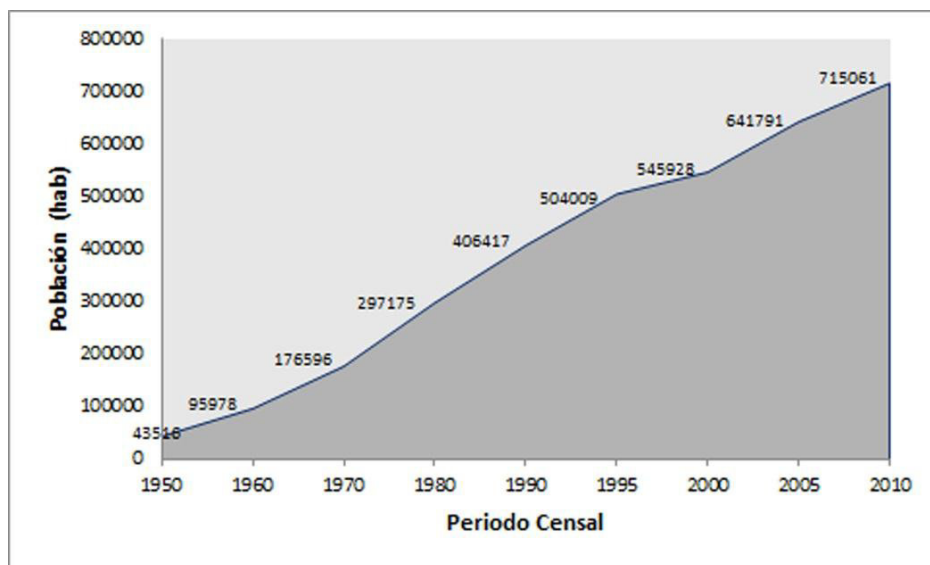


Figura 3.5 Evolución de la población en la Ciudad de Hermosillo
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

El análisis de la información demográfica sigue indicando altas tasas de crecimiento para el periodo 80-90 y 90-95 con porcentajes de 3.18% y 4.2% respectivamente.

Ahora bien, derivado del análisis demográfico es posible conocer también la estructura de la población por su rango de edad. De manera que en principio, resulta que del total de 715,061 habitantes, la cantidad de 359,262 son mujeres (50.24%) y el resto 355,799 habitantes son hombres. En ese mismo sentido, la figura 3.6 indica la distribución de la población en la localidad urbana Hermosillo de acuerdo a los datos derivados del censo del

año 2010. De ahí que los tres grupos de edad en menor cantidad de habitantes para ambos géneros se ubican en los rangos de edad: 75-79, 80-85 y mayor de 85 años, con un valor mínimo de 1,108 habitantes en hombres y de 3,453 años en mujeres. Mientras que los tres grupos de edad que concentran la mayor cantidad de habitantes para ambos géneros corresponden a los rangos de edad: 5-9, 10-14 y 15-19 años.

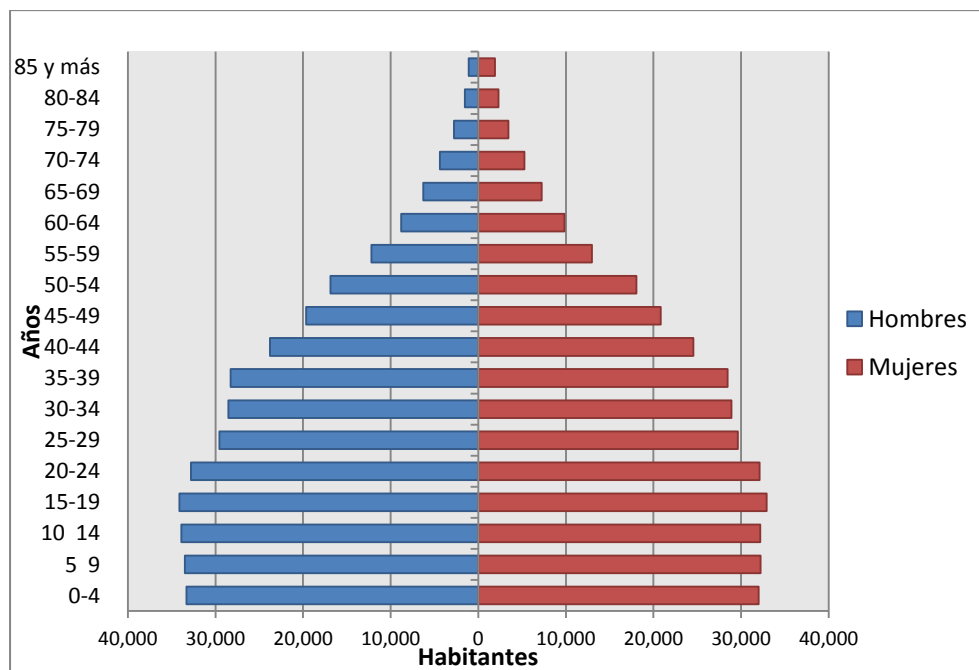


Fig. 3.6 Distribución de la población por edad y género
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

El rango de juventud en mujeres que corresponde a la suma de los rangos 15-19 y 20-24 suman 65,059 habitantes que representan el 9% de la población. Para el caso de los hombres este mismo concepto de juventud suman 66,915 habitantes representando el 9.4% respecto al total de Hermosillo.

Así entonces, observando la figura de la pirámide se puede constatar que en la población de Hermosillo predomina una base sólida, misma que al sumar los rangos de edades de 0-4 años hasta el rango 25-29, resulta una población de 388,327 habitantes, que representan el 54.31% de la población total en la ciudad. La estructura de población desde los 30 años hasta los 59 años asciende a 203,006 habitantes pertenecientes al grupo de adultos.

Ahora bien, de acuerdo a la información censal del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) se tiene registrado que el total de viviendas habitadas en Hermosillo en el año 2000 fue de 133,283 mientras que para el año 2010 este indicador llegó a 196,969 viviendas, lo cual ofrece un promedio anual de crecimiento en ese periodo de 6,369 viviendas (tabla 3.1). En tanto que a nivel estatal para ese año 2010 el total de viviendas habitadas registradas por INEGI fue de 712,108 viviendas, de ahí que tan sólo en la ciudad de Hermosillo se localiza el 27.6% de esa cantidad estatal. Casualmente este porcentaje es similar a la relación de la población de referencia estatal y de esta ciudad.

Tabla 3.1 Relación población y viviendas habitadas

Periodo censal	Población (hab)	Total de viviendas habitadas	Tamaño promedio del hogar (hab)
2000	545,928	133,283	4.1
2005	641,791	168,204	3.8
2010	715,061	196,952	3.6

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI

De la relación mostrada en la tabla, se observa que en el año 2010 disminuyó el tamaño promedio del hogar (hab/viv) de un valor de 4.1 a 3.6 habitantes promedio del hogar; evidentemente esto se debe al incremento en la construcción de viviendas. La figura 3.7 ilustra la distribución geográfica de este indicador por hectárea a nivel de AGEB.

Así entonces, es evidente que las ciudades capitales de los Estados, o en su caso, zonas metropolitanas, son centros de población que atraen habitantes de otras localidades generado por la migración temporal de algunos puntos rurales de la región o de otros Estados del país, que muchas veces se convierte en nuevos residentes de la ciudad; más aún cuando se construyen o desarrollan atractores urbanos que hacen llamativa la estancia en la ciudad y que al paso de los años tiende a ser una estancia permanente o nueva residencia, provocando con ello mayor presión social en el consumo de agua doméstica y de otros servicios urbanos básicos.

Así pues, el crecimiento demográfico en la ciudad de Hermosillo, ha generado dos fenómenos, por un lado, la construcción de mayor número de viviendas denotando con

ello una mayor extensión territorial debido al crecimiento horizontal que prevalece en la zona urbana; y por el otro, un mayor requerimiento de agua potable al incrementarse el número de tomas de agua domiciliarias o conexiones de servicio.

En este sentido (Burn L., De Silva y Shioton R. 2002) citan que actualmente los sistemas de distribución de agua están llegando a estar cada vez más bajo tensión, debido al creciente desarrollo demográfico que ejerce más presión a los recursos de agua existentes.

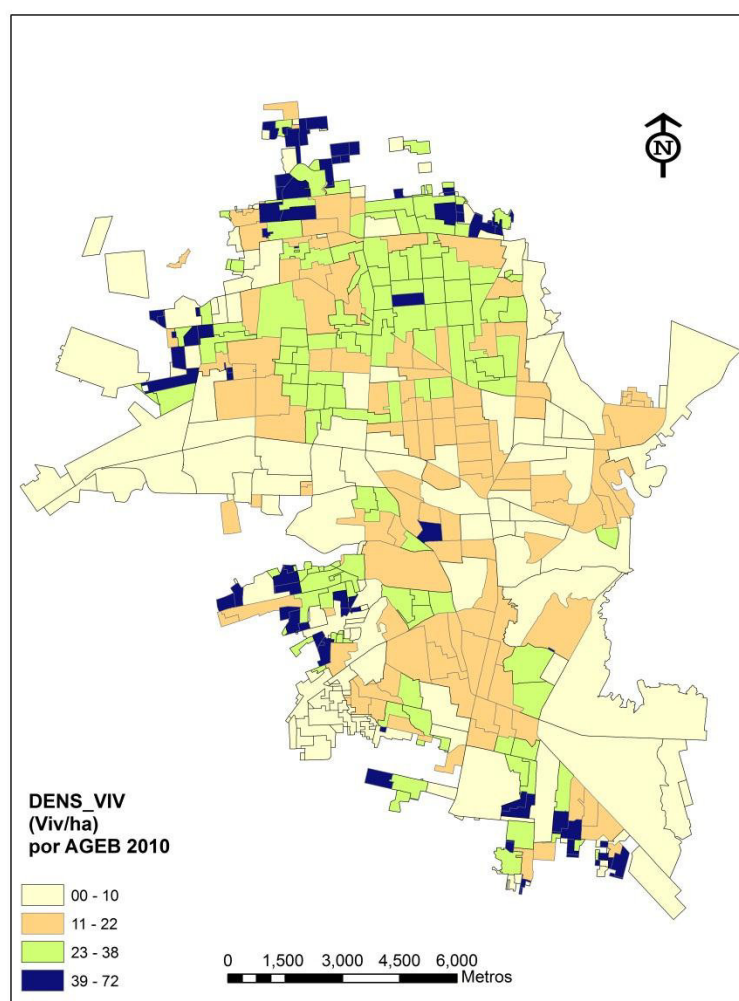


Fig. 3.7 Distribución de la densidad de vivienda (viv/ha)
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

En el mapa de esta figura, es notorio (en color café) el extenso crecimiento que generó la construcción urbana en un territorio muy amplio en el eje norte-sur, mostrando valores

de 11 a 22 viv/ha (equivalente a 1,100 - 2,200 viv/km²). Mientras que la concentración de mayor densidad de vivienda predomina en la zona norte de la ciudad. Sin embargo, el mayor rango (color azul fuerte) denotan los valores más altos en la densidad de vivienda con un rango de 39-72 viv/ha (3,900 – 7,200 viv/km²), siendo que dichos sectores se localizan en su mayoría prácticamente en sitios de la periferia urbana norte-sur-poniente.

3.2 Crecimiento en Urbanización

El crecimiento urbano de Hermosillo se caracteriza por ser del tipo horizontal y disperso, las empresas edificadoras de vivienda en su mayoría han preferido terrenos que están generalmente aislados o alejados del centro urbano. Promueven el desarrollo de viviendas atendiendo preferentemente a los gustos y necesidades de los consumidores; es decir pocas veces, o casi nunca llegan a apreciar lo complejo que pueda ser otorgarles los servicios básicos (agua, energía, transporte y recolección de basura). No hay evidencia formal de normativa alguna sobre políticas que normen o dirijan el desarrollo y la promoción de vivienda del tipo vertical que evite la dispersión.

(Sauri y Cantó 2009) exponen que los impactos ambientales de las ciudades pueden variar mucho en función del modelo urbano imperante. Así, en el urbanismo de alta compacidad y densidad, los principales impactos ambientales se asocian a fenómenos como la congestión y el ruido. En cambio, el crecimiento vertical limita la ocupación extensiva del suelo, reduce costos energéticos y de otros recursos y facilita una mayor presencia de transporte público. Por su parte, el crecimiento horizontal o de baja densidad genera normalmente una sensación de mayor calidad ambiental al limitar la congestión pero encubre numerosos impactos ambientales de gran importancia, entre los que destacan en primer lugar la ocupación y transformación de suelo (agrícola, forestal, etc.) ambientalmente muy valioso y cada vez más escaso.

Desde sus orígenes, la zona urbana de Hermosillo ha mostrado fuerte tendencia de crecimiento en el eje norte-sur y posteriormente hacia el norponiente, en principio debido a la barrera hidrológica del cauce del río Sonora, ya que la mayoría de las inundaciones

afectaban a los sectores centro y poniente de la ciudad, pero también por la barrera del vaso de almacenamiento de la presa ALR desde 1945.

Ahora bien, respecto al crecimiento demográfico elevado a partir del año 1970, se generó en consecuencia un acelerado crecimiento urbano a partir de ese mismo año con una tasa de crecimiento media anual de 3.88%; mientras que en el periodo 80-90 el crecimiento urbano fue más explosivo al presentar una tasa media anual de 7.1% en el crecimiento de la superficie urbana, excediendo cualquier expectativa oficial. En este periodo la superficie urbana pasó de 4,383 a 8,691 hectáreas.

Todavía sin estabilizarse el crecimiento urbano, y siguiendo aún en la ruta de alto crecimiento en el periodo 90-95 se presenta una extensión territorial urbana a razón del 5.48% en promedio anual, llegando en el año 1995 a un total de 11,350 hectáreas. La figura 3.8 se muestra la evolución del crecimiento urbano en el periodo 2000-2010.

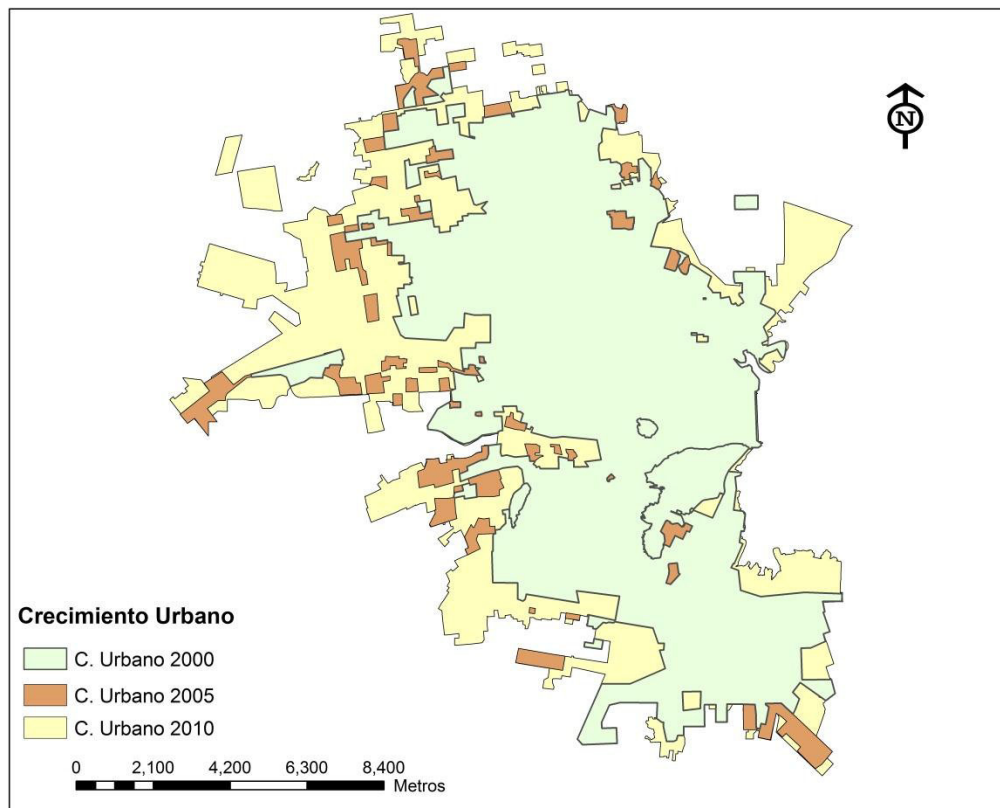


Figura 3.8 Crecimiento de la Urbanización en Hermosillo
Fuente: Elaborado propia con datos de ICRESON e INEGI

Analizando el crecimiento de la urbanización para varios periodos, se observa que en los años 2001 al 2005 ya es notorio un crecimiento disperso con mayor tendencia hacia el norte y poniente de la ciudad.

En otra etapa durante los años 2005 al 2010, se presentaron otros desarrollos dispersos asentados también al poniente y norte de la ciudad. En los años recientes es notorio un crecimiento de la superficie urbana hacia el poniente de la ciudad que corresponde a zona topográfica más baja de la zona urbana, y que en cierta medida ya no existe la barrera natural del cauce del río Sonora que impedía años atrás el crecimiento en esa dirección poniente.

Por otra parte, al examinar los datos de población y superficie urbana para el periodo de análisis y representarlo en tasa porcentual y valores absolutos del crecimiento (tabla 3.2) se observa que en la década 1970-1980 es más lento el crecimiento urbano evidenciando que éste se mantiene para dar paso al incremento demográfico (fig. 3.9).

Distinto es a partir del año 2000 en donde el proceso se invierte sobresaliendo la superficie urbana y destacando su extensión territorial, mientras que la población crece y se concentra en la urbanización ya existente.

Sin embargo, no puede pasar desapercibido el crecimiento urbano explosivo de la superficie urbana durante el periodo 1980-2000, pues fue donde se presentó una destacada extensión territorial con elevadas tasas de crecimiento, pasando desde 4,383 a 13,991 hectáreas, generado evidentemente por el crecimiento demográfico intenso provocando una alta demanda en la urbanización; y como consecuencia la exigencia de una mayor atención en los servicios básicos urbanos, siendo crítico el servicio del agua doméstica precisamente durante el largo periodo de estiaje a partir de 1996 al 2007, continuando la sequía desde 2009 al 2013.

Al final, el área urbana registrada para el año 2010 se posicionó en un valor de 16,500 hectáreas. Entonces es posible deducir que el crecimiento demográfico y la superficie urbana han evolucionado con tendencias de desarrollo similares durante varios periodos, cuya interpretación se relaciona con la tasa de crecimiento indicada.

Así entonces, el crecimiento de la ciudad ha tenido etapas de alto crecimiento en el rubro demográfico y en la superficie urbana; y es evidente que tal fenómeno rebasó a los responsables de la gestión y planificación urbana de la localidad en estudio. Una consecuencia del brusco y explosivo crecimiento urbano-demográfico combinado con los cambios bruscos del clima, ha sido el deterioro de las fuentes de agua utilizadas para el abasto de la ciudad.

Tabla 3.2. Tasa de crecimiento media anual del crecimiento urbano

Crecimiento	50-60	60-70	70-80	80-90	90-95	95-00	00-05	05-10
Demográfico (%)	8.20	6.28	5.34	3.18	4.20	1.60	3.29	2.16
Urbanización (%)	10.87	1.64	3.88	7.10	5.48	4.27	1.40	1.92

Fuente: Elaboración propia con datos de IMPLAN e INEGI.

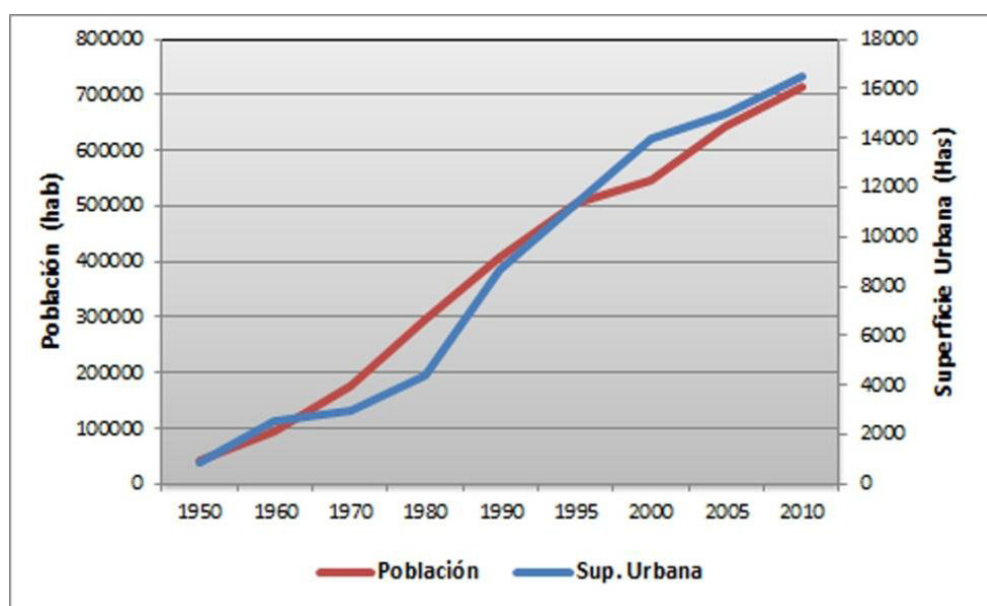


Figura 3.9 Evolución población-superficie urbana
Fuente: Elaboración propia con datos de IMPLAN e INEGI

De seguir con la tendencia anual de crecimiento demográfico-urbano según el último periodo de la tabla anterior, es posible proyectar un escenario hipotético crítico o de caos urbano, que al año 2020 la población puede ser de 885,425 habitantes, concentrada en una superficie urbana de 19,956 hectáreas. Por su parte IMPLAN (2006), proyecta una población de 1,050,000 habitantes para el año 2020.

Ahora bien, es muy común que una ciudad se identifique por dos sectores urbanos: zona norte y zona sur. Derivado de este señalamiento, se identificó un eje horizontal que logra seccionar transversalmente a la ciudad de Hermosillo y que logra generar los dos sectores integrando sus respectivos datos de población a nivel de AGEB. En Hermosillo ha sido común identificar el eje vial Boulevard Luis Encinas Johnson como el transversal que secciona la ciudad; de hecho hace algunas décadas se denominaba Boulevard Transversal.

Por lo que, al considerar la población que habita la zona norte se sumaron los valores de población del grupo de AGEBs considerado para la zona norte, y lo mismo en los que se consideran para la zona sur para los años 2005 y 2010, de donde resulta la figura 3.10. Lo interesante aquí, es que en términos prácticos la población se ha mantenido en los mismos porcentajes en la zona norte y sur entre el año 2005 y 2010.

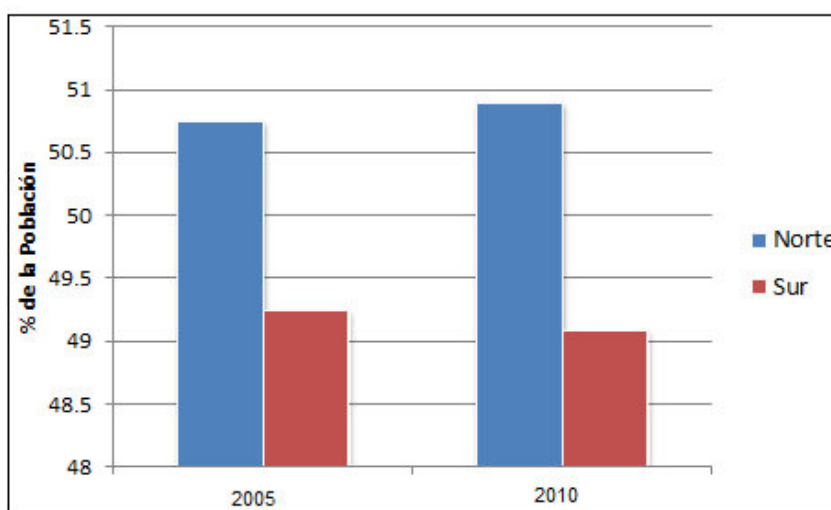


Fig. 3.10 Distribución de la población en Hermosillo por zonas: norte y sur
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

3.4 Densidad de población

Conforme al Programa de Desarrollo Urbano de Hermosillo (IMPLAN 1996), los años finales de los noventas y al principio del año 2000, el crecimiento de la ciudad se ve impactado por grandes desarrollos inmobiliarios, que ocupan grandes extensiones de suelo, tales casos fueron los desarrollos Pueblitos (al norte), Montecarlo (al poniente) y la consolidación del fraccionamiento Las Lomas (al oriente). A estos grandes proyectos de

vivienda se suman otra cantidad de fraccionamientos menores que se van dando en diferentes puntos de la ciudad, lo que implica un incremento significativo en la oferta de vivienda, que en la mayoría de los casos buscan nuevos esquemas de ordenamiento, siendo los fraccionamientos cerrados los que predominaron.

De igual manera, en ese mismo documento de IMPLAN, identifican a la ciudad de Hermosillo, desde el punto de vista morfológico, con dos tipos de crecimiento, el tipo concéntrico hasta finales de los años setentas y un crecimiento de tipo policéntrico en las últimas tres décadas. Sin embargo, Rodríguez G. (2012) señala que este señalamiento es cuestionable, puesto que una forma policéntrica implica la presencia de economías de aglomeración fuera del tradicional Distrito Central de Negocios (CBD por sus siglas en inglés) y, como consecuencia de ello, debe reflejarse en los patrones espaciales asociados a la distribución del empleo.

No obstante, una forma de distinguir el crecimiento urbano es identificando su relación a través de la densidad de población, la cual relaciona la población por la superficie urbana. De ahí que un mapa de densidad permite conocer cómo se distribuye la población por unidad de área en la geografía de la ciudad, pudiendo visualizar áreas urbanas de mayor o menor concentración de habitantes.

Por lo que, al utilizar sistemas de información geográfica es posible presentar esta relación de densidad para el año 2005 y 2010. De ahí que la figura 3.11 muestra la distribución espacial de la población para el año 2005, observando que en este año se distingue una concentración de la población en el sector norte y áreas específicas hacia el sur de Hermosillo; digamos que alejadas del centro de la ciudad. Este mapeo se realiza utilizando el concepto de Área Geo estadística Básica (AGEB), siendo un patrón universal en México de colección e integración de los indicadores derivados de los periodos censales que mantiene el INEGI a nivel nacional.

Es notorio que las personas buscan su residencia en sitios alejados del centro de la ciudad, buscando espacios menos congestionados por el comercio y el flujo vehicular. Las zonas con mayor concentración de población se localizan al norte de la ciudad con rangos de

concentración muy variados, en el que predomina un rango elevado de 70-113 hab/ha (equivalente a 7,000-11,300 hab/km²), distinguiéndose también sectores con alta densidad, de rangos 114-233 hab/ha (11,400-23,300 hab/km²).

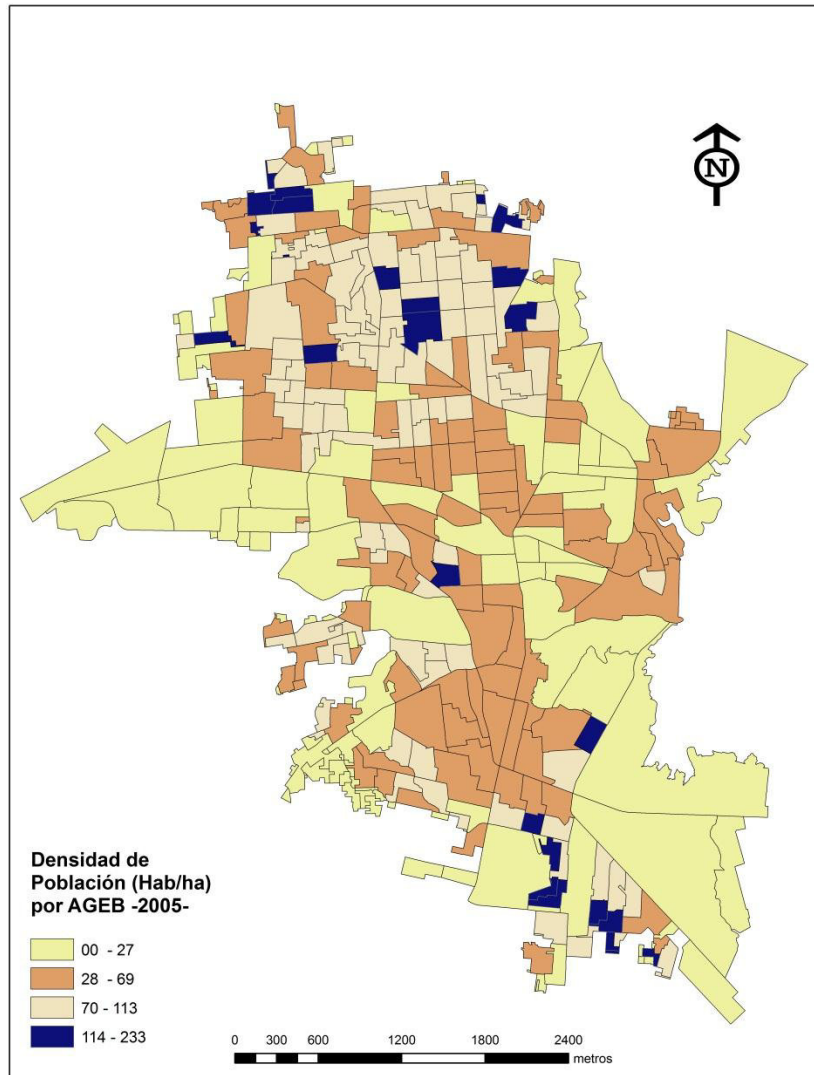


Figura 3.11 Densidad de población de Hermosillo en 2005
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

Esta concentración de habitantes en la zona norte del año 2005 coincide muy bien con los resultados de la distribución de vivienda presentados anteriormente en la figura 3.7, pues claro está, que esta población 2005 generó la oferta de vivienda que se asienta en el mapa de densidad de vivienda para el año 2010.

Mientras que la distribución en el año 2010 (fig. 3.12) indica que al sur-poniente se distinguen diversas concentraciones de habitantes, puesto que aparecen los cuatro estratos densidad de población definidos en este nuevo mapa. Los sectores de mayor densidad se localizan al norte muy similar que en el año 2005. En el sector poniente y suroriente se han manifestado bajas densidades por la presencia del aeropuerto, el parque industrial y el vaso de la apresa ALR respectivamente. Se observa que prevalece el modelo urbano con crecimiento longitudinal norte-sur.

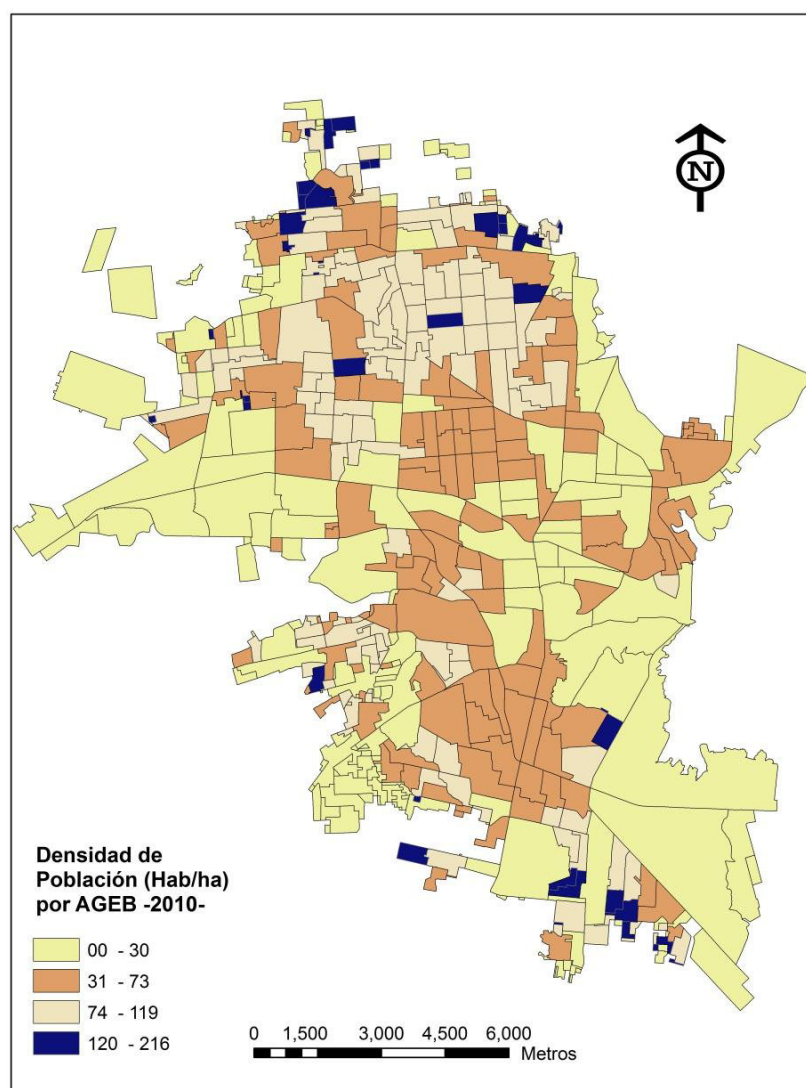


Figura 3.12 Densidad de Población de Hermosillo, año 2010
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI

Es notorio ver como toda la zona norte mantiene valores elevados de concentración de habitantes por unidad de área en un amplio territorio y alejados del centro. Se nota una congruencia con la concentración de vivienda al distinguirse nuevos desarrollos al norte final de la zona urbana. Ahora bien, es pertinente mencionar que el sector norte y noreste de Hermosillo se caracteriza por tener la mayor elevación topográfica (elevaciones promedio de 220 msnm con valores extremos al norte final de 250 msnm). Al noreste predominan desarrollos de vivienda de alta plusvalía. Topográficamente sucede lo mismo al sur de la ciudad, pues dominan las elevaciones promedio de 255 msnm, se distinguen ciertas islas de alta concentración de población en la periferia norte y sur.

Los niveles topográficos bajos se localizan en el centro de la ciudad, y los más bajos corresponden a todo el sector poniente y sur poniente (con elevaciones promedio de 195 msnm). En consecuencia dichos sectores se ven muy beneficiados con el abasto de agua y no son afectados por el tandeo (agua por horas al día) implementado por la falta de capacidad de las fuentes de abastecimiento y por la escasez general de agua en la cuenca.

Respecto a la distribución de habitantes (Lua y Jean-Michael 2012), señalan que la distribución espacial de la población de la ciudad refleja las condiciones económicas, sociales, tecnológicas, y del mercado, así como las políticas de planificación (p. ej., expansión de infraestructura), con impactos significativos en sus funciones sociales y ambientales. Los modelos de distribución de población y densidad por lo tanto, son centrales para predecir futuros urbanos, y de gran importancia para los planificadores y los responsables de las políticas. No sorprendentemente, los patrones de densidad de población se han estudiado extensamente. Las primeras investigaciones se han centrado en modelos monocéntricos, con la distancia al centro de negocios de la ciudad como el principal factor determinante de la densidad de población.

En este sentido, Pedregal (2002) señala que los aspectos relacionados con la dinámica temporal y espacial de la población, proyecciones futuras, las pautas de distribución territorial, y reparto del empleo por sectores económicos se constituyen en los principales factores explicativos de la demanda y su distribución espacial y sectorial. En segundo lugar, expone que: en el contexto de sistemas de planificación y gestión que contemplen la participación pública y utilicen un enfoque institucional para abordar estas cuestiones, los

aspectos relacionados con las *características y composición de la población* –estructura por edad y sexo, niveles educativos, actividad, ingreso- pueden ser relevantes a la hora de identificar preferencias, posiciones y opiniones en la toma de decisiones.

Dentro de este contexto, en un estudio de evaluación de los consumos de agua residencial realizado por (Shandas y Parandvash 2009) referente a la integración de la forma urbana y la demografía en la gestión de la demanda en Portland Oregon, EE.UU. exponen que evaluar el grado en que las políticas de gestión del suelo afecta el consumo de agua puede ayudar a resolver algunas preguntas: ¿Qué estrategias de uso del suelo son más eficaces en la reducción de la demanda de agua? ¿Cómo funciona la densidad de un barrio en el impacto del consumo de agua? Hacer frente a estas preguntas puede ayudar a marcar un enfoque para comprender qué estrategias de planificación de uso del suelo pueden afectar a los recursos naturales y cómo los organismos de planificación urbana pueden trabajar en cooperación con los organismos de gestión del agua en la aplicación de estrategias de conservación del agua.

3.5 Suministro de agua en la zona urbana

La fuente de abastecimiento del sistema de agua de la ciudad de Hermosillo tradicional por varias décadas es la del tipo superficial conformada por el almacenamiento en el vaso de la presa ALR, derivada de los escurrimientos que se captan de agua superficial de los ríos Sonora, San Miguel y Zanjón; cuyo nombre más común al sumar el área de las tres subcuencas ha sido cuenca del Río Sonora. Sin embargo, la presa no está en operación prácticamente desde el año 1997 (figura 3.13); en consecuencia dejaron de funcionar las tres plantas potabilizadoras que conforman el proceso de potabilización de aguas “crudas” derivadas del escurrimiento en la cuenca hidrográfica.

Los escurrimientos de agua que se generan en la cuenca del río San Miguel son aforados en la estación hidrométrica “EL Cajón”; y los que corresponden al río Sonora se miden en la estación “El Orégano” (fig. 3.14). Esta última tuvo buenos antecedentes históricos. Por ejemplo, en 1984-1985 se presentaron precipitaciones extraordinarias en la cuenca dejando un registro de escurrimiento total en “El Orégano” de 141 millones de m³ de agua (Díaz

Caravantes y Sánchez Flores, 2011). Provocando ello un lleno total en la presa ALR y serios problemas de inundaciones aguas debajo de la misma.



Fig. 3.13 Vista del vertedor y el vaso de la presa ALR
Fuente: foto de origen propio

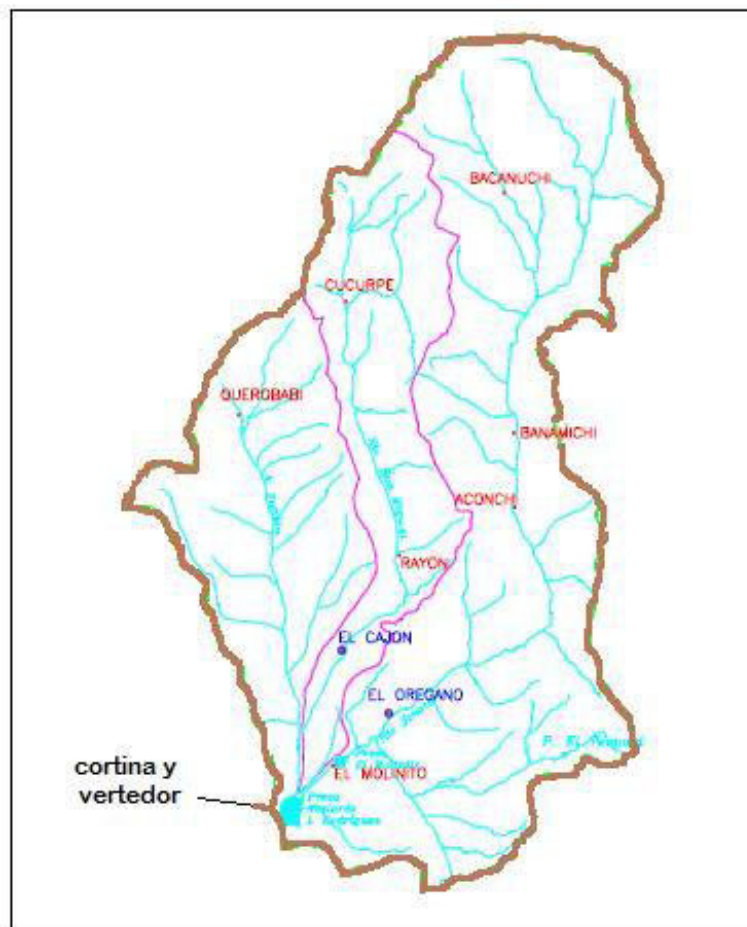


Fig. 3.14 Cuenca del río Sonora hasta la presa ALR
Fuente: modificada de J. Leiva (2007)

Una década después, en 1994-1995 sucedió algo similar, pues la estación “El Orégano” registró un escurrimiento global de 80 millones de metros cúbicos de agua, generando también el llenado de la presa y el desalojo de las excedencias a través del vertedor de dicha presa. Esta situación de emergencia e inundaciones obligaron a la autoridad estatal a construir en 1996-1997 una segunda presa sobre el río Sonora para el control de avenidas máximas y que permitiera regular las excedencias de agua. El punto de ubicación fue aproximadamente 20 km aguas arriba de la presa ALR, denominándose Presa Rodolfo Félix Valdés, cuya denominación simple ha sido presa “El Molinito”. Por lo que, a partir de esta situación de control; cualquier escurrimiento de agua superficial por el río Sonora sería almacenado temporalmente en la presa “EL Molinito”, dejando prácticamente fuera de operación y en desuso a la presa ALR, cuyo “funcionamiento” sería solamente ante la presencia de fenómenos meteorológicos extraordinarios en la cuenca, que no fuera posible amortiguarlos en la presa “El Molinito”.

Posteriormente al excedente hidráulico en la cuenca del río Sonora, hubo escurrimientos moderados y bajos pero que en su valor medio anual no fueron capaces de generar almacenamiento significativo en la presa; provocando esto problemas en el sistema de suministro de agua a la ciudad de Hermosillo. De ahí que la primera emergencia por la escasez de agua para uso doméstico en la zona urbana se dio a partir del año 1996.

La otra fuente de agua para el suministro a la ciudad, proviene del Agua Subterránea mediante la explotación de Acuíferos a través de pozos. Esta fuente de agua, también ha sido de muchos años en el abasto, pero ha sido afectada por la misma ausencia de escurrimientos de agua en la cuenca del río Sonora. No obstante, es la que alimentó de agua a la ciudad durante la prolongada sequía.

Así entonces, el largo periodo de estiaje en la cuenca del río Sonora, generó que la mayor parte de los esfuerzos y recursos económicos se dirigiera a la búsqueda de nuevas captaciones de agua subterránea. Sin embargo, el problema hizo crisis; la escasez de agua se generalizó debido a las condiciones de sequía en la región y desde el año 1997, las autoridades responsables de la gestión siguieron en la búsqueda de nuevas captaciones de agua subterránea para extraer más agua del subsuelo a través del bombeo en un mayor número de pozos profundos sin lograr buenos resultados.

En cuanto a esta situación de crisis hídrica en la zona de estudio, Pineda (2006) señala que el Organismo Operador Agua de Hermosillo (AGUAH) implementó un programa de tandeo del agua que consistió en ofrecer horarios en el servicio de agua a los habitantes en los años 1998 y 1999, estos programas llevaron el propósito de restringir el abasto de agua otorgando el servicio sólo algunas horas del día. En el año 2005 de nuevo se implementó el servicio restringido a sólo unas horas en el día. Este programa de tandeo del agua procedió solamente por unos meses dentro de esos años mencionados.

En el año 2002 se construyó la captación de Agua Subterránea “Los Bagotes” localizada a 20 km aproximadamente al poniente de la ciudad. Esta nueva captación resultó de la negociación de la autoridad municipal con un grupo de agricultores que aceptaron y decidieron traspasar la concesión de agua con fines agrícolas a uso de agua potable urbana.

La operación de los pozos en esta nueva captación de agua subterránea, prácticamente sustituyó a otros pozos ya existentes en el sistema de abasto que ya no aportaban el agua suficiente para el suministro. Por lo que, todavía buscando resolver el déficit del agua urbana, en la tónica de seguir incrementando la oferta y en plena emergencia por el déficit de agua en las fuentes, a partir del año 2006 las autoridades responsables de gestión del agua federal y el Ayuntamiento de Hermosillo promovieron la construcción del acueducto “El Molinito” cuyo objetivo fue extraer agua que ya iniciaba su almacenaje en la fuente superficial: Presa “El Molinito” localizada sobre el Río Sonora. Este nuevo acueducto se diseñó para conducir un caudal de hasta 1500 lts/seg (1.5 m³/seg). El acueducto cumplió su propósito sólo dos años después de su construcción, ya que la fuente mencionada al igual que la presa ALR no logró recibir escurrimientos significativos de agua de la cuenca hidrográfica. Por lo que, desde el año 2009 tal acueducto ya no participa con el abasto de agua a la ciudad, quedando toda la infraestructura prácticamente en espera de que estas presas reciban aportaciones futuras proveniente del escurrimiento de agua de su cuenca.

3.5.1 Gestión del agua doméstica urbana

El agua ha sido históricamente (y por supuesto todavía es) un recurso crítico para el soporte de la vida urbana. La génesis de las ciudades no se puede entender sin remontar cómo el agua se ha movilizado para permitir el crecimiento urbano. Desde el uso de

recursos locales, tales como el agua subterránea, el transporte del agua a través de conductos derivados de las presas; terminando en ciertos casos con adelantos tecnológicos como plantas desalinizadoras. El agua se ha urbanizado a través de la historia, y sobre todo desde la revolución industrial, facilitando la concentración masiva de la gente en las ciudades (March Corbella 2010).

En Hermosillo, la competencia por el agua entre el sector doméstico y el sector agrícola ya es evidente; la razón principal es por ausencia de lluvias y prolongación del periodo de estiaje hasta por casi quince años, sumándose a ello el explosivo crecimiento urbano y demográfico desde 1980. A partir del año 2011 se han presentado continuas protestas y controversias entre usuarios del agua residencial de Hermosillo que sienten la escasez de agua, contra los usuarios del agua agrícola del sur del estado específicamente en ciudad Obregón que riegan sus cultivos en el Valle del Yaqui. Los primeros porque en varios años no tienen un abasto seguro de agua en su hogares y porque además, las autoridades del gobierno estatal y federal prometieron resolver el problema de escasez del agua urbana en Hermosillo con la construcción del Acueducto “Independencia”; el cual pretende extraer agua superficial de la presa Plutarco Elías Calles (presa “El Novillo”) cuyo vaso de almacenamiento tiene una capacidad de hasta 2,925 millones de metros cúbicos. Dicha presa se localiza en la cuenca vecina perteneciente al Río Yaqui. Por el otro lado, los usuarios del agua agrícola que han protestado porque exponen que el agua de dicha presa les pertenecen por cesión de derechos agrícolas. Este acueducto que inició su construcción desde el año 2010, concluyó en diciembre de 2012, mismo que efectuará un trasvase de la cuenca del río Yaqui hacía la ciudad de Hermosillo (trasvase cuenca río Yaqui a cuenca río Sonora) conduciendo un volumen máximo por año de 75 millones de metros cúbicos de agua (2,378 lts/seg). Los responsables de la gestión informaron a los medios locales y nacionales que el acueducto entró en operación parcial a partir de la primavera de 2013.

De acuerdo a los datos publicados por las autoridades responsables señalan que el costo de la obra de construcción de tal acueducto, dos plantas potabilizadoras, equipamiento y demás obras complementarias asciende a un total de \$4,000 millones moneda nacional (equivalente a 330 millones de dólares). La longitud de dicho acueducto es de 152 km en un diámetro constante de 1.22 metros (48 plg.), con un funcionamiento hidráulico por

bombeo en un tramo de 45 km y en los 107 km de longitud restante su funcionamiento es por gravedad aprovechando el desnivel topográfico a favor.

Parte de la población en Hermosillo padeció *stress hídrico* puesto que el servicio de suministro de agua no fue al 100% ya que el programa de tandeo o servicio de abasto por horas al día se implementó de nuevo a partir del año 2010, luego durante el 2011 y después en el año 2012. Esta problemática en la escasez del agua, deja ver evidencias de que las soluciones implementadas para enfrentar el déficit del agua urbana se han enfocado fundamentalmente a la búsqueda de nuevas zonas de captación de agua superficial y subterránea. Se ha preferido incrementar la oferta para suministrar más agua al sistema de distribución y en consecuencia a los hogares; lo cual sigue el modelo tradicional basado en la gestión de la oferta, centrado en elevar la cantidad de agua a través de la construcción de obras que capten el líquido y también obras para que dicha agua se conduzca de más lejos, en este caso de 152 km a la ciudad de Hermosillo (Ojeda 2011).

En estos caos, la disponibilidad de agua en el sector de agua urbana es intermitente (agua por horas), impredecible, y se entrega con una presión inadecuada, y los consumidores utilizan electricidad para hacer frente a los problemas del agua (Gober y Malik RPS, 2010).

Es evidente, que el modelo de gestión de la oferta todavía sigue predominando y dominando en México y otros países, muy a pesar de que este modelo de gestión tiende a ser insostenible. Es relativamente más sencillo crear nueva infraestructura hidráulica, llevarle más agua a la población, que mantener y modernizar la existente en las zonas urbanas, sobre todo lo concerniente a las redes de distribución del agua. Por ejemplo, Las tres zonas metropolitanas de mayor importancia económica y demográfica en México son ejemplo típico del dominio del modelo de abasto tradicional. En un orden de menor a mayor magnitud demográfica: Monterrey, Guadalajara y la Ciudad de México.

En el caso de Monterrey, según datos del organismo operador y CONAGUA, el sistema de abasto global se mantiene con un 60% de agua superficial y un 40% de agua subterránea. El agua de la principal fuente superficial la conducen por el acueducto Linares-Monterrey de longitud 133 km. En la actualidad el organismo operador y la autoridad estatal realiza

gestiones de carácter económico para ejecutar el proyecto Monterrey VI; el cual consiste en construir a partir del año 2014 un nuevo acueducto que importará agua de la cuenca del río Panuco del estado de Veracruz, en el río Tampoán. Este proyecto de nueva oferta de agua está considerando un caudal de 15 m³/seg, para conducirlo por un acueducto con una longitud de 365 km, la inversión anunciada es de \$ 15,438 millones en moneda nacional (equivale 1,187 millones de dólar). La obra será concesionada en su construcción y en el funcionamiento por un periodo de 33 años (CONAGUA, 2013).

En el caso de la zona metropolitana de Guadalajara, el sistema de abasto que posee actualmente es para surtir 9 m³/seg. Su origen es 70% agua superficial y 30% es agua subterránea. El mayor porcentaje del agua superficial proviene del lago de Chapala localizado a 50 km de la ciudad. La autoridad estatal de Jalisco en asociación con el estado de Guanajuato tiene en proceso de construcción la Presa El Zapotillo de la cuenca del río Verde en Jalisco. De ahí se conducirá agua a tres ciudades: la ciudad de León Guanajuato, Los Altos de Jalisco y a la ciudad de Guadalajara. La inversión anunciada es \$ 13,089 millones en moneda nacional. El sitio de la presa se localiza a 100 km de Guadalajara.

La situación en la zona metropolitana de la ciudad de México (ZMCM) es mucho más compleja en su proceso de gestión de la oferta de agua. De acuerdo a (Tortajada, 2011) la ciudad se localiza a una altura de 2,240 metros sobre el nivel del mar (msnm), rodeada de montañas que alcanzan una altura de 5000 msnm. Señala también que la ZMCM recibió en ese entonces un caudal de 66 m³/seg (equivalente a 2,081 millones de m³ al año), de los cuales 35 m³/seg son para el Distrito Federal y 31 m³/seg para el estado de México. Las cuencas del río Lerma y Cutzamala, junto con el acuífero del Valle de México, son las principales fuentes de agua para esta área metropolitana. El agua es transferida desde una distancia de 60 a 154 km y luego se bombea a una altura de más de 1000 m, que requieren 102 estaciones de bombeo, 17 túneles y 7.5 km de canales, lo que hace este proyecto extremadamente de alto consumo energético y caro. La electricidad utilizada para bombear el volumen total de agua del sistema Cutzamala sólo a la planta de tratamiento es equivalente a la energía que se consume en la ciudad de Puebla (Tortajada y Legorreta 2011). De acuerdo a datos de CONAGUA el acueducto Cutzamala tiene 500 puntos

vulnerables, y actualmente está en proceso de construcción la rehabilitación y modernización con una inversión de \$ 7,039 millones en moneda nacional.

Regresando al caso Hermosillo, la evolución del volumen de agua que producen en conjunto las captaciones para el abasto de agua de la ciudad, ha mostrado un comportamiento inestable como puede verse en la figura 3.15, la cual se presenta el volumen de agua producido para la zona urbana para un periodo de diez años, indicando una disminución gradual en la misma desde el año 2000, haciendo crisis en el año 2005.

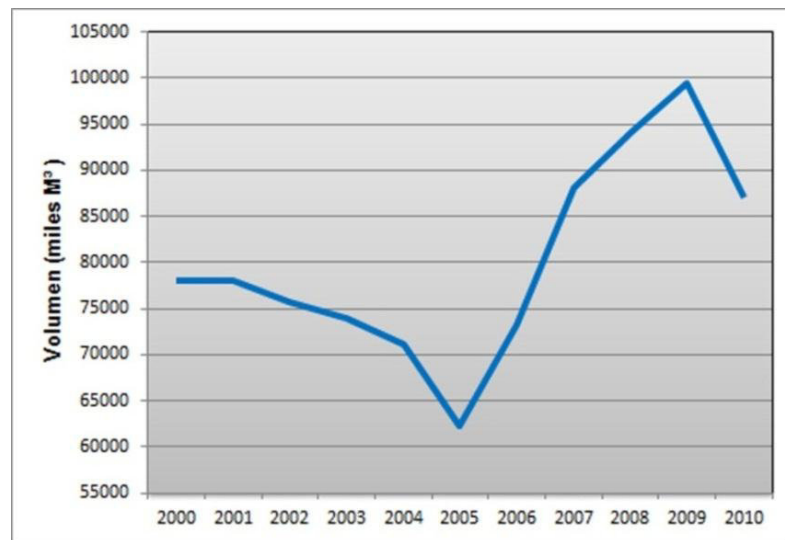


Figura 3.15. Producción de agua en las zonas de captación
Fuente: Elaborado propia con información de AGUAH

De acuerdo a la gráfica, la caída en la producción de agua fue una de los motivos principales por el que se pretendió implementar el programa de tandeo del agua en los años 1998-1999 y 2005, el cual no fue aceptado por los ciudadanos y usuarios del agua de Hermosillo. En esos años el organismo AGUAH se dio cuenta de que la red de distribución urbana no estaba preparada en infraestructura para ofrecer servicio por horas en sectores de la ciudad. Hubo gran número de rupturas de tuberías de la red producto de las tensiones por incremento y disminución del agua en las tuberías.

El incremento del volumen de agua producido del periodo 2007-2009 observado en la gráfica se debe a la aportación principal que prestó el acueducto “El Molinito” en esos dos años, lo cual fue posible por el almacenamiento de agua logrado en la presa del mismo

nombre. De no haberse presentado estas aportaciones, se hubieran presentado una situación de caos y *stress hídrico* generalizado en la ciudad capital de Sonora. La figura 3.16 muestra la configuración de la mancha urbana de Hermosillo, el antiguo vaso de la presa ALR, y las distintas líneas que indican las tuberías de conducción de agua desde las fuentes hasta la ciudad. Mientras que la fig. 3.17 ilustra de manera conceptual los elementos que intervienen en el sistema de agua de la ciudad de Hermosillo.

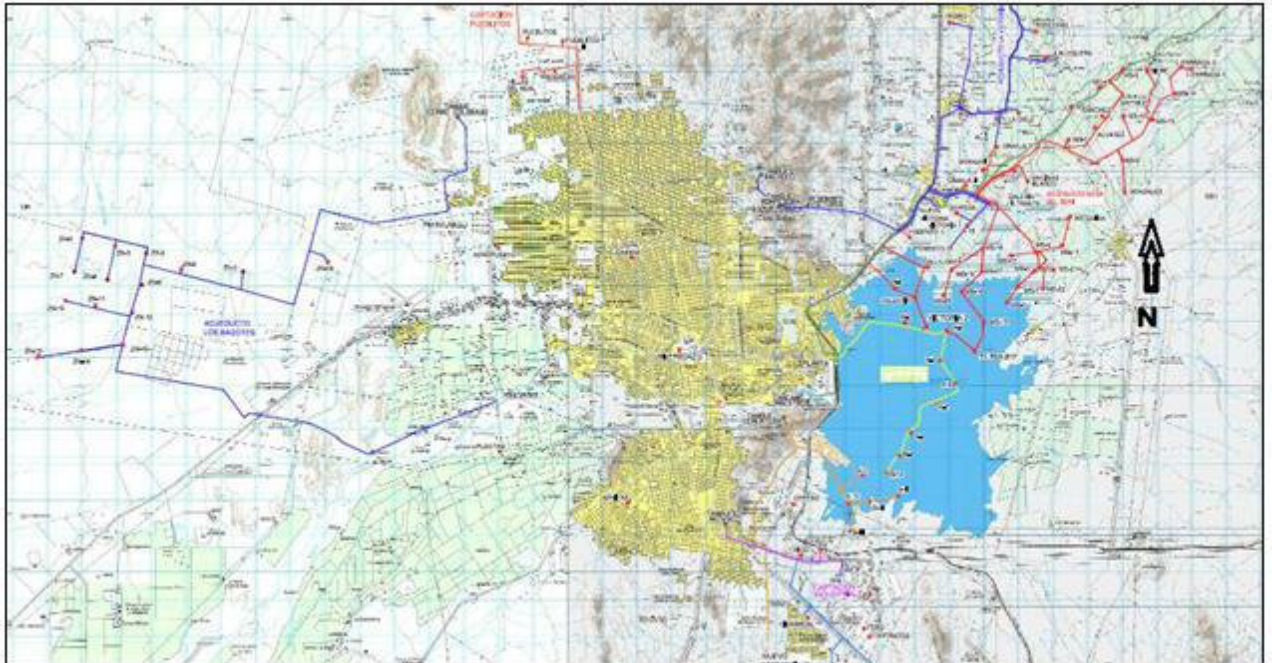


Fig. 3.16 Zona urbana y el arribo de líneas de conducción provenientes de las fuentes de agua
Fuente: organismo AGUAH (2010)

Al finalizar el año 2010, el organismo operador AGUAH registró una producción de agua de 2,761.8 lts/seg para el sistema de abastecimiento de la zona urbana de Hermosillo. Este flujo de agua en la red general representa un volumen anual en ese año de 87.1 millones de metros cúbicos. Es decir, corresponde a la cantidad (oferta) de agua inyectada a la red de distribución de agua en la zona urbana considerando el programa de tandeo (agua por 8 horas diarias) para una población total de 715, 061 habitantes.

Ante este tipo de situaciones (Cabrera 2008), expone que difícilmente se podrá satisfacer plenamente, siempre y en cualquier lugar, una demanda que, de no controlarse, no encuentra límite. Siempre llegarán períodos secos en los que la disponibilidad de recursos

no podrá cubrir el consumo habitual y habrá que racionar el agua o, en otras palabras, será necesario gestionar la demanda.

En Aurora, Colorado, EE.UU, en el año 2002 los encargados de la gestión del agua se enfrentaron con uno de los peores años de sequía. En respuesta el organismo operador de esa región implementó una variedad de programas de gestión de la demanda a corto y largo plazo. Los programas incluyeron: restricciones en el uso del agua al aire libre, programas de incentivos, introducción de nuevas tecnologías, y múltiples cambios en las estructuras y tarifas, culminando con la adopción de una tasa (tarifa) de bloque cada vez mayor y con estructura de precios individualizados (hogar específico). Es decir, el volumen de agua valorada a un precio de un determinado nivel de la tasa, ajustados anualmente en respuesta a los niveles de consumo, las condiciones de almacenamiento de agua y consideraciones de los ingresos (Kenney et al., 2008) .

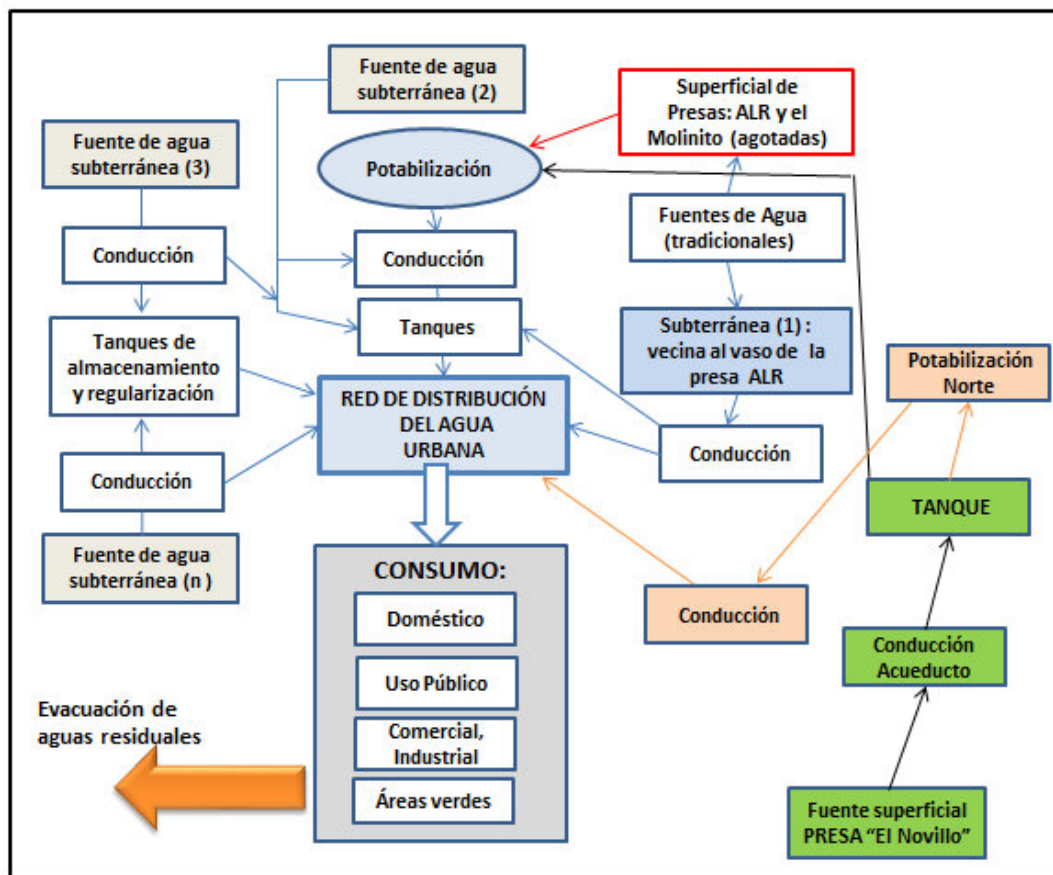


Fig. 3.17 Diagrama conceptual de los elementos del sistema de suministro en Hermosillo Fuente: Elaboración propia

3.5.1.1 Cobertura y medición del servicio del agua doméstica.

Respecto a las coberturas que mantiene el organismo operador AGUAH, sus registros indican que la ciudad de Hermosillo en el año 2010 presenta un Indicador de 99.21% en la cobertura de la red de distribución de agua potable, y del 98% en la cobertura del servicio de agua, lo cual corresponde a indicadores altos en calidad, puesto que exceden cualquier punto de vista sustentable. Para ese mismo año presenta un registro global de 242,429 conexiones o tomas de agua en conjunto de los tres sectores: doméstico, comercial e industrial. De este número de tomas el 94.2% corresponden al sector doméstico, es decir un total de 228,385 conexiones son para los hogares (consumo social).

Tabla 3.3 Conexiones de agua con medidor y sin medidor

AÑO	Conexión Doméstica	Conexión Comercial + Industrial	Entidades Públicas	Suma de Conexión global	Gran Total	Conexión con medidor (%)	Suma Doméstica	Conexiones Domesticas con medidor (%)
2007	(85,294) 117,938	(5,247) 6,239	ND	(90,541) 124,177	214,718	57.83	203,232	58.03
2008	(91,596) 122,527	(4,986) 6,102	(800) 400	(96,982) 129,029	226,011	57.10	214,123	57.22
2009	(91,509) 130,622	(4,948) 6,544	(415) 394	(96,872) 137,560	234,432	58.7	222,131	58.80
2010	(79,621) 148,764	(5,369) 8,675	ND	(84,990) 157,439	242,429	65	228,385	65.14

NOTAS: la cantidad entre paréntesis corresponde al número de conexiones sin medidor. ND = no datos

Fuente: Elaboración propia con datos del organismo AGUAH.

Del número de conexiones indicadas en el sector doméstico sólo 148,764 conexiones poseen medidor instalado. Significa entonces que únicamente el 65% del sector doméstico tiene servicio medido (cobertura de medición) lo cual corresponde a un Indicador de baja calidad perjudicando al proceso de gestión en general. Si el usuario no sabe cuánto volumen de agua consume en su hogar, tampoco podrá saber la disminución o incremento del mismo por las medidas de conservación que aplique o no, en su vivienda.

Ahora bien, para identificar y visualiza la variación del consumo de agua en los hogares se recolectó información de los consumos mensuales (en m³) del servicio otorgado por el organismo operador AGUAH a los usuarios tipo doméstico. Estos datos son de cada toma domiciliaria que dispone de registros y por consecuencia forman parte del padrón del servicio medido.

La información recolectada corresponde a los años 2005 y 2010. Tal información se presenta a través de un promedio mensual mostrado en la figura 3.18. En esta grafica se observa que el consumo de agua mensual durante el año 2010 fue menor que en 2005, y que ambos tienen una tendencia similar durante los meses más cálidos (mayo-septiembre) con presencia de altas temperaturas. Por lo tanto, esto confirma que el programa de tandeo (agua por horas al día) implementado en el año 2010 generó ahorro de agua toda vez que en este año existen más habitantes y se generó mayor crecimiento urbano.



Figura 3.18 Consumo mensual de agua en Hermosillo
Fuente: elaboración propia con información de AGUAH

Ante este tipo de situaciones (Antón D. 1996), señala que la cantidad de agua consumida a nivel de una comunidad depende de muchos factores. Entre ellos se incluye el clima: se necesita más agua en climas áridos que fríos. La demanda de agua depende asimismo de su disponibilidad. La gente se adapta al volumen disponible y, si bien existe cierta inercia

relacionada con la modificación de los hábitos, puede decirse que a igualdad de otros factores, cuanto mayor volumen de agua sea suministrado, mayor será el nivel de consumo, aunque esta relación no sea aritmética.

La medición de los consumos de agua a nivel de vivienda (micro medición) es un proceso importante, por lo que es conveniente tener el 100% de cobertura, independientemente del tipo de tarifa que se aplique al usuario (tarifa normal o subsidiada); puesto que además de facilitar a los responsables de la gestión dirigir acciones enfocadas a la gestión de la demanda; permite también enfocar actividades de investigación permanente a nivel local y geoespacial; generando todo ello grandes beneficios en el proceso de toma de decisiones para establecer políticas de gestión respecto al suministro de agua y el crecimiento urbano.

En este sentido, Troy y Holloway (2004) exponen que derivado de estudios profundos sobre la situación de los consumos de agua; las distribuciones espaciales junto con los patrones de consumo de agua para los diferentes tipos de edificaciones y hogares, se podrían utilizar para permitir la planificación de nuevas áreas y la reurbanización de las áreas existentes dentro de la ciudad para reducir el consumo de agua.

En Hermosillo los usuarios del agua en las viviendas que tienen lectura de medidor y que se les extiende factura, pagan el monto que corresponde al volumen de agua consumido, según el esquema de tarifa por bloques establecido. El resto de los usuarios que no tienen medidor se les tiene asignada la tarifa normal, pagan un monto “estimado” que determina el organismo AGUAH considerando un volumen de agua promedio de los consumos de la zona o sector vecino a su vivienda o barrio. Esto provoca el inconveniente de que si bien están cobrando un monto, no se puede considerar que tal volumen de agua estimado sea el real en virtud de que no fue registrada una lectura en la vivienda correspondiente. Es decir, no es tan sólo el interés por cobrar un determinado monto económico, puesto que se escapa la oportunidad de poder conocer y analizar el comportamiento de los consumos de agua en la ciudad.

Ahora bien, según datos del organismo operador para el año 2010, se registró un volumen total de agua producida y distribuida para la ciudad de 87 millones de metros cúbicos, contra un volumen de agua facturado de 54.6 millones de m³ en conjunto para los tres

sectores: doméstico, comercial e industrial; arrojando esta relación una eficiencia física del 63 % (indicador de baja calidad). Significa que el 37% del agua inyectada al sistema no se está facturando por no tener una cobertura de medición total, o bien, dicho porcentaje de volumen de agua restante puede tener por lo menos uno de los destinos siguientes:

- Es agua consumida en los hogares que tienen conexión pero no tienen medidor,
- Es el agua que se pierde por fugas en la red general de tuberías,
- Pertenece al agua que se pierde por fugas al interior de las viviendas,
- Es el agua que se pierde en las conexiones (tomas) clandestinas en la ciudad.

En este orden de análisis, las tarifas que están establecidas para el sector doméstico son tipo bloque. Los bloques definidos y aplicados en el consumo de agua en m³ son los siguientes: 0-10, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30 m³, y así sucesivamente en ese orden hasta el rango 71-75 y mayor de 76 m³. El costo del bloque inicial obligatorio por el primer rango de consumo (0 a 10 m³) al año 2013 es de \$ 61.54; y por cada m³ de agua adicional a partir de 11 m³ se aplica un aumento en la tarifa. Tal incremento del precio por cada m³ de agua adicional varía dependiendo en cual bloque se ubique el consumo de agua registrado.

El menor incremento es \$ 5.74/m³ en el bloque (11-15), mientras que en el bloque de consumo de rango 71-75 se suma un diferencial de \$ 48.56/m³. La tabla 3.4 indica los rangos de consumo y la tarifa respectiva para consumo doméstico, y la sección B muestra la tarifa para el mismo sector pero con características económicas bajas (tarifa social).

El valor en el que oscilan la mayoría de los consumos de agua doméstica en los hogares de los usuarios según la figura referida anteriormente (fig. 3.18) es el rango entre 16-20 m³ por mes, correspondiéndole un incremento de \$ 8.00 por cada m³ de agua adicional en dicho bloque. Por ejemplo, el usuario que consumió un volumen de agua de 19 m³ en un determinado mes, el pago que le correspondería es: \$ 61.54 por los primeros 10 m³ del consumo base, y sumándole a ello el diferencial de 11 a 15 m³ (\$28.70), más el diferencial de consumo de 16 a 19 m³ (\$32.00), resultando un importe total de \$122.2 (equivalente a 10.2 dólar), sin incluir el cargo por el concepto de drenaje sanitario, ni el impuesto de éste

último concepto. Sin embargo, al revisar el monto autorizado para la tarifa social el importe por 19 m³ de consumo generaría un importe de \$ 61.12 (que equivale a 5 dólares).

La dinámica en las tarifas en Hermosillo durante el periodo 2004-2010, se incrementó en un porcentaje acumulado de 45%. También en 2013 se incrementó La tarifa 61% respecto a la tarifa del año 2010. Sin embargo, tanto el valor de la tarifa y el incremento total no representa el valor real del agua; como tampoco los consumos de agua disminuyen por esta única razón. Por lo tanto, no es conveniente dedicar la atención sólo a las tarifas en el caso de que se busque influir para buscar una reducción en los consumo de agua.

Al respecto Pedregal expone tres observaciones (March y Pedregal, 2010):

- El agua es una necesidad vital y no puede comportarse como un bien económico.
- El consumo de agua está relacionado con hábitos cotidianos, un cambio en el precio será irrelevante para usos que no se vinculan a la rutina diaria con el consumo de agua.
- El pequeño porcentaje de la factura del agua en relación con el presupuesto del hogar desalentará al usuario, en el caso de que él o ella, sea capaz de responder a los aumentos de precios del agua.

De tal manera que, las políticas de fijación de precios por sí sola no puede bastar para controlar la demanda de agua para uso doméstico (Domene y Saurí 2006). Puesto que la demanda doméstica de agua tiende a ser inelástica en relación al precio (March y Saurí, 2009). Por su parte, Jardines, J.L. (2008), declara que el otorgamiento de subsidios a la población de más bajos ingresos, a través del no cobro, o cobro mínimo por los servicios de los organismos de agua potable y saneamiento, auspiciado por gobernantes o legisladores-gestores, se ha constituido en una perspectiva que incide de manera contundente en las finanzas de los mismos, y fomenta en los recomendados una negativa cultura ventajosa sobre el resto de la sociedad que sí cumple.

Un resumen de la estructura tarifaria para Hermosillo (tabla 3.4), ahí en la tarifa social se observan renglones vacíos porque se observó que la normatividad no incluye esos rangos de consumo, pero internamente AGUAH si los tiene considerados en su tabla operativa.

Tabla 3.4 Tarifa del agua doméstica: (A) tarifa normal, (B) tarifa social

(A)		(B)	
Rango de Consumo (m ³)	Importe \$ (moneda nacional)	Rango de Consumo (m ³)	Importe \$ (moneda nacional)
0 a 10	61.54	0 a 10	30.77
11 a 15	5.74	11 a 15	2.87
16 a 20	8.0	16 a 20	4.0
21 a 25	8.0	21 a 25	4.0
26 a 30	8.0	26 a 30	4.0
31 a 35	8.17	31 a 35	4.08
36 a 40	13.62	36 a 40	6.81
41 a 45	13.62	41 a 45	6.81
46 a 50	13.62	46 a 50	6.81
51 a 55	47.68	--	--
56 a 60	47.68	--	--
61 a 65	47.68	--	--
66 a 70	48.56	--	--
71 a 75	48.56	--	--
>76	52.39	--	--

Fuente: elaboración propia con datos de AGUAH

Una interpretación grafica de la estructura de tarifas de Hermosillo indicada en la tabla 3.4 anterior, es la que se presenta en la figura siguiente 3.19, cuyo propósito es ilustrar la separación de los escalones en los principales bloques de la tarifa para un mismo consumo.

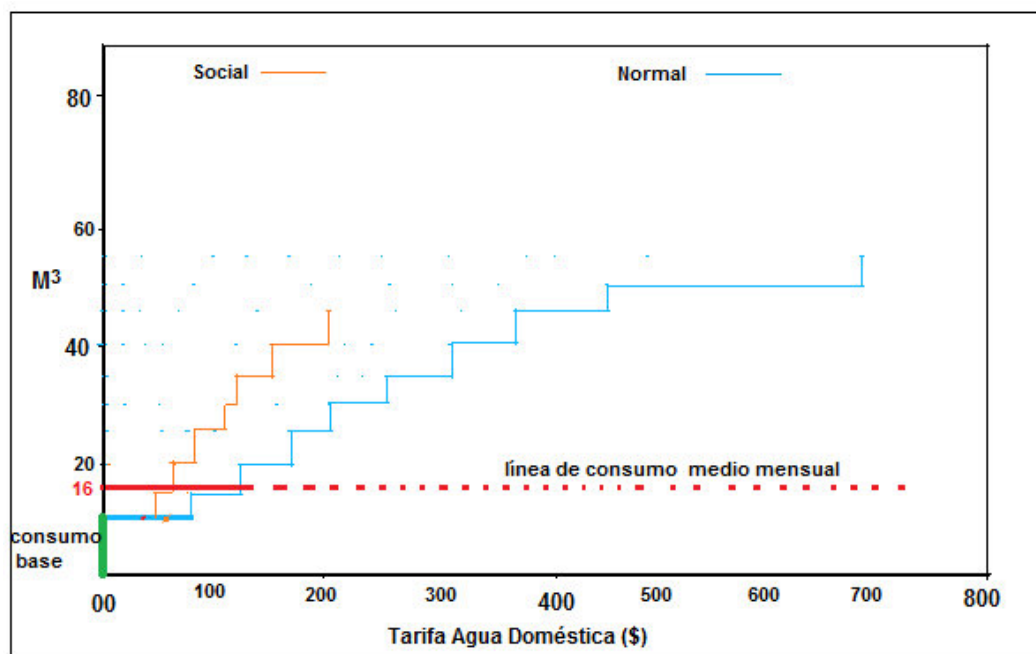


Fig. 3.19 Estructura general de Tarifa del agua doméstica: Social y Normal
Fuente: Elaboración propia basado en Polebitski y Spring (2010).

De acuerdo a la normatividad que prevalece en la Ley de Ingresos y Presupuesto del Ayuntamiento de Hermosillo, aplicable lo referente a Tarifa del agua para el organismo operador AGUAH, el artículo 36 de esta Ley indica cinco razones de peso para que la tarifa tipo social sea aplicable y proceda. Tales requisitos se refieren básicamente a condiciones de bajos ingresos, ser propietario el inmueble, jubilados, incapacitados para trabajar y adultos mayores con ingresos menores de dos salarios mínimos.

Sin embargo, existe amplia literatura sobre el tema de tarifas relacionadas con el consumo de agua. Por ejemplo, basándome en las declaraciones de Portnov y Meir (2008) sobre la convergencia o divergencia en el consumo de agua urbana. Sucede que normalmente aparece una relación negativa entre los niveles de consumo de agua y los cambios en las tarifas. Esto significa que, si el usuario considera o percibe que el importe de la tarifa es baja, generalmente tiende a consumir más agua, siempre y cuando no se encuentre ya en el nivel de saturación del consumo; es decir donde ya no puede consumir más agua por las propias características de quienes conforman el hogar y del uso al exterior.

Así también puede presentarse que en los habitantes del clase económica alta mantiene ya niveles altos de consumo de agua (es decir acercándose al nivel de saturación en su consumo) no puede ser esperado ningún aumento sustancial en sus consumos de agua, o sea que sus patrones de consumo en teoría, ya están prácticamente definidos. Lo contrario puede suceder en el caso de los sectores con habitantes de clases económica baja, en donde sus patrones de consumo de agua pueden verse alterados crecientemente pues tienden a aumentar su consumo de agua con mayor rapidez para satisfacer sus necesidades inmediatas, lo cual puede ser muy evidente cuando existe prosperidad económica en este sector de la población, o bien, cuando los precios en las tarifas del agua caen ya sea por disminución o por el otorgamiento de altos subsidios.

3.5.1.2 Gestión de la demanda de agua

De acuerdo a información del Atlas del Agua (CONAGUA 2010), la disponibilidad natural media de agua per cápita en México ha disminuido en el tiempo, mientras que en el año de 1980 se tenía registrado un valor per cápita nacional de 6,168 m³/hab/año; este

dato pasó en 1995 a ser de 5,011 m³/hab/año. Para el año 2007 la disponibilidad de agua por habitante siguió a la baja registrando un valor de 4,312 m³/hab/año. No obstante, en la región hidrológica donde se localiza la zona de estudio (región II noroeste de México) esa disponibilidad de agua per cápita toma un valor de 3,192 m³/hab/año para el año 2007 y más bajo aún 2,819 m³/hab/año en la proyección al año 2030.

Las condiciones climáticas también tienen una gran influencia en el volumen de consumo de agua. Las demandas de los suministros de agua y el propósito del servicio continúan creciendo en todo el mundo. Los crecimientos recientes de la población en los países en desarrollo han dado lugar a una creciente necesidad de la provisión de agua segura y adecuada y del saneamiento, e imponen una gran demanda del agua para futuros proyectos de desarrollo y de gestión (Durga Rao 2005).

Esto se percibe más crítico cuando vemos la declaración de UNESCO en el documento *Water in a Changing World* (UNESCO 2009), se expone que aunque el cambio climático creará presiones importantes sobre el agua, no es actualmente el motor más importante de estas presiones externas del sector del agua. La mayoría de los factores importantes - las fuerzas y procesos generados por las actividades humanas - son la demografía y el consumo creciente que viene con el aumento de los ingresos económicos per cápita.

Así entonces, vemos que en México la disponibilidad de agua por habitante por año tiende cada vez más a la baja y los recursos hídricos superficiales y subterráneos son más escasos, la variabilidad en la precipitación pluvial es más errática y las temperaturas urbanas van en aumento. Al igual que las diferencias sociales, económicas, políticas y técnicas en los distintos municipios o localidades urbanas de México, las condiciones geográficas, hidrológicas y en general de disponibilidad de agua y su distribución, marcan una gran diferencia en el Estado de Sonora respecto a otras entidades federativas del país. Hermosillo al estar localizada en la franja desértica de Sonora presenta altas temperaturas durante siete meses del año. Por ejemplo entre los meses de abril y octubre presenta un rango de temperaturas máxima mensual media de 34 a 36 grados centígrados a la sombra, con valores críticos de 42 grados durante tres meses de junio-agosto (fig. 3.20).

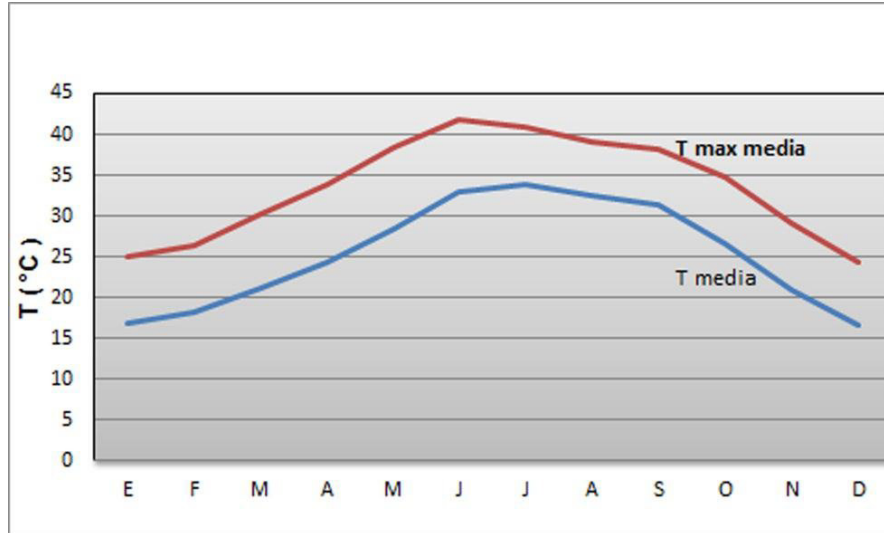


Figura 3.20 Variación de las temperaturas medias del periodo 1992-2009
Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA.

En esa temática, la gestión del agua se ha caracterizado tradicionalmente por un paradigma de control que ahora está cambiando poco a poco. Esto es en gran parte a la necesidad de poner en práctica la gestión integrada de los recursos hídricos y la idea de que la gestión del agua se enfrenta a la creciente incertidumbre del cambio de clima y el cambio rápido de las condiciones de entorno socio-económico (Pahl-Wost 2007).

La reorientación de las políticas del agua hacia direcciones más sostenibles está estrechamente relacionada con el uso de prácticas gestión de la demanda. Este cambio requiere de la integración de la ingeniería, medio ambiente, así como los aspectos sociales y económicos del abastecimiento de agua planificación y gestión. Los usuarios finales y los receptores de una nueva política integral orientada a la demanda de agua son los consumidores de agua. Esto significa que las empresas u organismos urbanos de suministro de agua a fin de proceder a las políticas integradas tienen que investigar y tener en cuenta los aspectos sociales que afecte decisivamente y formular las opciones de gestión de la demanda (Kolokytha y otros 2002). Por otro lado, la gestión de la demanda tiene por objeto lograr las demandas y usos deseables. Influye en la demanda a fin de utilizar un recurso escaso de manera eficiente y sostenible (Dube y Zaag 2003).

Ahora bien, el nivel de eficiencia física del 63% señalado con anterioridad en la red de distribución de agua en Hermosillo, es bajo, como también lo es el 65% del nivel de la medición del consumo de agua. Así también para el mismo año 2010, el organismo reporta un número de usuarios que presentan morosidad en el pago del agua consumida. Por ejemplo, reporta que 34,725 usuarios tienen un retraso en el pago de 12 meses y más; y 16,688 usuarios están pendientes de pagar entre 5 y 11 meses de retraso.

El reporte del organismo AGUAH señala también que el 21% de las tuberías de la red de distribución de agua tienen una antigüedad entre 21 a 29 años, y en un 14% de esa misma red las tuberías tienen una antigüedad entre 10 a 19 años. En otras palabras, existen 33 millones de metros cúbicos de agua del año 2010 que no se están facturando por ninguno de los mecanismos o programas aplicado.

Sobre esta temática de gestión (Manzungu y Machiridza 2005), declaran que la gestión de la demanda de agua tiene como propósito conservar la calidad y cantidad de agua; centrada en la demanda y no en la oferta. Esta es definida como la implementación de estrategias que influyen en la demanda y uso del agua, para lograr objetivos de eficiencia económica, desarrollo social, equidad, protección ambiental y servicio sustentable del suministro de agua, y una política aceptable.

La red de distribución de agua de la ciudad de Hermosillo, se conforma por una diversidad de materiales y diámetros de tuberías. La longitud total en la ciudad es 2,369.9 kilómetros (km). Las tuberías se distribuye en los materiales siguientes (AGUAH, 2010):

- Existen 58.9 km de fierro fundido con diámetros de 2 pulgadas (plg) hasta 14 plg.
- Contiene 62 km de tubería de acero con diámetros desde 2 hasta 14 plg.
- Incluye 341.7 km de tubería de asbesto cemento de diámetros de 2 plg hasta 14 plg.
- Además tiene 1,907 km de tubería de PVC de diversos diámetros.

Adicionalmente, las líneas de conducción principales suman 321 km que incluye diámetros desde 16 a 51 plg. El sistema de abasto dispone de 31 tanques de diversas capacidades que en total pueden almacenar y regularizar hasta un volumen máximo de 79,290 m³ de agua.

Para poner en funcionamiento el sistema (servicio de agua, drenaje y saneamiento) en la ciudad, es claro que los elementos que lo conforman utilizan energía eléctrica todo el año, sumando ésta 78.1 millones de kilo watts por hora (kwh) en el año 2010.

Respecto al consumo energético, la erogación en pesos moneda nacional que AGUAH registró en el año 2010 por el consumo de energía en la operación y mantenimiento del sistema fue de \$110.1 millones (equivalente a 9.2 millones de dólares). Sin embargo, de la cantidad de energía mencionada en el párrafo anterior, el 98.7% es utilizada para poner en funcionamiento el suministro de agua potable para la ciudad de Hermosillo. Es decir prácticamente toda la energía se utiliza en la operación del sistema captación, conducción, regularización y distribución del agua para otorgar el servicio a los distintos usuarios.

En este contexto (Antón D. 1996) declara que la demanda constituye una de las variables claves en todo el esquema de suministro de agua. Afirmar también que una reducción de la demanda puede ofrecer una solución en mediano y largo plazo a los problemas de escasez de agua y a la vez colaborar a definir estrategias de mayor alcance para las zonas urbanas.

Algunas técnicas utilizadas en un programa de gestión de demanda incluyen: reducción de pérdidas de agua (incluyendo la detección de fugas y reparación); medición integral, cambios en los conceptos de precios del agua, instalación de dispositivos (adaptación), reutilización de aguas residuales, el suministro intermitente, el desarrollo institucional y sensibilización y campañas educativas de ahorro de agua (Vairavamoothy et al., 2008).

Por su parte, Cubiello, (2001) declara que el agotamiento generalizado de los recursos hídricos, especialmente en las zonas donde es más limitado, los altos consumos de agua y el crecimiento de las ciudades, ha obligado a alterar los principios tradicionales de la gestión y orientarla hacia el lado de la demanda. En ese contexto, Brooks (2006) señala que la falta de claridad sobre lo que constituye la gestión de la demanda de agua, y cómo puede ser efectivamente introducida en diferentes sectores, regiones y las culturas, está bloqueando su capacidad de jugar un gran papel como debería en las políticas de agua y programas en todo el mundo. Argumenta que al controlar algunas de las situaciones siguientes, implicará una gestión a la demanda de agua:

- Reducir la cantidad o calidad de agua requerida para realizar una tarea específica.
- Ajustar la naturaleza de la tarea o la forma en que se lleva a cabo de manera que se pueda lograr con menos agua o con agua de menor calidad.
- Reducir la pérdida de cantidad o calidad del agua.
- Cambiar el tiempo de uso del pico en temporada baja.

Por otra parte, conforme a información técnica del organismo AGUAH, existe evidencia de que en el año 2003, el organismo inició un plan ambicioso de largo plazo para mejorar la eficiencia física del sistema de abasto urbano. Este plan incluyó reordenar y sectorizar la red para un mejor funcionamiento hidráulico.

El plan consideró dividir la red de distribución de agua en un determinado número de sectores geográficos (circuitos). Estos sectores de la red se identifican como “distritos hidrométricos”. El objetivo fundamental de ese proyecto a largo plazo fue que al concluir todas las etapas y pasar las pruebas de funcionamiento y calibración, es posible identificar la existencia o no, de pérdidas de agua en la red general o en sectores que conforman el sistema de distribución. Sin embargo, este mega programa ha padecido de retraso y de lento avance, puesto que a una década de su planificación, todavía no operan con el propósito perseguido. La operatividad y la problemática en la escasez de agua han distraído a los responsables de la gestión, además de que la atención siguió enfocándose en buscar más fuentes y llevar más agua para la ciudad de Hermosillo.

Un inconveniente que se le atraviesa al organismo operador AGUAH es que este programa exige tener una cobertura del 100% en la micro-medición (es decir, instalación de medidores en todas las viviendas) de tal forma que se tenga información permanente de los consumos de agua de cada usuario. En páginas anteriores se ha descrito que el organismo AGUAH tiene reportado una cobertura de micro-medición del 65% hasta el año 2010.

No obstante ello, el plan iniciado diez años atrás ya tiene identificado físicamente un total de 115 sectores hidrométricos, de los cuales 100 de ellos están funcionando en términos de flujo del agua, más no de levantamiento de datos particulares del consumo en cada uno de ellos. Una causa principal de esto, es que la cobertura de medición no se ha cubierto.

Lo anterior ha retrasado más para incursionar en actividades en transición hacia la gestión del agua por el lado de la demanda.

Al revisar información publicada por AGUAH en su sitio web, del catastro de redes, se observa por ejemplo, que el distrito hidrométrico de menor tamaño tiene un área de influencia de 16.57 hectáreas, otro que corresponde al circuito del campus universitario UNISON tiene un área de influencia de 47.8 has.

Así entonces, el funcionamiento por sectores, al que se hace mención, implica que cada uno de los sectores geográficos localizables en la red general, tiene su propia alimentación de agua y la instalación de los dispositivos de control y medición del flujo (válvulas para aislar el sector del resto de la red, válvula reductora de presión y macro-medidor). Se tiene información de que al cierre del año 2013 el organismo AGUAH concluirá la verificación y calibración sólo en tres sectores hidrométricos. La figura 3.21 muestra un esquema conceptual de la sectorización de una red de distribución de agua indicando siete sectores.

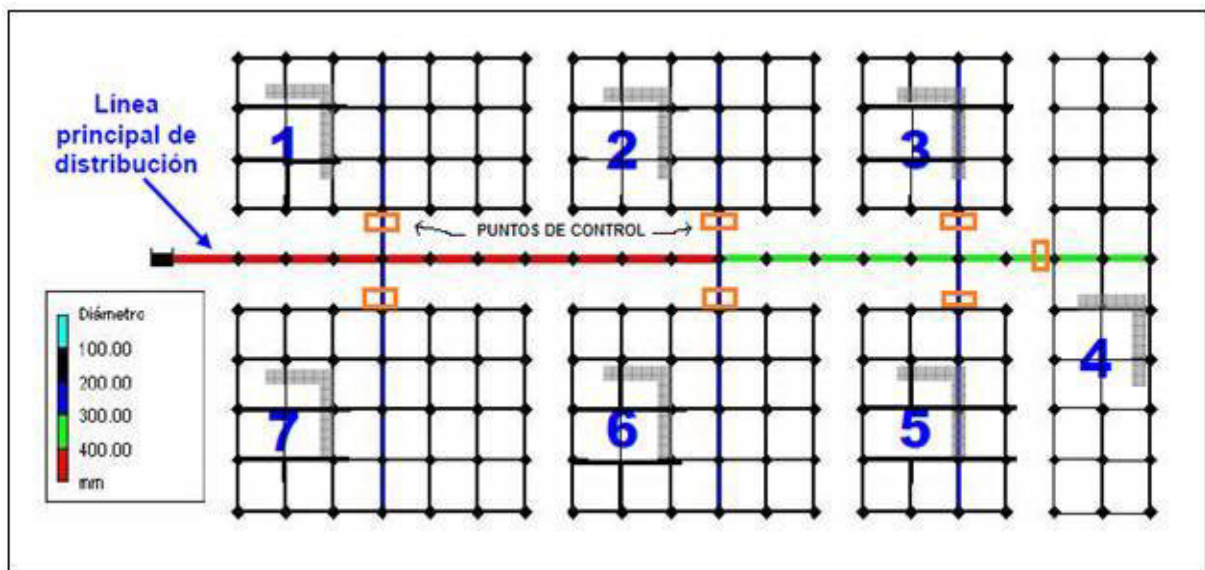


Fig. 3.21 Sectorización de una red de distribución de agua potable y sus puntos de control
Fuente: CONAGUA (2007)

En el caso de la Comunidad de Madrid, España, existe información señalando que hasta el año 2010, su organismo operador ya tenía operando el 69% de un total de 525 sectores hidrométricos identificados. Por ejemplo, la operación de tales sectores en la Comunidad

de Madrid cumple con reglas estrictas de funcionamiento y modelaje (Canal de Isabel II, 2010). La comunidad de Madrid tiene una población de alrededor de 6 millones de habitantes.

Continuando con el caso Hermosillo, la calibración consiste básicamente en comprobar que la suma del consumo de agua de todas las viviendas o centros de consumo localizadas dentro del distrito hidrométrico respectivo, sea igual al volumen registrado en el punto de entrada del mismo (punto de control), si esto se cumple, se concluye que tal sector de la red no tiene fugas de agua y que por lo tanto es 100% eficiente. No obstante, se acepta que es difícil que existan cero pérdidas de agua en las redes de distribución general, y aunque no hay una normativa o regla legal sobre ello, un nivel de conformidad aceptable sería tolerar alrededor del 15% de pérdidas de agua en el sistema de distribución.

Así entonces, los distritos hidrométricos son sectores de la red de distribución que pueden aislarse hidráulicamente mediante movimientos de válvulas. La medición de volumen de agua y otra información generada en ellos sirven para precisar el diagnóstico, detectar fugas, facilitar su eliminación y optimizar el control de pérdidas de agua de una localidad. Además, las mediciones de caudal y presión, las investigaciones económicas, los balances de agua y los programas de reparación de fugas de cada Distrito son la base para la reducción integral de pérdidas de agua (IMTA, 2010).

De ahí que la sectorización y distribución del agua se hace más compleja y se incrementan más los costos cuando existe un crecimiento urbano desigual. Por ejemplo, durante las últimas décadas, la región metropolitana de Phoenix, Arizona, ha experimentado altas tasas de crecimiento de la población con un patrón de urbanización muy disperso, lo que ha generado por un lado, más aumento en la demanda de agua, y a la vez, complicando la infraestructura de distribución de agua (Bolin y otros, 2010).

Por lo tanto, la planificación y proyecto de las infraestructuras es una práctica fundamental de la Ingeniería, que constituye, a su vez, el principal instrumento de organización del territorio urbano (Herce y Magrinyá, 2005).

3.6 Resumen del capítulo

El tercer capítulo se dedicó al análisis en lo general del crecimiento urbano desde el origen de la ciudad de Hermosillo en el año de 1741, y su evolución en la primera parte hasta 1965, identificando en ambos años a través de un mapa representativo. Posteriormente se analizó el crecimiento urbano-demográfico en el periodo 1950-2010, relacionando ambos fenómenos a través de una interpretación grafica para visualizar el avance de cada tipo de crecimiento en ese periodo.

Se conoció la estructura de la población por edades a través de la elaboración de la pirámide de población para el año 2010, en donde se concluye que la ciudad de Hermosillo se sustenta sobre una base de niños-jóvenes y adolescentes.

Posteriormente se determina el tamaño promedio del hogar para la ciudad considerando la población en los años 2005 y 2010, con sus respectivos números del total de vivienda.

Se analizó la distribución espacial de la vivienda y de la población (vivienda/Ha y habitantes/Ha) de manera de poder visualizar lo disperso o concentrado de estos términos que le dan la forma urbana a la ciudad.

Finalmente se describe y analiza la gestión del agua, partiendo de la competencia que existe por este líquido de parte del uso agrícola y del uso doméstico urbano. Se amplía este análisis considerando la información del servicio que presta el organismo operador, realizando una crítica al nivel de cobertura de la medición y de su nivel de eficiencia, poniendo en desventaja sobre el programa en estudio de la sectorización de la red de distribución de agua, a través de los distritos o sectores hidrométricos.

Finalmente se describió y explicó la variación del consumo de agua promedio mensual durante el año 2005 y 2010, y se relaciona con el rango de consumo medio y el sistema de tarifas que prevalece para el usuario.

4. CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DEL CONSUMO DE AGUA

Este capítulo se enfoca a la determinación de los modelos que expliquen el consumo de agua doméstica en la ciudad de Hermosillo. Se inicia con el tema exploración del consumo de agua, el cual atiende el análisis minucioso en la aplicación de una encuesta y el modelo resultante. Se determina también un segundo modelo de regresión realizando un análisis multivariado de un grupo de variables socioeconómicas derivadas del censo 2010.

El capítulo aborda también lo referente al análisis de autocorrelación espacial para definir y visualizar, en su caso, los patrones geográficos del consumo de agua. En ese mismo enfoque del análisis espacial, se aplica la Regresión Geográficamente Ponderada (GWR) para verificar el comportamiento de las determinantes del consumo de agua obtenidas en el modelo de regresión ordinaria.

4.1 Exploración del consumo de agua doméstica

Se aplicó una encuesta (ver el anexo I) a nivel de vivienda en la zona urbana. El estudio se desarrolló en tres etapas. La primera consistió en determinar el tamaño de la muestra y su distribución. La segunda etapa se enfocó a la implementación y levantamiento de datos durante el periodo septiembre-octubre del año 2012. La tercera etapa consiste en captura de información e integración de base de datos.

4.1.1 Tamaño de la muestra y su distribución.

La zona urbana en estudio registra una población total de 715,061 habitantes según datos censales del año 2010 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). De igual manera, para el mismo año de referencia se tiene registrado un total de 245,073 viviendas, siendo este último valor el tamaño de la población universo considerado (N) en la determinación del tamaño de la muestra. La muestra es del tipo probabilística, es decir todos los sujetos tienen la misma probabilidad de ser elegidos. Así entonces, para obtener el tamaño de la muestra utilizando la fórmula conocida para poblaciones (N) muy grandes, siguiente:

$$n = \frac{z^2 pq}{e^2} \quad \text{Ec. 4.1}$$

Siendo:

n= tamaño de la muestra

z = nivel de confianza establecido, se obtiene de tablas de distribución normal estandarizada

p = probabilidad de ocurrencia, su valor máximo es 0.5

pq= variabilidad del fenómeno, (p + q = 1)

e= error muestral

Al considerar el 95% de nivel de confianza, un error de muestreo del 5% y una probabilidad de ocurrencia “p” máxima de 50%, se obtiene finalmente un tamaño de muestra (n) de 384 casos. La corrección del tamaño de muestra no tiene efecto alguno en el valor obtenido, esto es por la magnitud de la población universo considerado.

Ahora bien, la etapa de planificación de este proceso en gabinete, en ese resultado de 384 encuestas del tamaño de muestra (n) se decidió incrementarlo en un 10% a fin de minimizar el error en el muestreo, lo cual ya agregado arroja un total de 422 encuestas para el estudio.

Para el marco muestral se utilizó la información cartográfica censal del año 2010 establecida por el INEGI, en dicha cartografía se tiene que la zona urbana de la ciudad de Hermosillo se proyecta digitalmente en un total de 500 Áreas Geo estadísticas Básicas (AGEBs). Definido este marco muestral, se procedió a analizar las posibles alternativas de distribución de la muestra en la zona de estudio, eligiéndose finalmente una distribución estratificada.

La distribución de la muestra (n) obtenida, en un principio se intentó distribuirla de manera proporcional a la población entre los 500 Agebs de la ciudad de Hermosillo; sin embargo esto no fue posible, complicándose porque el tamaño de muestra es menor al total de Agebs y eso mostraba una distribución irracional e ilógica, puesto que no se explicaba bajo cierto parámetro de referencia.

Finalmente se buscó un parámetro de planificación formal con un soporte más significativo para el proceso de distribución de la muestra. Una alternativa es la representación del Índice de Marginación que establece CONAPO (Consejo Nacional de Población) en México. Este Índice lo determina por sectores geográficos y lo representa a través de Agebs para cada una de las localidades urbanas del país.

Para el caso de estudio, la distribución del Índice o grado de marginación 2010 por Agebs para la ciudad de Hermosillo definido por CONAPO se muestra en la figura 4.1.

Este parámetro de planificación retomado fue buena referencia en el estudio para la aplicación del instrumento (encuesta), ya que permitió determinar la distribución de la muestra conforme a criterios geográficos que definen una escala de marginación a nivel de Agebs. Por lo tanto, la distribución estratificada de la muestra probabilística para la zona de estudio retoma los sectores y número de Agebs indicados en dicha figura.

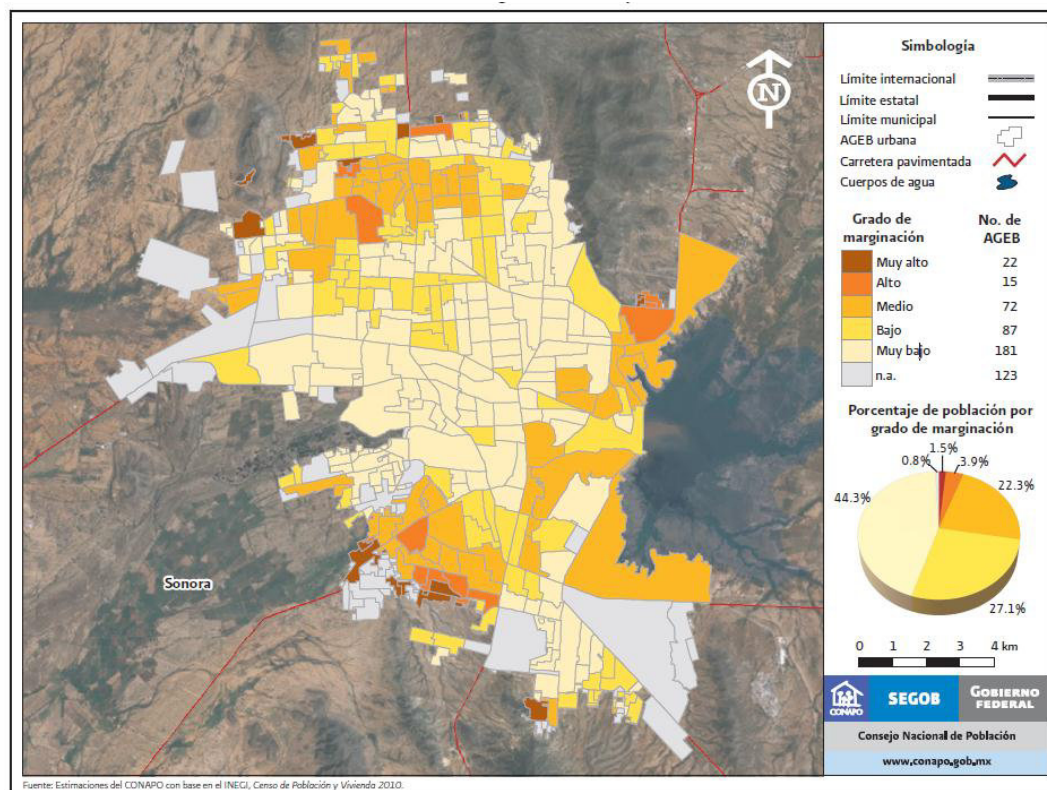


Fig. 4.1 Distribución espacial del grado de marginación en Hermosillo
Fuente: CONAPO

Sin embargo, fue necesario identificar también todos los Agebs que están agrupados en los sectores geográficos señalados, de tal forma de poder realizar una distribución de la muestra más específica (tabla 4.1). Esto se realizó utilizando ArcGis 9.3 para identificar dichos sectores con su respectivo grado de marginación y a su vez con los datos de población definida por el INEGI derivados del censo 2010.

Tabla 4.1 Distribución de la muestra por sector

Grado de Marginación	Número de Agebs	Porcentaje	# Encuestas por sector geográfico
Muy Alto	22	4.4	18
Alto	15	3	13
Medio	72	14.4	61
Bajo	87	17.4	73
Muy Bajo	181	36.2	153
NA	123	24.6	104
TOTAL:	500	100 %	422

Fuente: elaboración propia con datos de CONAPO

Por ejemplo, la distribución de 18 encuestas del sector Muy Alto se puede ver en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Distribución de encuestas por AGEB.

Ageb	Grado de Marginación	Población (hab)	% Población del Ageb	Encuestas por Ageb
0254	MUY ALTO	169	1.533	0
0269	MUY ALTO	330	2.994	1
6126	MUY ALTO	1729	15.685	3
6234	MUY ALTO	88	0.798	0
6323	MUY ALTO	787	7.140	2
6357	MUY ALTO	136	1.234	0
6380	MUY ALTO	174	1.578	0
6639	MUY ALTO	1777	16.121	3
6751	MUY ALTO	110	0.998	0
6802	MUY ALTO	1914	17.364	3
6889	MUY ALTO	355	3.221	1
6906	MUY ALTO	350	3.175	0
7001	MUY ALTO	414	3.756	1
7016	MUY ALTO	138	1.252	0
711A	MUY ALTO	79	0.717	0
7143	MUY ALTO	119	1.079	0
7213	MUY ALTO	850	7.711	2
7406	MUY ALTO	86	0.780	0
8546	MUY ALTO	425	3.855	1
8921	MUY ALTO	130	1.1793	0
896A	MUY ALTO	658	5.969	1
8974	MUY ALTO	205	1.860	0
TOTAL:	----	11,023 hab	100 %	18

Fuente: elaboración propia.

Aplicando este mismo criterio se logra determinar la distribución de las encuestas para el resto de los sectores geográficos, lo cual se agrega en el Anexo II.

En esa distribución, algunas encuestas del sector denominado NA (no aplica) corresponden a zonas industriales y comerciales en donde no existe vivienda, por lo que estas fueron relocalizadas proporcionalmente a la población en los sectores muy bajo, bajo y medio

Concluida la distribución estratificada de las encuestas a nivel de Ageb y sectores geográficos, se procede a realizar la asignación de encuestas al nivel más particular. Para realizar esta asignación fue necesario consultar nuevamente la cartografía digital en ArcGis con su respectiva información a nivel manzana, para identificar el número de manzanas que conforman cada uno de los Agebs. Posteriormente se utilizó el criterio de números aleatorios para determinar la manzana que corresponda en el Ageb.

En este proceso de distribución específica en el mapa cartográfico, fue necesario establecer dos criterios operativos:

- La asignación de encuestas por manzana no es mayor a 3 encuestas.
- Se reubicarán aquellas encuestas que resulten en áreas geográficas donde no hay vivienda.

4.1.2 Implementación y levantamiento de datos.

La puesta en marcha del estudio en cuestión se basó en el cumplimiento de las actividades planificadas, siendo elegido el periodo agosto-octubre de 2012. Para implementar la encuesta a nivel vivienda fue necesario integrar y capacitar a un grupo (10 personas) de encuestadores, todos ellos estudiantes de la Universidad de Sonora. Se proporcionó una beca económica (pago) por el periodo de trabajo de 1.5 meses para cada uno de los estudiantes.

La ubicación geográfica del Ageb, colonia y manzana se le asignó al encuestador junto con un plano de la ciudad para facilitar el arribo a los puntos de muestreo previamente asignados. Para identificar la(s) vivienda(s) y aplicar la(s) encuesta(s), se determinó el punto de muestreo de manera aleatoria directamente en campo por parte del encuestador utilizando también el método de números aleatorios. La duración promedio de la encuesta fue de 14 minutos.

Finalmente se aplicaron 400 encuestas. El dialogo al momento de la presentación del encuestador con la persona encuestada se muestra en el cuadro 1, mismo que se deriva del instrumento (encuesta) aplicado.

Cuadro 1. Dialogo en la Presentación del encuestador

Presentación del encuestador: Buenos días (tardes). Estamos trabajando para una Investigación que realiza la UNISON y la UANL del Abastecimiento de Agua en Hermosillo, con el fin de proponer una mejora en la distribución del agua y que sea benéfico para las familias. Solicitamos su ayuda para que responda algunas preguntas que no llevarán mucho tiempo. El cuestionario es muy sencillo no hay preguntas delicadas; con su participación voluntaria y anónima estará ayudando a los habitantes de Hermosillo. No pedimos nombres, ni tampoco identificación. Usted puede ver mi identificación en este gafete, y en esta carta de la autoridad.

Fuente: elaboración propia

Las variables identificadas como posibles variables independientes se listan en la tabla 4.3, en donde también se distingue la variable dependiente consumo de agua.

Tabla 4.3 Lista de variables

Dependiente: CONSUMO DE AGUA	Descripción	Códigos respuesta
	NIVESTUD	Nivel de estudios del encuestado (1,2,3,4,5,6,7,8,9)
	AñoCASA	Años de vivir en casa (1,2,3,4,5,6)
	CPROPIA	Casa Propia (1,2,3,4)
	AÑHILLO	Años de radicar en Hermosillo (1,2,3,4)
	RECAM	Recámaras en casa (1,2,3)
	PAGOAG	Pago agua mes reciente -----
Socioeconómicas (SE)	No BAÑOS	Baños completos -----
	INCRTARI	Posible incremento de tarifa (1,2,3,4)
	IMPORT	El importe del agua (1,2,3)
	LAVADOR	Tiene Lavadora (1,2)
	LUGNAC	Nació en Hermosillo (1,2)
	INTERNE	Tiene Internet (1,2)
	COMPUT	Tiene computadora (1,2)
	TINACO	Tiene tinaco o tanque (1,2)
	CISTERN	Tiene cisterna con bomba (1,2)
	Demográficas (D)	SEXOENC
EDADENC		Edad -----
HABIT		Personas que vivan en casa -----
Características	ARECONS	Área construida casa (1,2,3,4,5,6,7)
	ANTIG	Años de construcción casa (1,2,3,4,5,6)
	ARJARDI	Área de jardín (1,2,3,4,5)
	ARTERRE	Tamaño del terreno (1,2,3,4,5)
	OPCJARD	Composición del jardín (1,2,3,4,5)
	FRRIEGO	Frecuencia Riego del jardín (1,2,3,4)

y propiedades físicas (CF)	MATE	Material construcción casa	(1,2,3,4)
	NIVCASA	Plantas o niveles de casa	(1,2,3)
	VENTI	Aparato ventilación casa	(1,2,3)
	LVADE	Tiene lavadero	(1,2)
	BOILER	La casa tiene boiler	(1,2)
	FREG	Tiene fregadero (lava trastes)	(1,2)
Uso del agua (UA)	AGPURIF	Utilizan agua purificada	(1,2,3,4)
	FRECLAV	Frecuencia uso de lavadora	(1,2,3,4)
	CANTID	Agua purificada por semana	(1,2,3,4)
	PORQUÉ	Por qué usan agua purificada	(1,2,3,4,5)
	HRSAGUA	Hrs al día de agua en casa	(1,2,3,4,5)
	SERVICI	Calificar servicio recibido	(1,2,3,4,5)
	TANDEO	Afectación del tandeo	(1,2,3,4)
	INFPROB	Informan problemas de abasto	(1,2,3,4)
	INAHOR	Informan del ahorro de agua	(1,2,3,4)
	INFTARI	Reciben información de tarifas	(1,2,3,4)
	ESTRÉS	Estrés por escasez de agua	(1,2,3,4)
	IMCIAA	No desperdiciar el agua	(1,2,3,4)
	RAZONDH	Razón de ahorrar agua	(1,2,3)
	COBROAG	Tipo de servicio agua en casa	(1,2,3)
ENFERM	Enferman con agua de llave	(1,2)	

Fuente: Elaboración propia

Observe que las variables se listaron de acuerdo a las características o rubros que las integran, llámese: socioeconómicas, demográficas, características y propiedades físicas de la vivienda y uso del agua.

Un estudio similar fue desarrollado en el año 2007 en la comunidad urbana de Adelaide, Australia, cuya población registrada fue de 1.5 millones, en donde se aplicaron 770 encuestas a través de un cuestionario de 59 preguntas. Las encuestas se llevaron a cabo por internet considerando que en la localidad el 67% de los hogares tiene el servicio de internet; los datos se analizaron utilizando el programa SPSS16 (Wu, Z. et all. 2011).

4.1.3 Captura de información e integración de la base de datos

Concluida la aplicación de la encuesta y la verificación de cada una de ellas, se procedió a conformar la base de datos directamente en el software utilizado PASW versión 18, comúnmente conocido como SPSS. El formato de la base de datos creada contiene el número de columnas igual al número de variables, más las columnas de identificación FOLIO y clave de AGEB. La tabla 4.4 indica a manera de ejemplo el formato que tiene la base de datos

generada en el software SPSS18, señalando información de sólo 8 variables para 17 encuestas capturadas de un total de 400.

Tabla 4.4 Una sección de las variables de los datos generados

FOLIO	AGEB	SEXOENC	EDADENC	AñoCASA	CPROPIA	ANTIGUED	NIVCASA	MATCASA	ARECONS
1	6075	2	18	3	1	3	1	3	1
2	323A	2	19	4	1	4	1	3	1
3	323A	2	40	5	1	4	1	3	2
4	540A	1	51	1	2	4	1	2	1
5	540A	1	78	5	1	5	1	2	3
6	2195	1	50	6	1	6	1	2	7
7	8033	2	30	2	1	2	1	3	1
8	5715	1	18	1	1	3	1	2	3
9	8033	2	29	2	1	2	1	3	1
10	8033	1	32	1	2	99	1	3	99
11	2388	2	26	3	1	3	1	2	99
12	2388	1	32	3	1	3	1	2	99
13	8546	2	47	2	1	2	1	3	1
14	5575	2	22	5	1	5	1	2	99
15	5575	2	45	4	1	2	1	2	99
16	5575	2	52	4	1	4	1	2	99
17	3259	2	22	1	1	6	1	3	99

Fuente: Elaboración propia

NOTA: la respuesta de valor 99 se refiere a aquellos casos en los que el encuestado no contestó (código NC).

4.2 Análisis de frecuencias y correlaciones

4.2.1 Distribución de frecuencias.

De acuerdo al procesamiento de datos vemos que de las personas que respondieron la encuesta el 24% tiene un rango de edad entre 18 y 25 años; mientras que el 38 % presentó una edad de 45 años o más.

Respecto al nivel de estudios, el 21% de los encuestados indicó que tiene estudios terminados de secundaria; el 30% señaló que tiene estudios terminados de preparatoria, y el 19% indicó que tiene estudios universitarios.

Del total de encuestados el 59% es del género femenino. De ese mismo total el 68% nació en la ciudad de Hermosillo, y de las personas no originarias de esta localidad el 50% tiene más de 20 años de radicar en ésta ciudad capital.

Por otro lado, analizando los resultados de la característica superficie de construcción (tamaño de vivienda), puede observarse que existe una concentración entre los rangos de 51-90 m² de construcción, significando esto el 42% de los hogares visitados. Le sigue con un 13% el rango de 91 a 115 m² del tamaño de la vivienda (fig. 4.2).

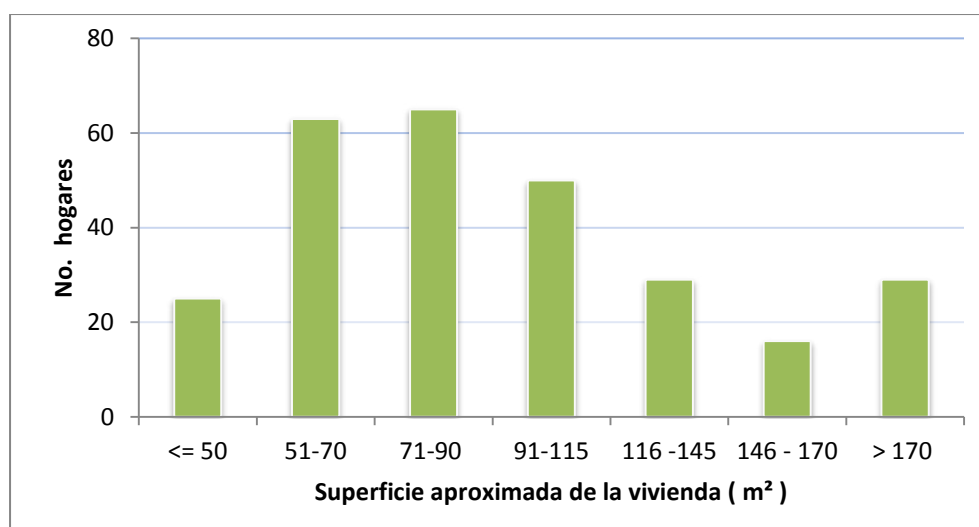


Fig. 4.2 Clasificación de hogares según tamaño aproximado de su vivienda.
Fuente: elaboración propia

Otra información importante, es que de los hogares visitados, el 80% manifiesta que es dueño de la casa (casa propia). Y referente al tipo de material utilizado en la construcción de la vivienda, resalta que tanto el material ladrillo (tabique) y el block predominan cada uno con el 49%; solamente el 2% posee material de cartón en su construcción correspondiendo a viviendas de la periferia denominadas “invasiones”.

Ahora bien, al investigar los datos que se refieren al consumo de agua purificada (agua de garrafón) en el hogar, la figura 4.3 informa de ese nivel de uso. Entonces se puede ver que el 75% de los encuestados asegura utilizar siempre agua purificada, sus motivos son

porque consideran que el agua directa de la llave no es confiable. Los habitantes no confían en la calidad del agua potable de la red de distribución del suministro urbano.

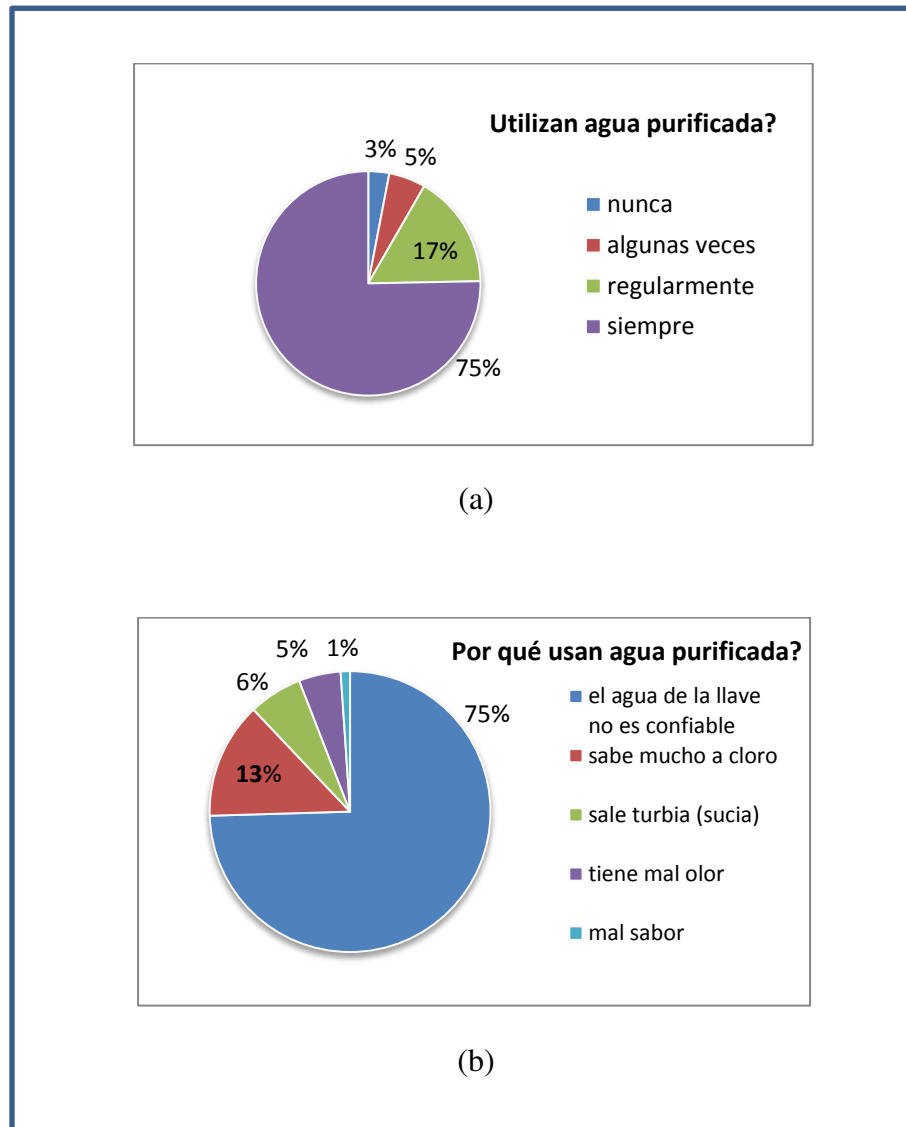


Fig. 4.3 Uso de agua purificada. (a) Utilizan agua? (b) Por qué?
Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, al revisar los resultados respecto al agua purificada que compran en garrafón utilizado en los hogares, se tiene que el 24% consume por semana sólo un garrafón (equivalente a 19 lts), mientras que el 29% consume dos garrafones. Resulta también que el 26% de los hogares compra y consume 3 garrafones por semana. El costo por garrafón en la fecha de recolección de los datos fue \$ 10.00 m.n, (equivalente a 0.75 dólar).

Es evidente que la población en general utiliza agua de garrafón para beber y/o preparar sus alimentos. Ya que al sumar el porcentaje de las respuestas *regularmente* o *algunas veces*; el total asciende al 97% de los hogares que utilizan este tipo de agua.

Hermosillo durante 15 años ha padecido de una crisis recurrente de escasez de agua, la tradicional fuente de agua superficial Presa Abelardo L. Rodríguez) (ALR) fue agotada desde ese mismo periodo. El abasto a la ciudad desde ese entonces ha sido utilizando agua subterránea, misma que se extrae de pozos de explotación localizados en zonas de captación de la periferia de la ciudad, y otros en acuíferos colindantes a la zona urbana.

Al investigar la razón que el usuario considera por la que habría que ahorrar agua (fig. 4.4), se encuentra que el 77% respondió *porque el agua es un recurso limitado y valioso*; evidenciando entonces que en general los habitantes reflexionan en torno al medio ambiente para ofrecer su respuesta.

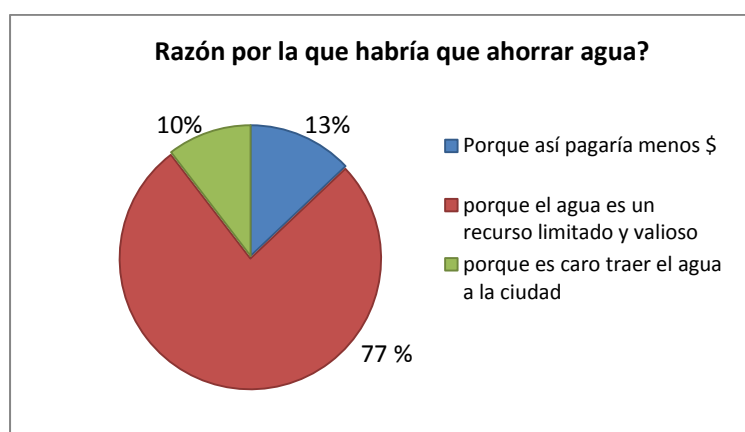


Fig. 4.4 Razones para el ahorro de agua
Fuente: Elaboración propia

Respecto a la pregunta del importe que el usuario paga por el consumo de agua doméstica, resultó que el 60% de los hogares indica que es un importe aceptable; mientras que el 15 % señala que es barato.

Sin embargo, en la respuesta de la pregunta de posibles incrementos de la tarifa del agua, según la fig. 4.5, el resultado con tres opciones de respuestas estuvo muy dividido. Sin embargo, predomina el 39% de los hogares respondiendo que el incremento a la tarifa debería ser sólo para grandes consumidores de agua; mientras que el 28% indica que el

aumento puede ser para todos pero con estímulos por el ahorro del agua, y el 33% indicó que el aumento sea igual para todos.

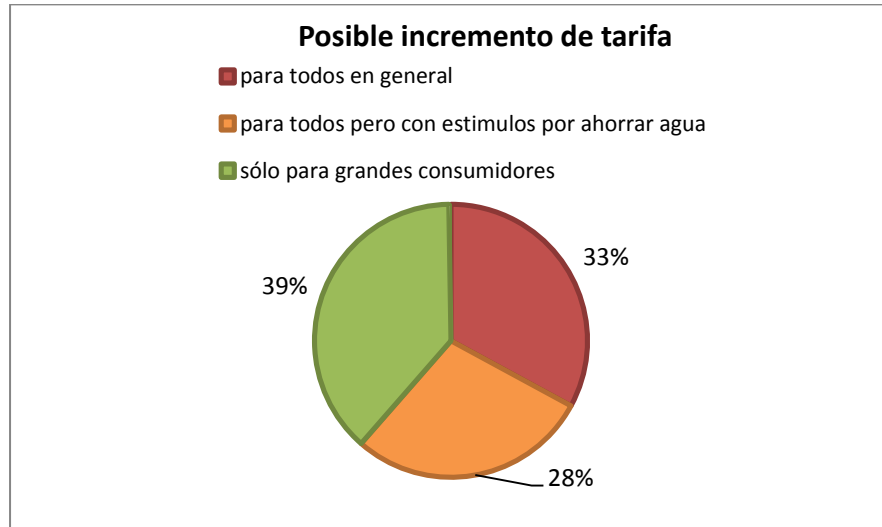


Fig. 4.5 Situación de posible incremento de tarifa
Fuente: Elaboración propia

Mientras que de los hogares que disponen de lavadora para la limpieza de su ropa, el 82% indica que tiene equipo de lavadora. De ahí que al preguntar el uso semanal de tal equipo; el 30% lo utiliza dos veces por semana, y el 20% más de tres veces por semana (fig.4.6).

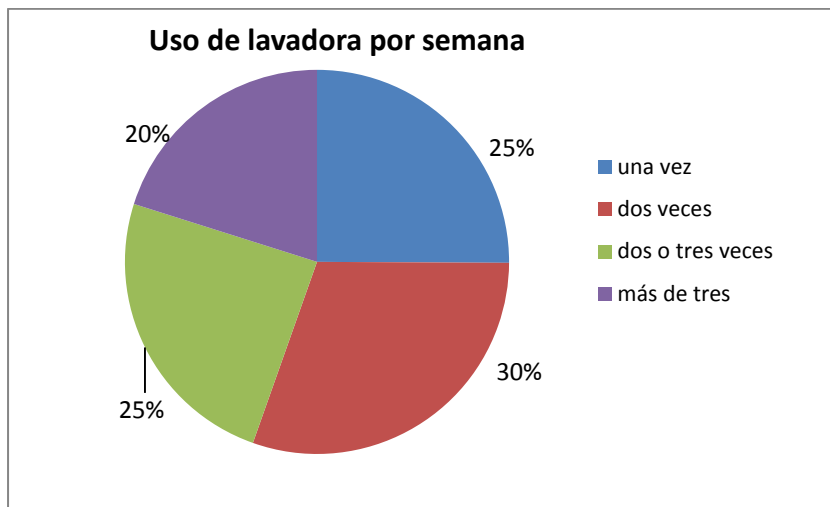


Fig. 4.6 Frecuencia por semana de uso de lavadora
Fuente: Elaboración propia

Un estudio de este tipo, realizado por Shearer (2010) en Queensland, Australia. Indica que su análisis descriptivo general fue utilizado para identificar los aspectos socio-demográficos de la muestra, el uso de agua en el interior y exterior de la vivienda, y las actitudes hacia la política de conservación y agua en los hogares.

4.2.2 Análisis de Correlación

Se parte del interés de conocer el grado de relación o asociación que existe entre las variables catalogadas como independientes o posibles explicativas. Pero sobre todo, se busca identificar la relación que exista entre la variable dependiente consumo de agua con cada una de las variables independientes listadas anteriormente.

4.2.2.1 Prueba de Normalidad

Para conseguir ese propósito es necesario en principio revisar la normalidad de la variable dependiente. Esto considera verificar la situación respecto a los datos atípicos posibles a existir (outliers) los cuales pueden alterar de alguna manera el resultado final. Este tipo de datos atípicos se deben a posibles errores al momento de levantar la información, o bien, al capturar los datos, incluso por causas técnicas. De existir outliers, estos pueden ser valores extremos ya sea muy elevado o muy bajo respecto al resto de los datos que contiene esa variable de interés. Una forma de identificar la presencia de outliers es utilizando el diagrama de cajas (boxplot), el cual es una herramienta grafica de la estadística descriptiva que nos permite detectar este escenario.

Posteriormente, se hace necesario revisar la significancia estadística para la misma variable dependiente consumo de agua. Esta significancia se revisa con la prueba de Kolmogorov Smirnov, dicha prueba es un procedimiento de la “bondad de ajuste” que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica (distribución de probabilidad de tipo normal).

La significancia se verifica con la probabilidad p-valor de la prueba de Kolmogorov. Para asegurar significancia estadística el p-valor debe ser mayor que 0.05 (5%), de esta manera podemos atestiguar que la distribución es normal. Las figuras 4.7 y 4.8 muestran el primer diagrama de caja e histograma de frecuencias para el consumo de agua.

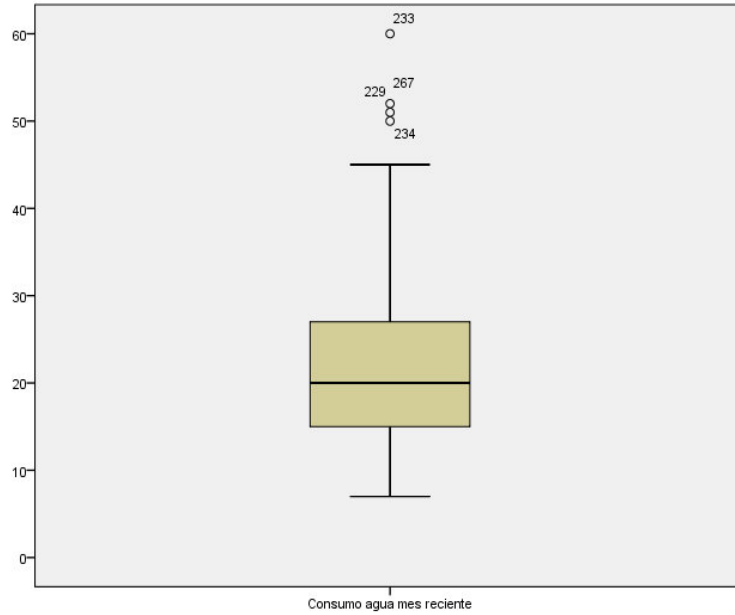


Fig. 4.7 Diagrama de caja de la variable dependiente
Fuente: Elaboración propia

En diagrama ilustra valores atípicos en algunas encuestas, los cuales se indican con el número de folio. Además la distribución de la fig. 4.8 es asimétrica.

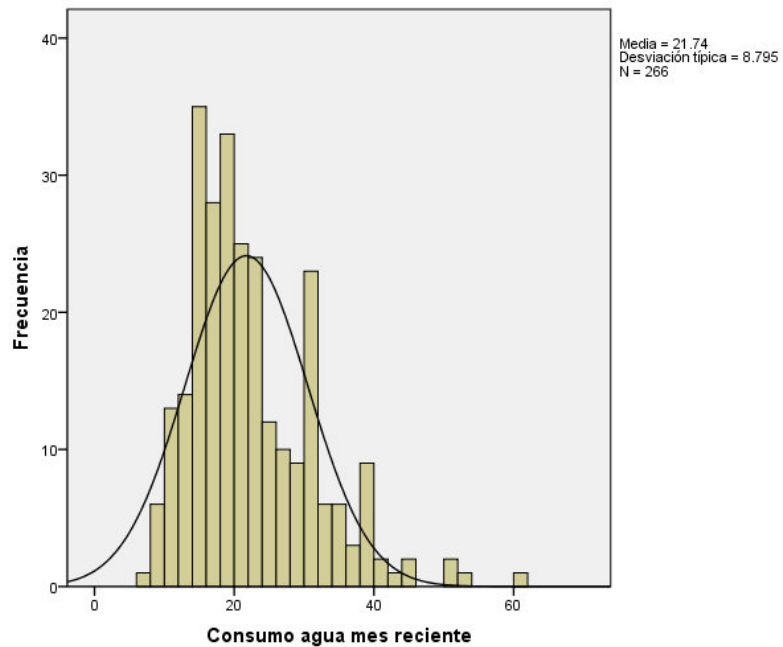


Fig. 4.8 Histograma de frecuencias
Fuente: Elaboración propia

Al revisar la significancia estadística con la prueba de Kolmogorov (tabla 4.5), vemos que no cumple para considerarse como una distribución normal debido a que el p-valor obtenido, Sig. = 0.000 resultó menor que el p-valor estipulado de 0.05 y esto indica que debe rechazarse la hipótesis “Ho” de normalidad. Es decir, de acuerdo al resultado no se admite que los datos de la variable provengan de una distribución normal.

Tabla 4.5 Prueba de Kolmogorov para el Consumo de agua

		Consumo agua mes reciente
N		266
Parámetros normales ^{a,b}	Media	21.74
	Desviación típica	8.795
Diferencias más extremas	Absoluta	.150
	Positiva	.150
	Negativa	-.066
Z de Kolmogorov-Smirnov		2.442
Sig. Asintót. (bilateral)		.000

Fuente: Elaboración propia

Evidentemente que esto puede corregirse, y lograr obtener una distribución de probabilidad tipo normal para nuestra variable dependiente consumo de agua. En estos casos, una alternativa es aplicar una transformación de los datos de la variable en cuestión, existiendo varios criterios para ello.

Por lo que, para transformar los datos de la variable consumo de agua se utilizó el criterio $\ln(x)$, misma que para este proceso en particular se denominó LNConsu. El cálculo para obtener los valores transformados se realizó directamente utilizando el software SPSS versión 18.

En la figura 4.9 se ilustra el diagrama de caja para la variable transformada, mientras que la figura 4.10 muestra el histograma de distribución de frecuencias con la curva normal, en donde se puede observar que ya no existen valores atípicos y la distribución es más simétrica en el caso del histograma, logrando valores de la media cercanos a cero.

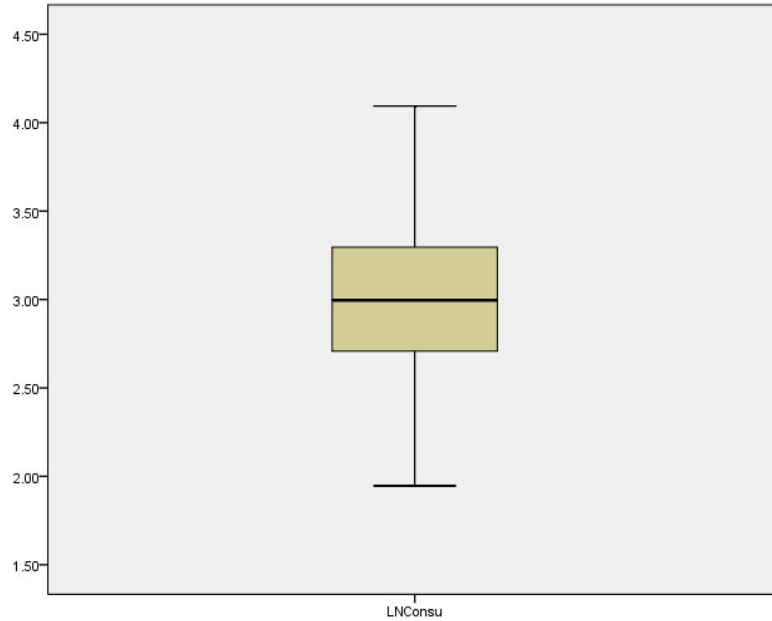


Fig. 4.9 Diagrama de caja de la variable transformada LNConsu
Fuente: Elaboración propia

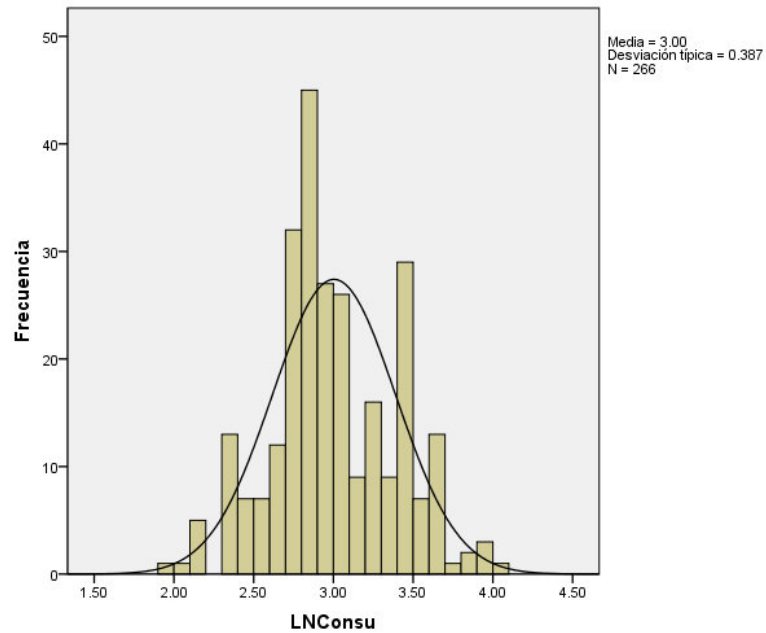


Fig. 4.10 Histograma de frecuencias de la variable LNConsu
Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, es necesario realizar nuevamente la prueba de Kolmogorov (tabla 4.6) para verificar la significancia estadística y la hipótesis “Ho” de normalidad.

De ahí que el resultado de p-valor es 0.082 lo cual es estadísticamente significativo al ser mayor que 0.05. Por lo que la hipótesis “Ho” de normalidad no se rechaza, lo cual significa que se acepta que los datos de la variable son normales y están disponibles para posteriores análisis estadísticos.

Tabla 4.6 Prueba de Kolmogorov para LNConsu

		LNConsu
N		266
Parámetros normales ^{a,b}	Media	3.0037
	Desviación típica	.38717
Diferencias más extremas	Absoluta	.077
	Positiva	.077
	Negativa	-.058
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.264
Sig. asintót. (bilateral)		.082

Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura (4.11) está mostrando los gráficos Q-Q que corroboran de manera gráfica las conclusiones sobre la normalidad de los datos para la variable dependiente consumo de agua. La primera figura de la izquierda se refiere al comportamiento que no fue normal, y después de transformar la variable se observa como los datos de la variable LNConsu se ajustan prácticamente a la recta.

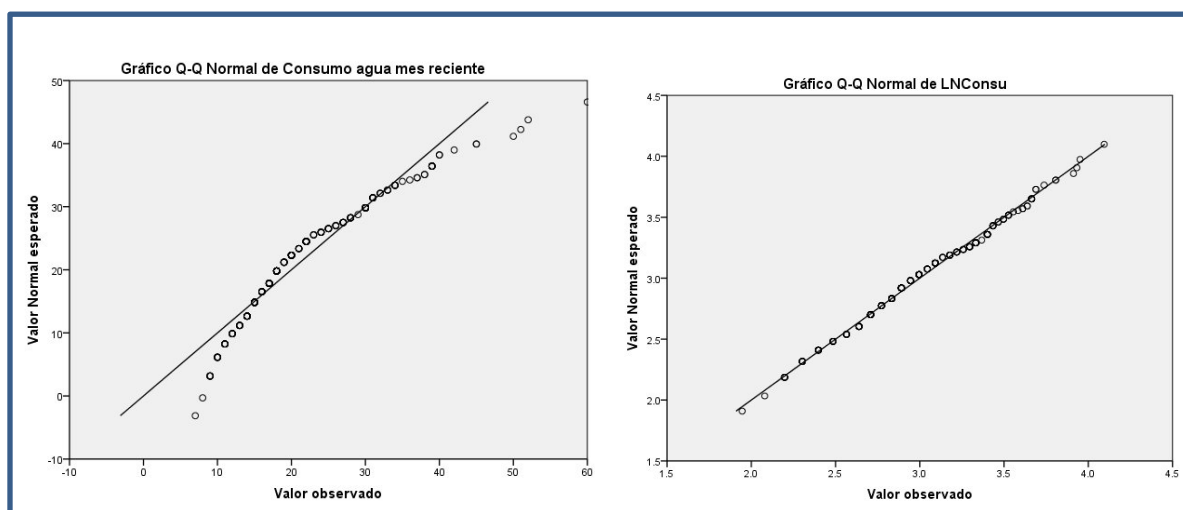


Fig. 4.11 Evolución de la variable dependiente en la prueba de normalidad
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.2 Correlación entre variables

Se realizó un análisis de correlación bivariada utilizando el criterio de Spearman en virtud de que predominan variables nominales. Este análisis se realizó para las variables independientes incluidas en la tabla respectiva mostrada con anterioridad; y la variable dependiente LNConsu. Esto fue con el propósito de simplificar el número de variables. Es decir, aquellas que tengan una asociación con el consumo de agua. Este proceso inicial redujo el número de variables prácticamente en más del 50%. Siendo mostrada esta lista en la tabla 4.7. De ahí que en esta compactación de variables se observa que finalmente predominan las variables de tipo socioeconómicas.

Tabla 4.7 Simplificación de Variables

No.	Variables Independientes
1	RECAM
2	LnNBAÑOS
3	IMPORT
4	LAVADOR
5	INTERN
6	COMPUT
7	CISTERN
8	LNhabit
9	ACONSTR
10	AJARDI
11	MATE
12	NIVCASA
13	FREGAD
14	AGPURIF
15	CANTI
16	FRECLAV
17	TANDEO

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, fue necesario realizar una recodificación de algunas variables para separarlas (a variables Dummy) con el propósito de poder identificar la incidencia y relación de una variable específica con la variable dependiente consumo de agua. Por ejemplo, en el

análisis realizado previamente la variable MATE (material de construcción de la casa) mostró relación con el consumo de agua. Luego entonces como la variable MATE tiene tres opciones o códigos de respuesta: 1. *Madera*, 2. *Ladrillo*, y 3 *Block de concreto*. Por lo tanto, al continuar con el análisis de correlación vemos la lista final de las variables (tabla 4.8), siendo las de tipo socioeconómico (SE) las predominantes, luego uso del agua.

Tabla 4.8 Variables relacionadas con el Consumo de Agua

No.	VARIABLES elegidas (Independientes)	Descripción	r
1 SE	No. Recam	Número de recamaras en la vivienda	0.195**
2 SE	Cpropia	Casa propia	0.170**
3SE	Crenta	Casa de renta	-0.157*
4 SE	LnNBaños	Número de baños	0.176**
5 SE	Import2	Es barato el importe del agua	-0.282**
6 SE	Lava1	Vivienda con lavadora	0.196**
7 SE	Intern1	Vivienda con internet	0.131*
8 SE	Comp1	Vivienda con computadora	0.127*
9 SE	Cistbomb	Vivienda con equipo bombeo agua	0.180**
10 D	LNhabit	Tamaño del hogar	0.261**
11 F	Matladr	Vivienda de material ladrillo	0.205**
12 F	Nivel1	Vivienda de un piso	-0.172**
13 F	Ventirefr	Vivienda con refrigeración	0.166**
14 F	Venticooler	V., con ventilación húmeda cooler	-0.132*
15 UA	Agpurif4	Utilizan agua purificada	0.130*
16 UA	Cantag1	Utilizan un garrafón agua p/semana	-0.270**
17 UA	Cantag4	utilizan cuatro o más garrafones	0.342**
18 UA	Tandeo3	El tandeo afecta regularmente	-0.134*
19 UA	Raz3	Es caro traer agua a la ciudad (razón)	0.161**
20 UA	Frelav	Tres o más veces uso lavadora/semana	0.232**
21 UA	Serv5	Califica de regular el servicio recibido	-0.165**

Fuente: Elaboración propia

*p<0.05

**p<0.01

Derivado del análisis de correlación, las variables electas son aquellas que mostraron cualquier grado de asociación con el consumo de agua y también una significancia estadística ($p < 0.05$), afortunadamente los valores del coeficiente de correlación no

resultaron elevados, de tal forma, que no aporten información redundante al momento de aplicar el análisis de regresión lineal múltiple. Lo cual favorece para disminuir el riesgo de problemas futuros de Multicolinealidad.

Así entonces el grupo de 45 variables fue simplificado finalmente a 21 variables, mismas que pueden verse en la tabla 4.8 anterior.

4.3 Análisis multivariado –modelo de regresión múltiple-

A partir de la lista de 16 variables elegidas en el análisis de correlación, se inicia el proceso de regresión lineal múltiple. Este proceso de análisis multivariado consiste en encontrar el mejor modelo que le aplique al estudio en cuestión, y en consecuencia determinar la ecuación que lo representa. Las variables que finalmente resulten en el modelo serán aquellas que logren influir en la respuesta de la variable dependiente.

4.3.1 Modelo teórico.

Conforme a lo establecido en el capítulo 2 del marco teórico, la ecuación (2.1) descrita en la sección respectiva, el modelo lineal por definir se basa en la ecuación mencionada:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2 X_2 + B_3X_3 \dots + B_n X_n + \epsilon$$

Los términos incluidos en esta ecuación de regresión han sido definidos en el subtema 2.6.1.2

El proceso de análisis para elegir las mejores variables predictoras en la regresión lineal múltiple, se realizó aplicando el criterio de mínimos cuadrados ordinarios (OLS por sus siglas en inglés), el cual minimiza los valores del error que resulten en el modelo. Se utiliza también el criterio de regresión “paso a paso” (stepwise). En dicho proceso las variables que entran al análisis son aquellas que tiene mayor correlación entre sí, quedando las que tienen mayor grado de significancia ($p \leq 0.05$), y salen del análisis aquellas que presentan menor significancia ($p \geq 0.100$); a su vez se eliminan las variables previamente incluidas y se descartan automáticamente aquellas que dejan de ser estadísticamente significativas al momento de entrar nuevas variables a dicho análisis. El proceso se detiene cuando el grado de significación de “t” para las variables que quedan es menor que 0.05.

Por lo tanto, los resultados obtenidos del resumen del modelo se indican en la tabla 4.9 en donde puede apreciarse que se generaron cinco modelos, para la variable dependiente LNConsu, de ahí que el Modelo No. 6 es el más adecuado, veamos esto:

El resumen de modelos indicado en la tabla señala el despliegue de seis modelos, el modelo número seis posee el menor error típico, su coeficiente de determinación (R^2) es 0.224, aunque el valor de mayor aceptación es el de R^2 corregida. Resultando entonces un valor de R^2 corregida = 0.204 siendo el 20.4%. Este valor es la proporción de la variación conjunta observada en los datos del consumo de agua y es explicada por las variables independientes resultantes. Este coeficiente resulta en un rango aceptable para este tipo de estudios transversales.

Tabla 4.9 Resumen de los modelos

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	.262 ^a	.068	.065	.35660	
2	.334 ^b	.111	.104	.34898	
3	.397 ^c	.158	.147	.34051	
4	.435 ^d	.189	.175	.33482	
5	.457 ^e	.208	.192	.33146	
6	.473 ^f	.224	.204	.32889	1.553

f. Variables predictoras: (Constante), cantag1, Matladr, cistbomb, LNhabit, Crenta, tandeo3

g. Variable dependiente: LNConsu

Fuente: Elaboración propia

En un estudio similar del consumo de agua desarrollado por Domene y Saurí (2006), para la región metropolitana de Barcelona, eligen un modelo de regresión que resulta con diez variables explicativas para un coeficiente ajustado $R^2 = 0.367$. Mientras que Shearer (2010) encontró para una sección de su estudio en Queensland, Australia, el valor de $R^2 = 0.324$ para el periodo 2006-2008.

Los resultados del Análisis de la Varianza se resumen en la tabla 4.10 indicando que el Modelo número seis elegido es estadísticamente significativo al obtener su valor $Sig. < 0.05$

(denominado p-valor). De tal manera que se rechaza la hipótesis nula “Ho”. Aceptar la hipótesis nula “Ho” significaría que no existe relación lineal entre las variables.

Tabla 4.10 Análisis de Varianzas ANOVA

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
4	Regresión	6.241	4	1.560	13.919	.000 ^d
	Residual	26.793	239	.112		
	Total	33.034	243			
5	Regresión	6.886	5	1.377	12.535	.000 ^e
	Residual	26.148	238	.110		
	Total	33.034	243			
6	Regresión	7.399	6	1.233	11.400	.000 ^f
	Residual	25.635	237	.108		
	Total	33.034	243			

f. Variables predictoras: (Constante), cantag1, Matladr, cistbomb, LNhabit, Crenta, tandeo3

g. Variable dependiente: LNConsu

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el estadístico de Fisher (F) permite hacer contraste del coeficiente de correlación obtenido, donde sí resulta “F” cerca de 1 (uno) la hipótesis “Ho” sería aceptada. Por lo que, se espera que siempre F resulte grande y positiva para que esa hipótesis se rechace, y que el nivel crítico Sig sea estadísticamente significativo. Por lo tanto, la constante y las variables predictoras que resultan para el Modelo número seis: *Constante, Cantag1, Matladr, Cistbomb, LNhabit, Crenta y Tandeo3*; se admite que explican el consumo de agua doméstica, por lo que dichas variables son generalizables para la población a la que pertenece la muestra.

En la tabla 4.11 se indican valores de los coeficientes de regresión que constituyen la ecuación del Modelo. Para mayor facilidad de interpretación se excluyeron los datos de los primeros cinco modelos, y sólo se indica en dicha tabla los resultados de interés para el modelo número elegido. Aquí se puede observar que la significancia estadística p-valor (nivel crítico Sig.) de las variables predictoras es menor que 0.05 especificado, lo cual también sirve para contrastar la hipótesis nula “Ho” descrita con anterioridad.

Tabla 4.11 Coeficientes del Modelo

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
	B	Error típ.	Beta			Tolerancia	FIV
6 (Constante)	2.720	.096		28.191	.000		
Cantag1	-.182	.060	-.185	-3.026	.003	.873	1.145
Matladr	.171	.043	.232	3.970	.000	.962	1.040
Cistbomb	.256	.073	.203	3.500	.001	.968	1.033
LNhabit	.199	.068	.179	2.929	.004	.880	1.136
Crenta	-.160	.066	-.141	-2.408	.017	.961	1.040
Tandeo3	-.142	.065	-.127	-2.178	.030	.962	1.039

a. Variable dependiente: LNConsu

Fuente: Elaboración propia

Los valores que resultan para el Factor de Inflación de la Varianza (FIV) son satisfactorios, lo cual garantiza que no existe Multicolinealidad entre las variables. La misma tabla de resultados muestra los coeficientes tipificados o estandarizados, cuyos valores (en valor absoluto) proporcionan información de la importancia o peso relativo que cada una de las variables tiene en la ecuación del modelo ya definido. Así entonces, podemos afirmar que la variable Matladr (material de construcción de la vivienda) es la que tiene mayor importancia (0.232) y en seguida cistbomb (0.203 cisterna con bombeo); y de menor peso relativo resulta la variable tandeo3 (0.127 –el tandeo de agua afecta regularmente-).

Por lo tanto, utilizando los coeficientes no estandarizados de la tabla anterior, el modelo del consumo de agua mensual representado en la ecuación por la variable **Y**, resulta:

$$\mathbf{LnY} = 2.720 + 0.256 \text{ Cistbomb} + 0.199 \text{ LNhabit} + 0.171 \text{ Matladr} - 0.182 \text{ Cantag1} \\ - 0.160 \text{ Crenta} - 0.142 \text{ Tandeo3}$$

Una información complementaria de los datos utilizados, es los estadísticos descriptivos media, desviación típica y número de datos en el análisis realizado (tabla 4.12).

Tabla 4.12 Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Consumo agua mes reciente	266	7	60	21.74	8.795
Cpropia	398	.00	1.00	.7990	.40126
Crenta	398	.00	1.00	.1231	.32898
nivel1	399	.00	1.00	.8070	.39513
Matladr	399	.00	1.00	.4812	.50027
boiler	399	.00	1.00	.6065	.48914
cistbomb	399	.00	1.00	.0877	.28324
intern1	399	.00	1.00	.5764	.49474
comp2	398	.00	1.00	.3618	.48113
frelav34	399	.00	1.00	.3609	.48087
Ventcooler	399	.00	1.00	.2707	.44487
Ventrefr	399	.00	1.00	.6591	.47459
NoRecam	399	.00	3.00	2.2456	.68349
tandeo3	398	.00	1.00	.1181	.32312
raz3	396	.00	1.00	.1035	.30504
serv5	399	.00	1.00	.0476	.21323
NUBAÑOS	391	1	3	1.29	.481
agpurif4	399	.00	1.00	.7494	.43392
lava1	399	.00	1.00	.8195	.38505
comp1	398	.00	1.00	.6332	.48255
cantag1	399	.00	1.00	.2331	.42333
cantag4	399	.00	1.00	.2055	.40458
N válido (según lista)	258				

Fuente: Elaboración propia

De ahí que el valor promedio mensual del Consumo de Agua derivado de las respuestas de las personas encuestadas fue de 21.74 m³ (21,740 litros por mes); y el tamaño del hogar para la muestra es de 3.75 personas por vivienda. Mientras que el número de baños completos que dispone la vivienda en promedio resultó de 1.32 baños.

4.3.1.1 Análisis de los residuos y supuestos de la regresión

Es una exigencia que un modelo de regresión lineal debe cumplir condiciones de funcionalidad que garanticen su correcta aplicación y validez del modelo obtenido. Los supuestos que deben cumplirse son: Linealidad, Homocedasticidad, Independencia, Normalidad y NO-Colinealidad. Veamos el estatus de estas condiciones en el resultado:

Linealidad y Homocedasticidad. El grafico 4.12 indica la dispersión de los residuos tipificados vs los residuos tipificados predichos, donde se muestra la nube de puntos alrededor de cero sin evidencia de estructura o tendencia alguna. Los residuos son aleatorios, lo cual es señal de que no se violan estos dos supuestos de Linealidad y de Homocedasticidad (igual varianzas). El termino Homocedasticidad se refiere a cuando el error cometido por el modelo tiene siempre la misma varianza. Cualquier tipo de tendencia implicaría la presencia de heterocedasticidad.

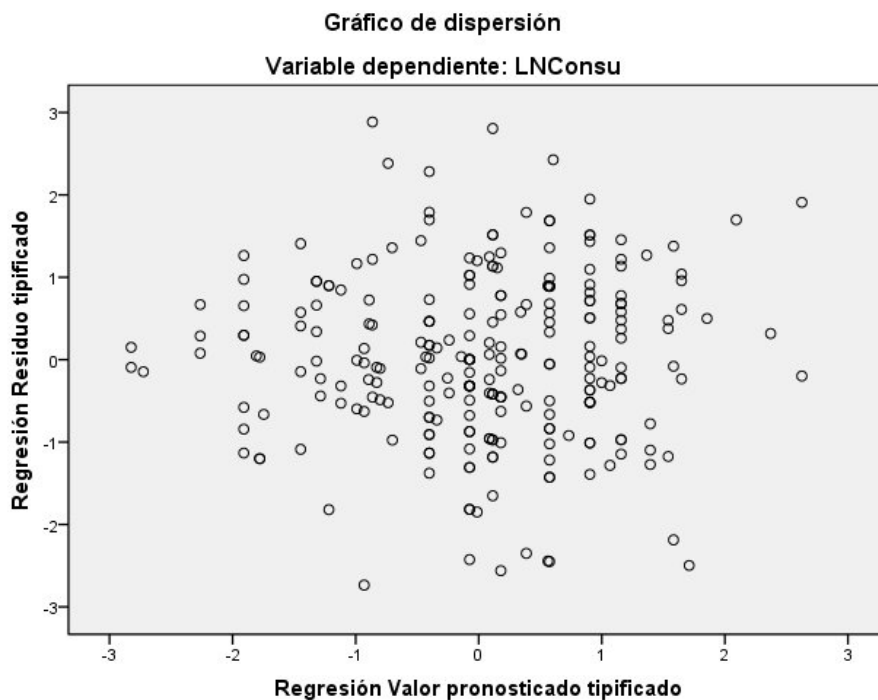


Fig. 4.12 Dispersión de residuos y valores pronosticados
Fuente: Elaboración propia

Independencia. Los residuos son independientes entre sí, es decir no existe autocorrelación entre ellos. Este supuesto del modelo de regresión se contrasta con el estadístico de Durbin-Watson (DW). En el que si $DW = 0$ indica autocorrelación positiva perfecta; $DW = 2$ indica que no existe autocorrelación, y $DW = 4$ existe autocorrelación negativa perfecta. Se comprueba la independencia de los errores cuando éste estadístico está entre 1.5 y 2.5. La tabla 4.9 del resumen de los modelos obtenida anteriormente nos indica un valor para $DW = 1.55$ de ahí que los residuos no están correlacionados entre sí.

Normalidad. En este supuesto, los residuos presentan una distribución normal, y su valor medio es cero, lo cual puede verse en el histograma de los residuos tipificados (fig.4.13).

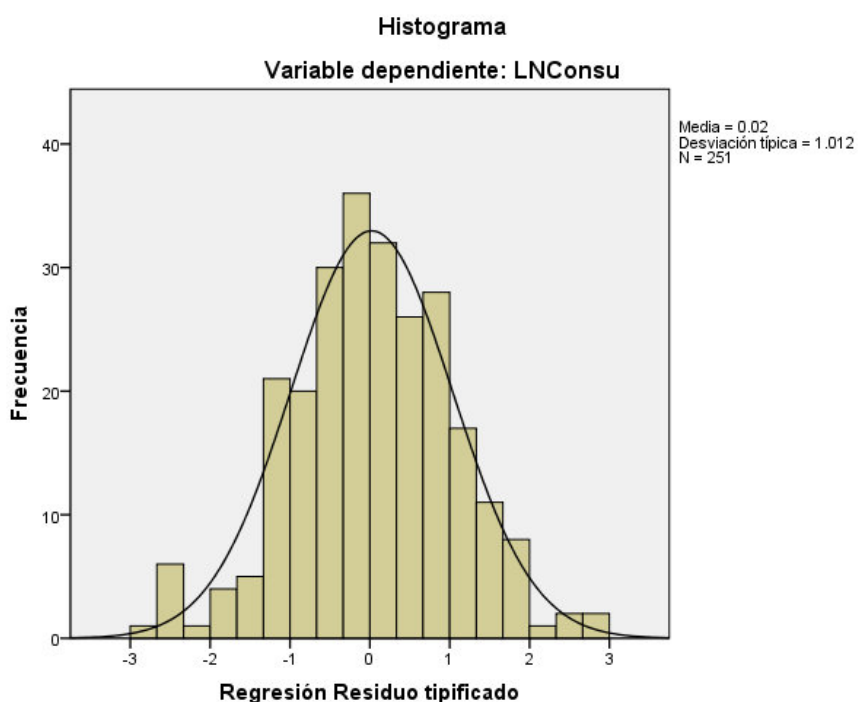


Fig. 4.13 Histograma de residuos tipificados
Fuente: Elaboración propia

En esta revisión de la normalidad, también puede recurrirse al gráfico P-P del diagrama de probabilidad normal en donde se representa a la probabilidad acumulada observada y esperada de los residuos tipificados (fig.4.14). De tal manera que, cuando los residuos se distribuyen de manera normal, la nube de puntos se encuentra alineada sobre la diagonal

del gráfico. Por lo tanto, se constata que se está cumpliendo adecuadamente con el principio de Normalidad de los residuos.

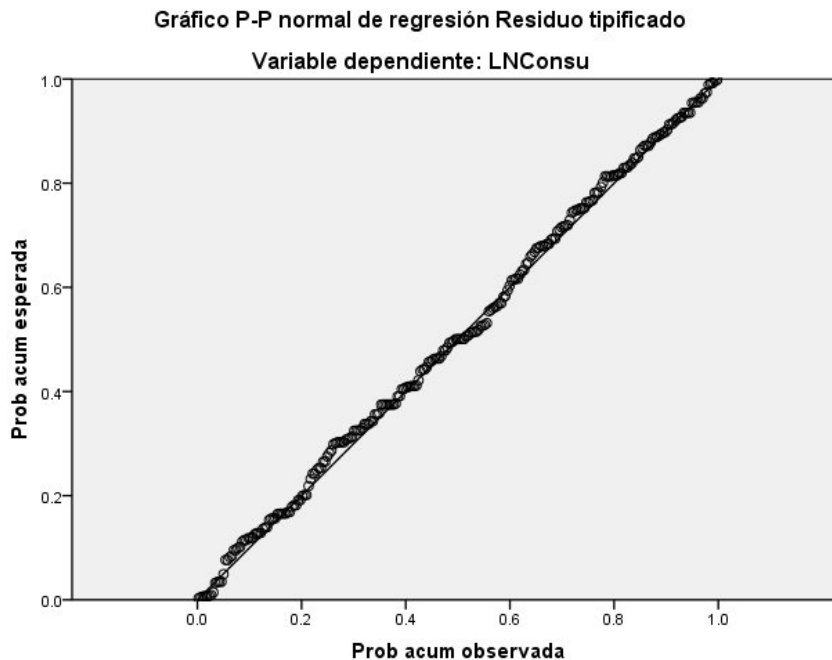


Fig. 4.14 gráfico P-P normal de regresión de los residuos tipificados
Fuente: Elaboración propia

NO-Colinealidad. Se considera que se presenta Multicolinealidad entre las variables independientes cuando existe alguna dependencia lineal (fuerte correlación) entre ellas. Por lo que, para garantizar la no presencia de Colinealidad el estadístico Tolerancia (T) debe estar cercano al valor 1 (uno). La tabla anterior 4.11 de Coeficientes del Modelo muestra este valor de T cumpliendo con esta condición.

De igual manera, en esa misma tabla se indica el estadístico Factor de Inflación de Varianza (FIV), cuyo valor mayores que 5 (cinco), delatarían la presencia de colinealidad entre dos o más variables. Por lo tanto, se observa que en los resultados del FIV se satisface este supuesto de ausencia Multicolinealidad en el modelo.

En esta misma verificación del condicionante de Multicolinealidad entre variables, es fundamental revisar los resultado de él Índica de Condición, cuyos resultados se presentan en la tabla 4.13, incluyéndose en tabla solamente resultados del Modelo 6 elegido.

Tabla 4.13 Diagnostico de Colinealidad

Modelo	Dimensión	Autova- lores	Índice de condición	Proporciones de la varianza						
				Ctte.	cantag1	Matladr	cistbomb	LNhabit	Crenta	tandeo3
6	1	3.172	1.000	.00	.02	.03	.01	.00	.02	.02
	2	1.072	1.721	.00	.04	.01	.33	.00	.18	.23
	3	.858	1.923	.00	.36	.01	.21	.00	.30	.05
	4	.806	1.984	.00	.28	.11	.00	.00	.38	.08
	5	.695	2.137	.00	.10	.01	.40	.00	.03	.62
	6	.370	2.926	.02	.04	.77	.03	.04	.07	.00
	7	.027	10.910	.98	.15	.06	.00	.96	.03	.00

a. Variable dependiente: LNConsu

Fuente: Elaboración propia

De ahí que para asegurar la No-Colinealidad el *Índice de condición* es preferible sea menor que el valor 30. Cuando el Índice supera este valor 30, se delataría la presencia de alta Multicolinealidad. Se observa en los resultados de la tabla que dicho *Índice* cumple satisfactoriamente en cada variable; por lo que, no existe Multicolinealidad entre ellas.

Por lo tanto, conforme al análisis de regresión lineal múltiple la definición del modelo y el cumplimiento de los supuestos de validez, el modelo obtenido para la ciudad de Hermosillo, es aplicable:

$$\text{LnY} = 2.720 + 0.256 \text{ Cistbomb} + 0.199 \text{ LNhabit} + 0.171 \text{ Matladr} - 0.182 \text{ Cantag1} \\ - 0.160 \text{ Crenta} - 0.142 \text{ Tandeo3}$$

Finalmente se agrega la matriz de correlaciones entre la variable dependiente y el grupo de variables independientes que constituyen el modelo en cuestión, la tabla 4.14 presenta estos resultados. Puede verse inmediatamente un nivel apropiado de asociación de cada una de las variables explicativas con el consumo de agua (LNConsu); y no se observan correlaciones de riesgo entre las propias variables explicativas, pues como ya se ha verificado no existe Multicolinealidad entre el grupo de variables predictoras.

Tabla 4.14 Correlaciones entre variables del modelo

		LNConsu	LNhabit	Crenta	Matladr	Cistbomb	Cantag1	tandeo3
LNConsu	Coef. Corr.	1.000	.261**	-.157*	.205**	.180**	-.270**	-.134*
	Sig. (bilat)	.	.000	.010	.001	.003	.000	.029
	N	266	252	265	266	266	266	266
LNhabit	Coef. Corr.	.261**	1.000	-.137**	-.001	.106*	-.313**	-.012
	Sig. (bilat)	.000	.	.009	.983	.043	.000	.825
	N	252	368	367	368	368	368	368
Crenta	Coef. Corr.	-.157*	-.137**	1.000	-.100*	.073	.046	.028
	Sig. (bilat)	.010	.009	.	.047	.148	.359	.572
	N	265	367	398	398	398	398	397
Matladr	Coef. Corr.	.205**	-.001	-.100*	1.000	-.033	-.092	.054
	Sig. (bilat)	.001	.983	.047	.	.515	.066	.285
	N	266	368	398	399	399	399	398
cistbomb	Coef. Corr.	.180**	.106*	.073	-.033	1.000	-.003	-.059
	Sig. (bilat)	.003	.043	.148	.515	.	.947	.243
	N	266	368	398	399	399	399	398
cantag1	Coef. Corr.	-.270**	-.313**	.046	-.092	-.003	1.000	.039
	Sig. (bilat)	.000	.000	.359	.066	.947	.	.433
	N	266	368	398	399	399	399	398
tandeo3	Coef. Corr.	-.134**	-.012	.028	.054	-.059	.039	1.000
	Sig. (bilat)	.029	.825	.572	.285	.243	.433	.
	N	266	368	397	398	398	398	398

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Las variables que representa al tamaño del hogar (LNhabit), el material de construcción de la vivienda (Matladr) y la cantidad de agua purificada consumida en garrafón, son quienes ofrecen una mayor asociación con la variable dependiente Consumo de Agua doméstica.

4.4 Modelo del Consumo de Agua Doméstica - 2º modelo de regresión -

Esta sección se centra en investigar las determinantes socioeconómicas en el consumo de agua doméstica urbana de la ciudad de Hermosillo. Se utiliza un grupo de variables derivadas del censo poblacional del año 2010 realizado por INEGI; además se utiliza el consumo de agua registrado en las viviendas por parte del organismo operador Agua de Hermosillo (AGUAH). La unidad de análisis es el Área Geo-estadística Básica (AGEB) establecido por el INEGI para la recolección e integración de datos censales en México.

4.4.1 Recolección de datos socioeconómicos

Los periodos censales en México son cada diez años por parte del INEGI, otros periodos censales intermedios para el censo poblacional, fueron en los años 1995 y 2005.

De la información censal del año 2010, se eligió un grupo de variables para buscar su relación con el consumo de agua. La información recolectada fue para un grupo de 23 variables elegidas de acuerdo a los fundamentos señalados en el marco metodológico del capítulo 2. Las variables elegidas se refieren a la población total, por género y población de algunos grupos de edad, mismas que participan en el análisis estadístico multivariado.

También se incluyen en este grupo de variables, las que consideran el grado de educación de los habitantes en los hogares, así como el promedio de ocupantes (tamaño del hogar). De igual manera se agregan variables referidas al número de viviendas y otras que informan indirectamente del nivel económico de los hogares. A su vez, se generaron las variables de densidad de población y densidad de vivienda de la zona urbana de Hermosillo, tomando en cuenta el crecimiento demográfico y urbano.

Se gestionó en el INEGI la información relativa a este grupo de variables mismas que están representadas a nivel de AGEBS y que son derivadas del censo de población de año 2010. La zona urbana de la ciudad de Hermosillo como ya es conocido está distribuida en un total de 500 Agebs (polígonos geográficos). El soporte científico y metodológico que se tiene para elegir estas variables se explica en el capítulo definido como Marco Teórico.

Una visualización a este grupo de variables que constituye la base de datos a utilizar como posibles variables independientes, se puede ver en la tabla 4. 15 de la siguiente página.

Tabla 4.15 Lista de variables Independientes -2°. Modelo-

No.	Variables Socioeconómicas	Descripción de la variable
1	POBTOT	Población total
2	POBMAS	Población total masculina
3	POBFEM	Población total femenina
4	P_15YMAS	Población de 15 años de edad y más
5	POB0_14	Población de 0 a 14 años de edad
6	POB15_64	Población de 15 a 64 años de edad
7	POB65_MAS	Población de 65 años y más
8	P15YM_AN	Población de 15 y más años de edad analfabeta
9	P15PR_IN	Población de 15 años y más con primaria incompleta
10	P15SEC_IN	Población de 15 años y más con secundaria incompleta
11	GRAPROES	Grado promedio de escolaridad
12	PSINDER	Población sin derechoabiencia a servicios de salud
13	PROM_OCUP	Promedio de ocupantes en viviendas habitadas
14	VIVTOT	Total de viviendas
15	TVIVHAB	Total de viviendas habitadas
16	VPH_REFRI	Viviendas particulares habitadas con refrigerador
17	VPH_LAVAD	Viviendas particulares habitadas con lavadora
18	VPH_AUTO	Viviendas particulares habitadas con automóvil
19	VPH_TELEF	Viviendas particulares habitadas con teléfono fijo
20	VPH_PC	Viviendas particulares habitadas con computadora
21	VPH_INTER	Viviendas particulares habitadas que tienen internet
22	DENS_POB	Densidad de población (Pob/superficie urbana)
23	DENS_VIV	Densidad de vivienda (Viv/superficie urbana)

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Datos del consumo de agua doméstica

En el caso de la variable consumo de agua domestica (variable dependiente), la información se gestionó en el organismo AGUAH considerando también el año 2010. Esta información requirió ser organizada para integrarse a la base de datos general de análisis.

El organismo AGUAH registra la información de los consumos de los usuarios considerando una periodicidad mensual, de manera que los usuarios reciben la factura cada mes para el pago respectivo del consumo de agua. Los registros de los consumos de agua recolectados para el año de estudio fueron a nivel vivienda. La información recolectada no incluyó la dirección o localización específica de la vivienda en la colonia por cuestiones de confidencialidad por ser información reservada.

La base de datos recolectada en el organismo AGUAH incluye el consumo de agua en m³ acumulado en el mes, para los doce meses del año. En algunos casos (colonias) se presentan ciertos meses sin información debido a que la vivienda es nueva y está recién habitada, o bien porque estuvo sin habitar unos meses y se habitó de nuevo durante el mismo año. La extensión de tal base de datos es de 143,373 registros que corresponden al mismo número de viviendas documentadas en el padrón de usuarios que tienen medidor en el año 2010. La integración de los datos a nivel colonia y posteriormente a nivel AGEBS fue un proceso intenso y muy absorbente. Veamos la situación:

4.4.2.1 Integración a nivel Colonia

En principio de la información recolectada del consumo de agua mensual a nivel vivienda, se determinó el consumo medio anual para cada una de las colonias. En este proceso fue determinante aplicar dos criterios: la Media y la Mediana. En un primer paso la Media; y en el segundo la Mediana.

Así entonces, se utilizó la media para obtener el valor del consumo promedio en el año para cada una de las viviendas pertenecientes a la colonia. Partiendo de estos valores de promedio mensual en la vivienda y, como segundo paso, se obtuvo a través de la mediana el dato que represente a toda la colonia. La razón de esto, es que la mediana es más representativa y descarta los extremos (valores muy bajos o muy altos) derivados del promedio mensual del primer paso.

Ahora bien, al aplicar el primer paso y obtener el consumo medio anual para las viviendas, los valores extremos (muy bajos o muy altos) se presentaron en los casos de tener ciertos

meses sin datos en viviendas de una determinada colonia, es decir que tenían información incompleta en el año de estudio.

Este proceso de integración a nivel colonia se ilustra en la tabla 4.16, la cual es generada como ejemplo para una colonia, en donde cada renglón o registro es una vivienda.

Tabla 4.16 Consumo de agua mensual por vivienda (m³)

COLONIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Mensual
5 Mayo (A)	15	12	12	12	12	12	12	12	15	12	12	12	12.5
5 Mayo (A)												37	3.08
5 Mayo (A)	5	1	0	7	3	5	11	14	6	6	5	5	5.67
5 Mayo (A)	54	53	53	53	52	52	51	52	51	50	51	0	47.67
5 Mayo (A)												37	3.08
5 Mayo (A)	17	14	12	12	9	9	15	14	14	11	13	40	15
5 Mayo (A)											25	37	5.17
5 Mayo (A)												27	2.25
5 Mayo (A)	2	7	0	3	2	2	0	1	0	1	0	0	1.5
5 Mayo (A)												37	3.08
5 Mayo (A)	16	12	14	17	16	25	21	31	20	19	15	19	18.75
5 Mayo (A)												37	3.08
5 Mayo (A)	23	21	18	21	18	18	18	19	27	22	22	17	20.33
5 Mayo (A)												20	1.67
5 Mayo (A)	26	23	20	25	21	22	22	20	23	21	18	18	21.58
5 Mayo (A)	15	14	15	5	12	26	14	27	16	16	20	19	16.58
5 Mayo (A)												37	3.08
5 Mayo (A)	21	15	18	22	17	21	27	19	23	22	21	23	20.75
MEDIANA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	5.42

Fuente: Elaboración propia con datos de AGUAH

Los valores de la última columna de la tabla indican el promedio mensual en el año para cada vivienda señalada como primer paso. El valor último de esta misma columna representa el consumo representativo de la colonia de 5.42 m³ obtenido en el segundo paso a través de la mediana. De haber obtenido con el criterio de la media este valor que representa a la colonia, hubiésemos obtenido un valor grueso (inflado) de 11.38 m³ de consumo de agua.

A manera de comentario, cuando las viviendas sí disponían de información del consumo para todos los meses del año, era indistinto aplicar la mediana o la media en el segundo

paso, puesto que en esos casos la media era prácticamente igual a la mediana. Sin embargo, no es aceptable estar modificando el criterio a conveniencia según la calidad del dato, pues ello se convertiría en un proceso de integración con criterios heterogéneos.

Por lo tanto, derivado de lo anterior, finalmente se obtiene el consumo de agua promedio mensual en el año (valor representativo) para cada una de las colonias, generando así una lista de 538 colonias conforme al registro que posee el organismo AGUAH para los usuarios que tienen medidor. El resumen de la tabla 4.17 permite observar un ejemplo para 22 colonias del resultado de integración del consumo medio mensual para el año de estudio 2010. En el anexo III se incluyen los datos para el total de colonias.

Tabla 4.17 Consumo de agua medio mensual

No.	Colonia	Consumo (m ³)
1	15A (cuartel 15A)	21.04
2	22 de septiembre	17.00
3	4 de Marzo (invasión)	12.50
4	5 de Mayo	10.58
5	5 de Mayo sector A	5.42
6	Adolfo de la Huerta	16.21
7	Adolfo Lopez Mateos	17.17
8	Agaves Residencial	7.29
9	Agualurca	11.67
10	Akiwiki	17.25
11	Alborada	13.04
12	Alcalá Residencial	17.00
13	Alta California	26.25
14	Alta California II y III	29.17
15	Alta California IV	5.83
16	Altamira	9.42
17	Altares	10.83
18	Altares II	10.17
19	Alto Valle	10.83
20	Alto Valle (A)	10.83
21	Altos de Aragón	1.33
22	Álvaro Obregón	15.33

Fuente: Elaboración propia con datos de AGUAH.

4.4.2.2 Integración a nivel AGEB

Considerando que en la presente investigación la unidad de análisis es a nivel de AGEB, fue necesario innovar un procedimiento que permitiera transferir los consumos de agua promedio (representativo) de las colonias a los Agebs respectivos, conforme al porcentaje de influencia que tiene, o no, una colonia en un Ageb determinado. Esta consideración se debe a no son compatibles las bases de datos de las dos Instituciones relacionadas con la información recolectada: datos censales y los consumos de agua.

Es decir, se trata de bases de datos de fuente y propósito distinto. Por un lado el INEGI presenta la información de sus indicadores censales a nivel Ageb, lo cual es un patrón universal en México; y por el otro, el organismo AGUAH genera sus datos de consumo a nivel vivienda y colonia. Por lo que, fue necesario realizar una transferencia geoespacial de los datos de consumo de agua representativos de las colonias.

En el inciso anterior se explicó la generación de los consumos de agua promedio mensual en el año para cada una de las colonias, cuyos datos son necesarios para el proceso que se explica en seguida. Esto fue algo así, como encontrar el eslabón ausente que permitió cumplir el propósito mencionado arriba.

Para lograr concretar este proceso de transferencia de consumos de agua de colonias a Agebs, fue necesario también gestionar en las oficinas de Catastro municipal la información relativa a los polígonos geográficos que representen a las colonias de la zona urbana de Hermosillo. El proceso se realizó utilizando ArcGis 9.3.

Por lo que, en resumen el proceso de integración se basó en lo siguiente:

- Se incorporó el archivo de Agebs (de origen INEGI)
- Se incorporó el archivo de Colonias (de origen Catastro)
- Utilizando GIS se determinó el centroide de los polígonos Colonias
- De igual manera se determinó la Intersección entre polígonos Agebs-Colonias
- Se realizaron cálculos en GIS para conocer el % de intersección entre polígonos
- Finalmente se listaron todos los Ageb con sus colonias intersectadas y sus respectivos porcentajes de intersección territorial con el valor del Consumo.

Este proceso de intersección de polígonos utilizando GIS es una consideración básica para poder continuar con el análisis del consumo de agua ordinal y georeferenciado. La aplicación de este proceso de intersección es aceptable y pertinente para Hermosillo, puesto que la ciudad mantiene un crecimiento urbano prácticamente horizontal. De tal manera que los consumos de agua por colonias pueden ser transferidos en un sentido de vista territorial. A manera de ejemplo, se presenta en la tabla 4.18 una sección de los datos generados en dicho proceso de transferencia. Estos datos pasan a formar parte de los atributos a evaluar para determinar el Modelo. La información completa para 500 Ageb se agrega en el anexo IV.

Tabla 4.18 Concentrado de la transferencia de consumos de agua Colonia-Ageb

CVEGEO	AGEB	Colonia y su porcentaje de intersección en el Ageb	Consumo de Colonia (M³)	Consumo AGEB (Lts)
2603000010023	0023	TULIPANES (91.33%)	12.125	11,073
2603000010076	0076	LAURA ALICIA FRIAS DE LOPEZ NOGALES (0.31%)	7.458	23
2603000010080	0080	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	no datos	No datos
2603000010095	0095	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	no datos	No datos
2603000010108	0108	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010112	0112	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010127	0127	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010131	0131	SANTA BARBARA (60.96%)	7.583	4622
2603000010146	0146	LOS ANGELES X (2%)	6.500	130
2603000010150	0150	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010165	0165	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
260300001017A	017A	CAFE COMBATE (1.03%)	6.000	62
2603000010184	0184	LAS DILIGENCIAS (43.91%) GALA II (10.52%)	2.042 10.500	2001
2603000010199	0199	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010201	0201	VISTA REAL (5.84%)	1.667	97
2603000010216	0216	VISTA REAL (4.62%)	1.667	77
2603000010220	0220	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010235	0235	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
260300001024A	024A	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010254	0254	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010269	0269	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010273	0273	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010288	0288	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos

2603000010292	0292	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010305	0305	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
260300001031A	031A	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010324	0324	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010343	0343	PASEO SAN ANGEL (18.19%) PASEO REAL RESIDENCIAL (64.96%) SOLEIL RESIDENCIAL (20.77%) PUERTA ESMERALDA (29.14%)	10.330 8.875 9.667 3.167	10,575

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI y AGUAH.

Como puede verse en la tabla, existen Agebs que no tienen asignado colonias en el año de estudio; las posibles razones es que sean áreas geográficas destinadas a la industria, comercio, aeropuerto, o en su caso, áreas con terrenos baldíos. En consecuencia no existen datos de consumo doméstico de agua en esas áreas cuyo registro tiene la leyenda “*sin asignación de campo de colonia*”, y en el valor se considera – no datos –.

Por lo tanto, los datos del consumo que aparecen en la última columna de la tabla 4.18 corresponde al consumo de agua doméstica urbana a nivel Ageb, mismo que representa a la variable dependiente y que, junto con la lista de variables independientes presentadas en la tabla 4.15 conforman la base de datos para su análisis en los siguientes subtemas.

Verificando la normalidad de la variable dependiente.

Al graficar el diagrama de caja para observar el comportamiento de los valores del consumo de agua, se observa que la gráfica presenta datos atípicos y algunos de tipo extremos, según la fig. 4.15.

Además de que el nivel de significancia (*Sig.*) en principio no cumple con la probabilidad p-valor que resulta de la prueba de Kolmogorov. Por lo que, se hace necesario efectuar una transformación de los datos de esta variable para eliminar los datos atípicos extremos, y lograr acercarlos a una distribución normal, en este proceso la variable transformada se denominó LNConsagua.

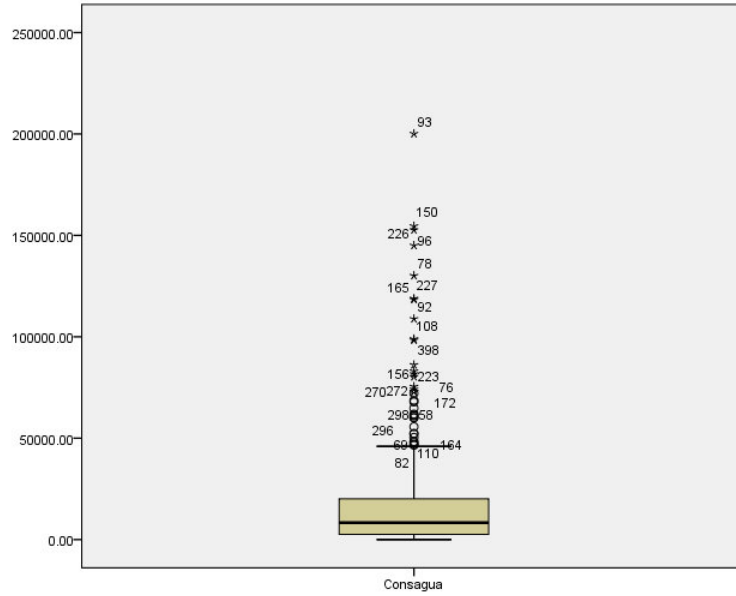


Fig. 4.15 Diagrama de caja de la variable consumo de agua
Fuente: Elaboración propia

El diagrama está señalando algunos datos atípicos extremos. De tal manera que se procede a transformar la variable y eliminar los casos extremos (fig. 4.16)

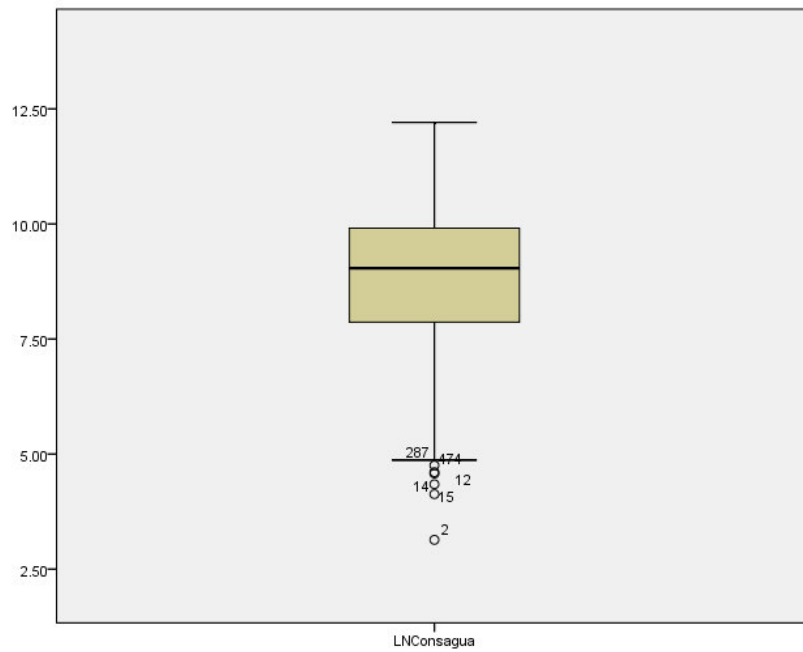


Fig. 4.16 Diagrama de caja de la variable dependiente transformada
Fuente: Elaboración propia

Se puede constatar que en el segundo diagrama de caja y el histograma con la curva teórica normal (fig. 4.17) la variable dependiente se acercan más a la normalidad.

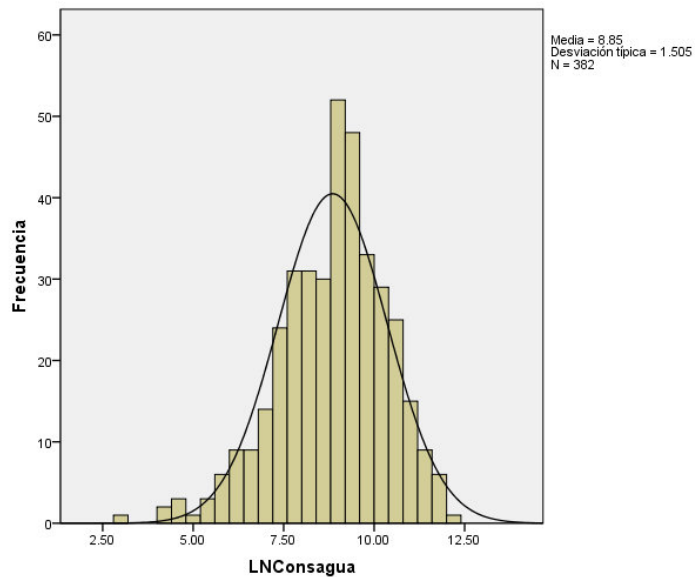


Fig. 4.17 Histograma de frecuencias de la variable LNConsagua
Fuente: Elaboración propia

Lo mismo puede decirse para el p-valor que resulta de la prueba de Kolmogorov el cual demuestra (tabla 4.19) que esta variable dependiente LNConsagua cumple con la normalidad. De ahí que el resultado de p-valor 0.103 es estadísticamente significativo al ser mayor que 0.05. Por lo que la hipótesis nula “*H₀*” no se rechaza, lo cual significa que se acepta que los datos de la variable son normales.

Tabla 4.19 Prueba de Kolmogorov para LNConsagua

		LNConsagua
N		382
Parámetros normales ^{a,b}	Media	8.8539
	Desviación típica	1.50546
Diferencias más extremas	Absoluta	.062
	Positiva	.022
	Negativa	-.062
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.218
Sig. asintót. (bilateral)		.103

Fuente: Elaboración propia

También la figura 4.18 indica el gráfico Q-Q que corrobora la evaluación y cumplimiento sobre la normalidad de los datos del consumo de agua. La figura de la izquierda indica cuando no cumple normalidad; y después de transformar la variable se observa como los datos de la variable LNConsagua se ajustan a la recta.

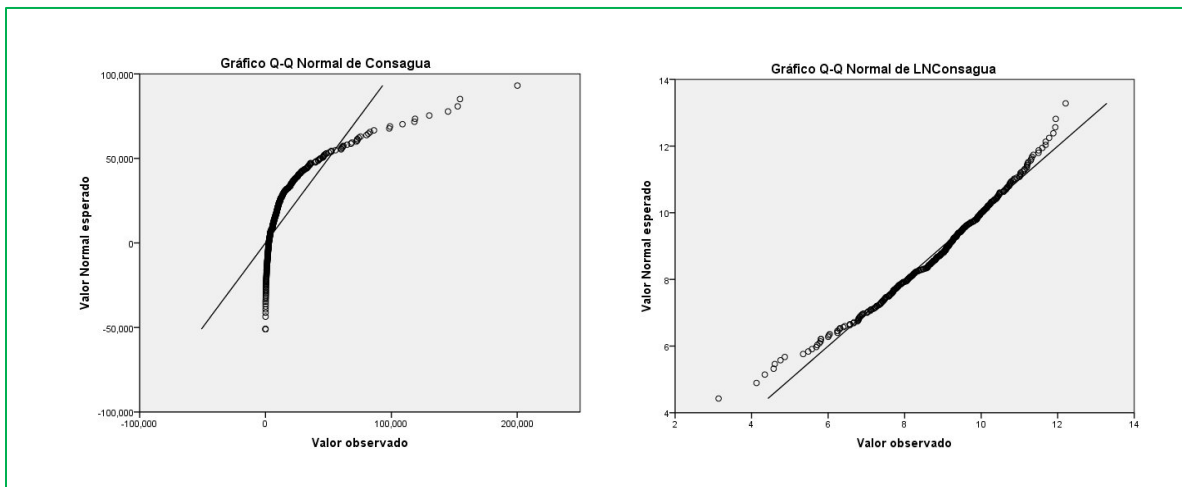


Fig. 4.18 Tránsito de la variable dependiente a la normalidad de sus datos
Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Inspeccionando y determinando el Modelo

En esta sección se utiliza la base de datos integrada con las 23 variables independientes presentadas en la tabla 4.15 más la variable dependiente consumo de agua (LNConsagua). Este grupo de variables se encuentra a nivel Agebs. En principio es necesario simplificarlas conociendo su correlación entre ellas, pero sobre todo respecto al consumo de agua. Previo al análisis de Correlación, fue necesario transformar prácticamente todas las variables independientes en virtud de que presentaban datos atípicos extremos, y es condición fundamental procesar estadísticamente variables que no tengan esa categoría extrema, sobre todo por ser todas variables cuantitativas derivadas del censo poblacional.

Tomando en cuenta lo anterior y utilizando el criterio de Pearson, se realiza un primer análisis de correlación, observando que el grupo se redujo a 20 variables asociadas al consumo de agua. Sin embargo, es digno de mencionar que estos resultados dejan ver

variables independientes con altos coeficiente de correlación de Pearson, indicando una fuerte asociación que genera riesgo, pues invoca a la Multicolinealidad entre variables.

Tales correlaciones altas resultantes, por ejemplo, es entre LNPOBTOT con las variables LNPOBMAS y LNPOBFEM, lo cual es lógico al saber que de la primera se desprenden las otras dos variables de género. Su relación resultó con coeficientes mayores a 0.9. Lo mismo sucedió en altas correlaciones entre LNPOBTOT con las variables LNP15YMAS, LNPO_14, LNP15_64, LNPOB_AUTO y LNVIV_TOT, entre otros casos.

En un intento por tratar de hacer caso omiso de las altas correlaciones entre las variables independientes, se procedió al análisis de regresión múltiple, corroborándose que efectivamente existe una alta Multicolinealidad entre dichas variables (delatado por los valores de FIV y el Índice de condición). Por lo que, en definitiva se procedió a filtrar las variables que estuvieran en esas condiciones, a fin de abatir dicho fenómeno de Colinealidad.

Después de varios análisis de correlación, se decide listar las variables independientes que mantienen una asociación con la variable dependiente, siendo que presentan una correlación aceptable, la lista se reduce a sólo 8 (ocho) variables que tienen coeficientes de Pearson entre el rango de 0.33 a valores de 0.84.

Tabla 4.20 Listado de la simplificación de variables independientes

No.	Variable elegida	Descripción de la variable
1	LNPOBMAS	Población masculina
2	LNP15PR_IN	Población de 15 años con estudios de primaria incompleta
3	LNP15YMAS	Población de 15 años de edad y más
4	LNPO_14	Población de 0 a 14 años de edad
5	LNPR_OCUP	Promedio de ocupantes (tamaño del hogar)
6	LNVPH_LAV	Viviendas particulares habitadas con lavadora
7	LNVPH_AUTO	Viviendas particulares habitadas con auto
8	DENS_VIV	Densidad de vivienda (relacionada con el modelo urbano)

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

Para determinar el modelo utilizamos nuevamente el análisis de regresión múltiple, en donde tenemos que el modelo lineal se basa en la ecuación general 2.1 señalada anteriormente

Así entonces, procesando el análisis de regresión múltiple, al observar el resumen de resultados se tienen 5 modelos (tabla 4.20). De ahí que el mejor modelo es el cinco, presentando un coeficiente R^2 ajustado 0.511 para las variables predictoras: DENS_VIV, LNP15PR_IN y LNPOBMAS.

Lo anterior significa que las tres variables predictoras incluidas en el análisis explican el 51.1% de la variabilidad del consumo de agua. El estadístico Durbin-Watson permite detectar problemas de autocorrelación de los residuos. En el que si $DW = 0$ indica autocorrelación positiva perfecta; $DW = 2$ indica que no existe autocorrelación, y $DW = 4$ existe autocorrelación negativa perfecta. Existe independencia de los residuos cuando el estadístico está entre 1.5 y 2.5. La tabla 4.21 siguiente indica un valor para $DW = 1.566$, de ahí que los residuos no están correlacionados entre sí.

Tabla 4.21 Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	.624 ^a	.389	.387	1.05434	
2	.675 ^b	.456	.452	.99694	
3	.706 ^c	.498	.494	.95866	
4	.719 ^d	.517	.510	.94264	
5	.718 ^e	.516	.511	.94214	1.566

e. Variables predictoras: (Constante), DENS_VIV, LNP15PR_IN, LNPOBMAS

f. Variable dependiente: LNConsagua

Fuente: Elaboración propia

En seguida es necesario revisar si esta asociación es estadísticamente significativa, por lo que se debe contrastar la hipótesis nula “ H_0 ”. Vemos que el p-valor (*Sig.*) obtenido en el análisis de la varianza (tabla 4.22) para el modelo cinco es menor que el 5% (0.05). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis “ H_0 ”, puesto que aceptar la hipótesis nula “ H_0 ” significaría que no existe relación lineal entre las variables del modelo.

Tabla 4.22 Análisis de Varianzas ANOVA

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	224.047	1	224.047	201.546	.000 ^a
	Residual	351.279	316	1.112		
	Total	575.326	317			
2	Regresión	262.250	2	131.125	131.931	.000 ^b
	Residual	313.076	315	.994		
	Total	575.326	317			
3	Regresión	286.750	3	95.583	104.004	.000 ^c
	Residual	288.577	314	.919		
	Total	575.326	317			
4	Regresión	297.202	4	74.300	83.617	.000 ^d
	Residual	278.124	313	.889		
	Total	575.326	317			
5	Regresión	296.610	3	98.870	111.386	.000 ^e
	Residual	278.717	314	.888		
	Total	575.326	317			

e. Variables predictoras: (Constante), DENS_VIV, LNP15PR_IN, LNPOBMAS

f. Variable dependiente: LNConsagua

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, los coeficientes que definen la ecuación del modelo obtenido, pueden verse en la tabla 4.23, en la cual se generan los coeficientes no estandarizados y los coeficientes tipificados. Los primeros establecen la ecuación, y los segundos indican el peso relativo (en valor absoluto) que tiene cada variable explicativa en la ecuación del modelo.

De igual manera, la misma tabla señala los resultados de la significancia estadística de cada una de la variables explicativas, cuyos resultados del p -valor < 0.05 cumplen estadísticamente. Se muestra también el Factor de Inflación de la Varianza (FIV) mismo que busca proteger al modelo de la Colinealidad; por lo que, los valores obtenidos deben ser $FIV < 5$, para confiar de que no hay Colinealidad entre variables. Lo cual se cumple acertadamente.

Tabla 4.23 Coeficientes del Modelo

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad		
	B	Error típ.	Beta			Tolerancia	FIV	
1	(Constante)	4.152	.355		11.704	.000		
	LNVPH_AUTO	.871	.061	.624	14.197	.000	1.000	1.000
2	(Constante)	4.961	.360		13.784	.000		
	LNVPH_AUTO	.841	.058	.603	14.453	.000	.993	1.007
	DENS_VIV	-.025	.004	-.259	-6.200	.000	.993	1.007
3	(Constante)	4.981	.346		14.392	.000		
	LNVPH_AUTO	1.027	.067	.736	15.428	.000	.701	1.426
	DENS_VIV	-.028	.004	-.289	-7.122	.000	.973	1.028
	LNP15PR_IN	-.255	.049	-.249	-5.163	.000	.687	1.456
4	(Constante)	3.019	.666		4.535	.000		
	LNVPH_AUTO	.203	.249	.146	.816	.415	.048	20.628
	DENS_VIV	-.032	.004	-.327	-7.896	.000	.903	1.107
	LNP15PR_IN	-.475	.080	-.464	-5.902	.000	.250	4.008
	LNPOBMAS	1.142	.333	.740	3.430	.001	.033	30.134
5	(Constante)	2.626	.460		5.714	.000		
	DENS_VIV	-.033	.004	-.335	-8.388	.000	.966	1.035
	LNP15PR_IN	-.520	.059	-.508	-8.860	.000	.469	2.133
	LNPOBMAS	1.405	.088	.910	16.048	.000	.480	2.083

a. Variable dependiente: LNConsagua
Fuente: Elaboración propia

Para asegurar la ausencia de Colinealidad entre variables, es muy importante revisar este fenómeno de Multicolinealidad entre las variables resultantes en el modelo. Por ello, se determina Índice de condición a través del diagnóstico de Colinealidad presentado en la tabla 4.24; en donde podemos constatar que ninguna de las variables del modelo cinco excede el valor de 30 del Índice de condición.

Para valores mayores que 30 en el Índice de condición, se atisbarían el caso no deseado de la presencia de Colinealidad entre las variables explicativas.

Tabla 4.24 Diagnóstico de Colinealidad

Modelo	Dimensión	Autovalores	Índice de condición	Proporciones de la varianza				
				(Constante)	LNVPH_AUTO	DENS_VIV	LNP15PR_IN	LNPOBMAS
1	1	1.986	1.000	.01	.01			
	2	.014	11.916	.99	.99			
2	1	2.817	1.000	.00	.00	.03		
	2	.170	4.075	.02	.03	.91		
	3	.013	14.618	.98	.96	.06		
3	1	3.727	1.000	.00	.00	.01	.00	
	2	.216	4.149	.00	.00	.75	.06	
	3	.045	9.078	.17	.05	.21	.79	
	4	.012	17.795	.83	.95	.02	.14	
4	1	4.715	1.000	.00	.00	.01	.00	.00
	2	.225	4.582	.00	.00	.72	.02	.00
	3	.048	9.949	.03	.00	.18	.32	.00
	4	.012	19.434	.26	.04	.03	.06	.00
	5	.000	111.602	.71	.95	.07	.60	1.00
5	1	3.736	1.000	.00		.01	.00	.00
	2	.215	4.169	.00		.75	.05	.00
	3	.044	9.245	.12		.24	.53	.01
	4	.005	27.225	.88		.00	.43	.98

a. Variable dependiente: LNConsagua

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, revisando la normalidad de los residuos en la fig. 4.19 del histograma respectivo, vemos que los residuos se distribuyen de una manera normal. Lo cual se puede reafirmar de manera complementaria con el grafico P-P del diagrama de probabilidad normal en donde se representa a la probabilidad acumulada observada y esperada de los residuos tipificados (fig.4.20).

De tal manera que, cuando los residuos se distribuyen de manera normal, la nube de puntos se encuentra alineada sobre la diagonal del gráfico. Por lo tanto, vemos que se está cumpliendo adecuadamente con el principio de Normalidad de los residuos.

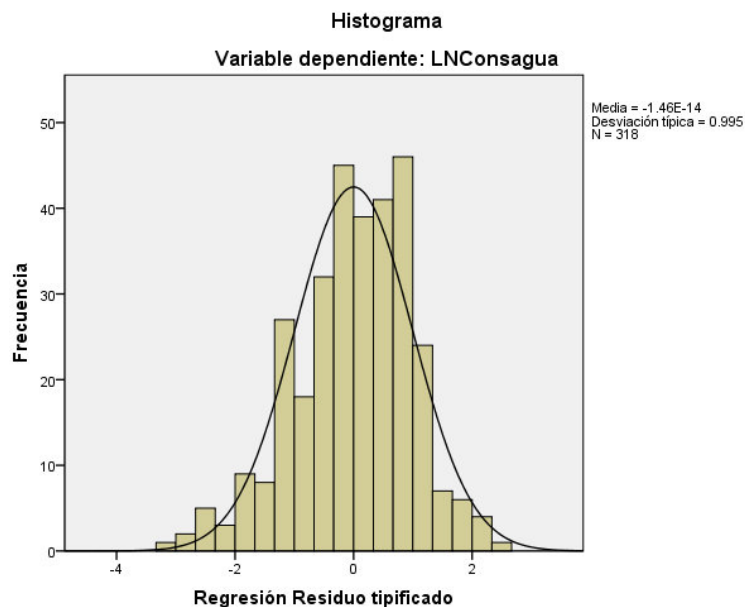


Fig. 4.19 Histograma de residuos tipificados
Fuente: Elaboración propia

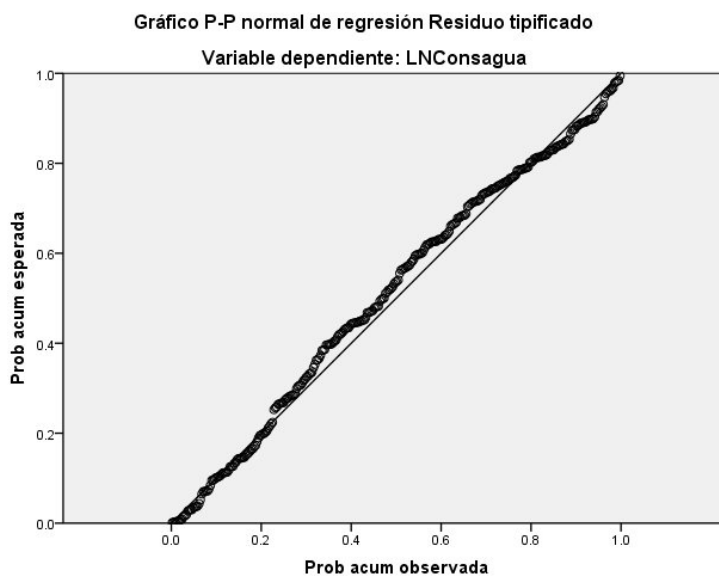


Fig. 4.20 Diagrama P-P normal de regresión de los residuos tipificados
Fuente: Elaboración propia

Finalmente se verifica el cumplimiento de Homocedasticidad y Linealidad en el modelo (ver fig.4.21). Es decir que para cada combinación de las variables explicativas o independientes, la varianza de los residuos es constante; y en el segundo caso, de que

existe relación aceptable entre las variables del modelo lineal. Por lo que, se acude al diagrama de dispersión de los residuos tipificados vs residuos pronosticados tipificados. De ahí que se constata que la nube de puntos muestra ser aleatorios, pues no se detecta ninguna tendencia. Alguna tendencia implicaría violar el principio de Homocedasticidad.

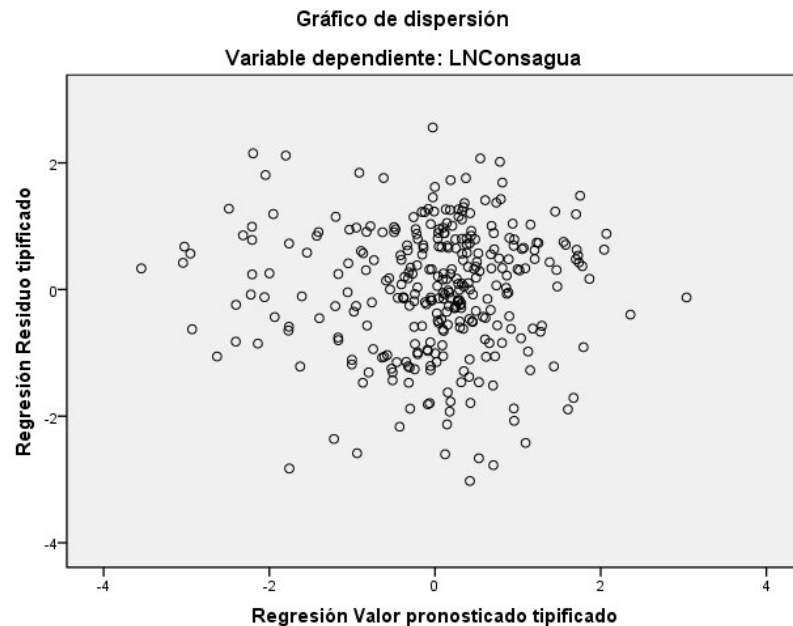


Fig. 4.21 Diagrama de dispersión de residuos y valores pronosticados
Fuente: Elaboración propia

En la verificación de las exigencias o supuestos que debe cumplir un modelo de regresión, resultó que cumple con dichas condiciones. Por lo tanto el modelo puede expresarse de la manera siguiente:

$$\mathbf{Ln Y} = 2.626 + 1.405 \mathbf{LnPOBMAS} - 0.033 \mathbf{DENS_VIV} - 0.520 \mathbf{LnP15PR_IN}$$

El modelo presentó un valor de R^2 corregida de 0.511, lo cual significa que las tres variables predictoras explican el 51.1% de la variabilidad del consumo de agua.

En principio vemos que los resultados del modelo de regresión permiten identificar las variables influyentes en el consumo de agua en general para la ciudad de Hermosillo. Se distingue que la variable POBMAS presenta mayor influencia en la variación del consumo, mientras que en segundo término es la variable DENS_VIV.

Por otro lado, para conocer sus datos básicos se obtiene los estadísticos descriptivos, mismos que se indican en la tabla 4.25.

Tabla 4.25 Estadísticos descriptivos de la variable dependiente y v. independientes

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Consagua	385	.00	200125.00	17082.8623	25826.09887
POBMAS	484	.00	6751.00	735.0723	785.67627
P15PRI_IN	454	.00	511.00	74.2974	97.02009
DENS_VIV	500	.00	71.85	20.7903	15.87363
N válido (según lista)	356				

Fuente. Elaboración propia.

Se observa en esta tabla, que la variable consumo de agua medio mensual en el año 2010 a nivel Ageb, en promedio mensual oscila entre un mínimo de cero a un máximo de 200,125 litros, con una media de 17,082 litros; y una desviación estándar de 25826.

Al generar el mapa temático en ArcGis (fig. 4.22) con la distribución espacial del consumo de agua, vemos que el consumo de agua más alto (color negro fuerte) se genera en la región noreste y suroeste de la ciudad, en cuyas zonas se identifica vivienda residencial de gran tamaño y de alta plusvalía.

El uso de técnicas geo-estadísticas, un Sistema de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés) se puede analizar los cambios en el uso del agua en respuesta a las medidas de políticas dependientes del tiempo, como las restricciones de agua (Shearer, 2009).

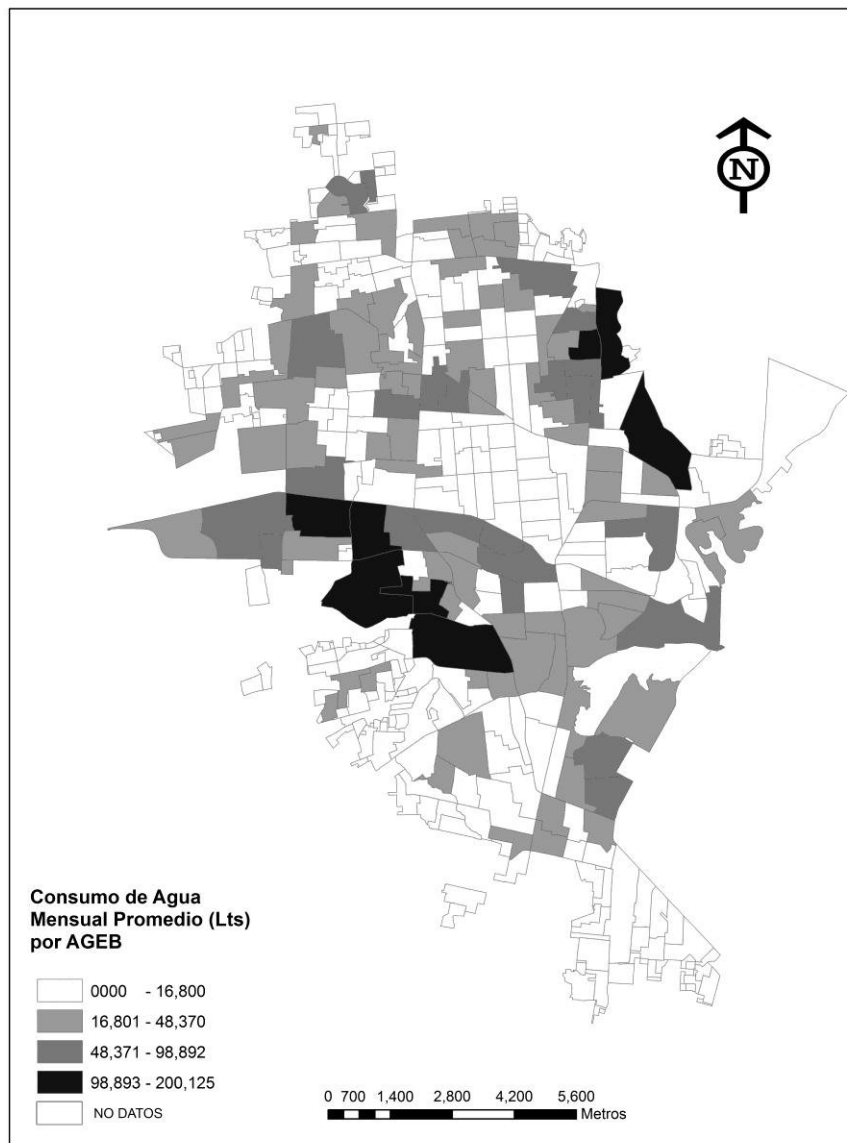


Fig. 4.22 Distribución espacial del consumo de agua domestica 2010
Fuente: Elaboración propia

En esta temática, Troy et all (2005), estudió la distribución del consumo de agua en Sydney. Exploró el consumo por tipos de vivienda. La investigación se basó en una muestra estratificada de 140 distritos de sección censal.

4.5 Autocorrelación espacial

Conforme a lo establecido en el capítulo 2 del marco teórico la autocorrelación espacial es una técnica estadística que considera la localización territorial de los datos. Para el caso de estudio, su aplicación permitió identificar patrones de consumo del agua doméstica en la zona urbana de la Hermosillo. Dicha aplicación es a través del Indicador Local de Autocorrelación Espacial (LISA) el cual certifica que el espacio geográfico en donde se distribuye la variable consumo de agua, es heterogéneo. Por lo tanto, al constar de esta heterogeneidad del espacio, es posible identificar zonas espaciales en donde se presenta una concentración de altos consumos de agua; y en su caso, bajos consumos.

Los datos se analizan con el programa GeoDa versión 1.4. 0 año 2013, cuyo autor es Luc Anselin, y que dicho software es de libre acceso en internet a través del sitio del centro en la Universidad Estatal de Arizona. La base de datos que se emplea en este proceso estadístico espacial es la misma que se utilizó anteriormente en el subtema de regresión lineal múltiple. En este caso, el archivo que procesa el GeoDa es de tipo vectorial con extensión shape (*.shp). De tal manera que, al determinar el Índice I Moran global, mismo que se representa en la fig. 4.23 del diagrama de dispersión (scatterplot), vemos que I Moran global univariado es positivo $I = 0.324234$ (autocorrelación espacial positiva).

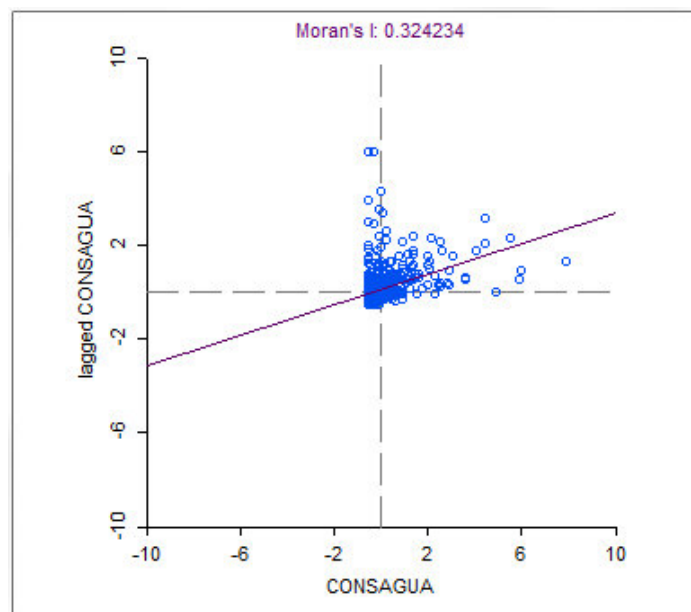


Fig. 4.23 Diagrama de dispersión I de Moran global

Fuente: Elaboración propia

Para obtener el Índice de Moran global y los posteriores estadísticos fue necesario en primera instancia determinar la matriz de pesos espaciales W basada en contigüidades del tipo reina; misma que se denominó *Hilloqueen*.

Se puede observar en el diagrama de dispersión de la figura 4.23 que la mayor parte de los datos del consumo de agua ilustrados por la nube de puntos quedan dentro del cuadrante I de autocorrelación positiva tipo *alto-alto*, y otros en menor cantidad en el cuadrante III tipo de autocorrelación positiva *bajo-bajo*. Sin embargo, el diagrama no permite identificar la localización geográfica de concentraciones del consumo de agua.

Ahora bien, es necesario evaluar la significancia del estadístico I de Moran global, cuyo parámetro es denominado *p-valor*, y permite revisar la hipótesis nula " H_0 " de no autocorrelación espacial. En estos casos, el programa GeoDa utiliza el procedimiento de permutaciones. Al obtener tal valor utilizando dos opciones: 999 y 9999 permutaciones. En la primera se obtiene un *p-valor* = .001000 y en la segunda opción resulta *p-valor*= 0.000100 señalando ambos que el estadístico de I de Moran global resulta estadísticamente significativo, y por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 , puesto que sí existe autocorrelación espacial (positiva). La figura 4.24 muestra el proceso para 9999.

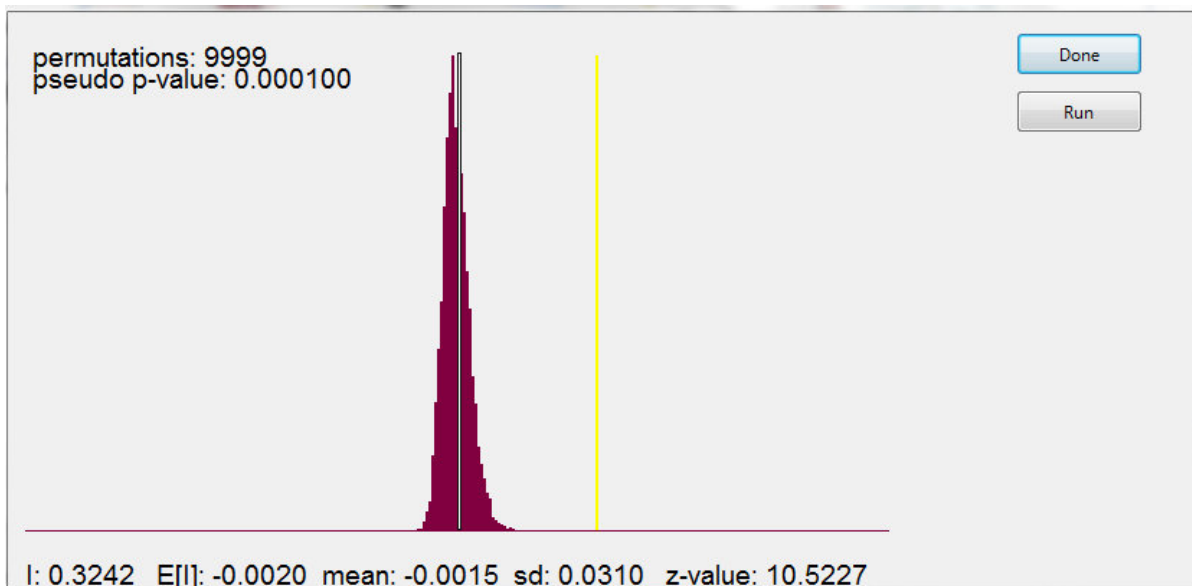


Fig. 4.24 Distribución de referencia de revisión de la hipótesis nula.
Fuente: Elaboración propia

A su vez, indica también un estadístico resumen; el I Moran observado, el valor teórico esperado $E(I)$ que debe ser menor al observado, la media y la desviación estándar de la distribución de referencia. De ahí que el resultado I Moran observado es $I = 0.3242$, subrayando una autocorrelación espacial positiva, mismo que el diagrama de dispersión.

Para identificar el nivel de significancia del I Moran local (LISA) propuesto por Anselin para cada una de las observaciones espaciales i , se parte del proceso anterior de permutaciones, y se determina en seguida el I Moran local univariado (LISA); y al mismo tiempo el mapa de clusters, mismos que se indican en la figura 4.25. Ambos para cada una de las áreas geográficas de la zona urbana (en total 500 Agebs). Señalando que en 389 Agebs no existe significancia estadística, según se observa en ambos mapas.

En el caso específico del mapa de significancia estadística, resulta un p -valor = 0.01 en 45 áreas geográficas espaciales, mientras que en 61 áreas resulta p -valor = 0.05 cumpliendo en suma que 106 áreas son estadísticamente significativas. Siendo que las áreas de verde más oscuro es donde la significancia estadística local ha sido más alta ($p = 0.01$).

Al observar el mapa de cluster, vemos que es posible inferir patrones de consumo de agua muy bien localizados. Las áreas espaciales marcadas en color rojo indican zonas de alto consumo de agua, rodeadas de áreas de consumo alto (High-High) en un total de 37 Agebs. Estos cluster se localizan principalmente en la sección noreste de la ciudad, y en la zona poniente. . En la zona mencionada poniente resaltan también pequeñas áreas (lunares) que tienen un patrón de consumo distinto con clúster (Low-High) que son estadísticamente significativas. No menos importante, se observan al norte de la ciudad tres zonas de menor área que demuestran aunque de manera aislada un patrón de alto consumos de agua

Por otra parte, y derivado de autocorrelación espacial positiva, en dos zonas amplias al sur de la ciudad en la periferia urbana existen patrones de bajo consumo de agua (Low-Low), en donde la del cluster poniente presenta alta significancia estadística en ese bajo consumo de agua. De igual manera, al norte, centro, sur, oriente y poniente de la zona urbana se observan pequeñas islas de este mismo patrón de bajo consumo de agua, observándose en la figura pequeños clúster tipo L-L (bajo-bajo).

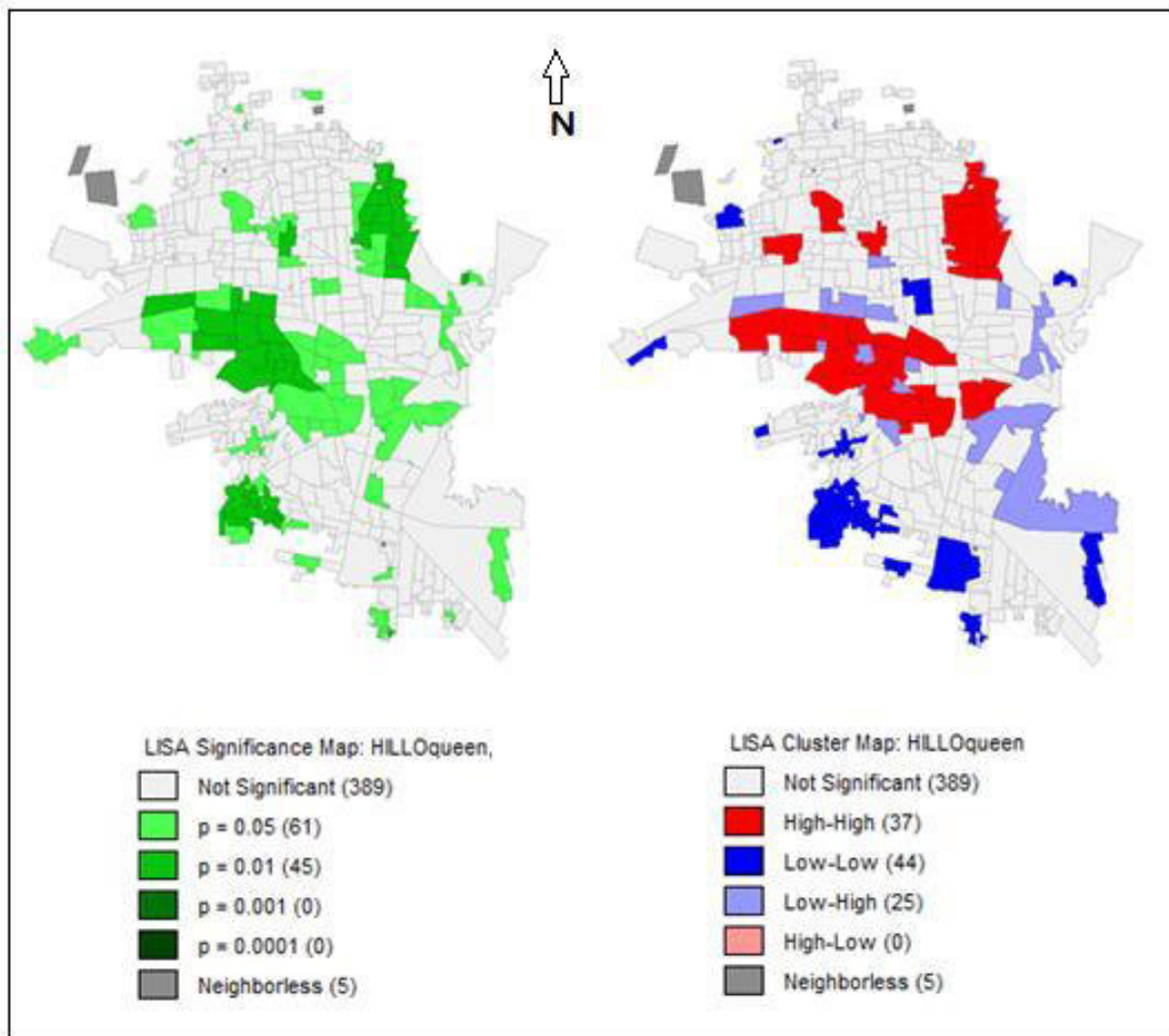


Fig. 4.25 Mapa espacial de significancia estadística y patrones del consumo de agua 2010
Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.26 resume los Agebs resultantes en el proceso estadístico espacial.

Tabla 4.26 Resumen de clúster derivado de LISA

Cluster	Número	Porcentaje
High-High (H-H)	37	7.4
Low-Low (L-L)	44	8.8
Low-High (L-H)	25	5
High-Low (H-L)	0	0
NO significativa	389	78
Vecinos aislados (no aplica NA)	5 NA	1 NA
Total AGEBs	500	100%

Fuente: Elaboración propia

4.6 Regresión Geográficamente Ponderada (GWR)

En virtud de que un modelo estadístico de GWR tiene aplicación en todas las unidades espaciales de la zona de estudio; en este caso para las áreas espaciales AGEBS en la localidad urbana Hermosillo, fue necesario complementar la base de datos utilizada previamente en el modelo de regresión lineal múltiple. Este complemento se refiere a la determinación de las coordenadas (x, y) de tales unidades espaciales en su centroide respectivo, esto es, longitud y latitud en el sistema cartesiano, es decir no son grados. Las variables son las mismas que resultan del modelo de regresión lineal múltiple, obtenido por Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS por sus iniciales en inglés).

La ecuación (2.2) descrita con anterioridad, que identifica al modelo general de GWR, es resuelta generando una ecuación particular para cada una de las observaciones o unidades espaciales de la zona de estudio, utilizando los valores de las variables independientes y dependiente en esas mismas localizaciones y sus valores aledaños.

El desarrollo del análisis estadístico en cuestión se realizó utilizando el software GWR3.0, en donde los datos de entrada para el caso de estudio son:

Variable dependiente: Consumo de agua mensual promedio (LnC_Agua).

Variables independientes: Se indican en la tabla 4.27.

Tabla 4.27 Variables Independientes

Variable	Descripción
Dens_Viv	Densidad de vivienda
LnPobMas	Población de género masculino
LnP15Pin	Población de 15 años y más con estudios de primaria incompleta

Fuente: Elaboración propia

Coordenadas cartesianas: X, Y en el centroide de AGEBS.

Tipo de núcleo (kernel): Adaptativo.

Ancho de Banda (Bandwidth): Criterio de Información de Akaike corregido (AICc).

Prueba de significancia estadística: método de Monte Carlo.

La GWR genera un grupo de resultados diversos para cada punto de regresión u observación, proporciona coeficientes independientes β , errores estándar, t-escores, y valores R^2 para la ubicación de cada unidad espacial. Estos resultados pueden transferirse a un mapa para visualizar los patrones espaciales del modelo resultante. Proporciona también los parámetros de la regresión lineal múltiple que se obtiene con OLS (global) según lo indicado en la tabla 4.28. La sección final de esta tabla contiene la información para cada una de las variables del modelo, incluyendo valores del estadístico t.

Tabla 4.28 Parámetros del modelo de Regresión Global, OLS

Suma de residuales al cuadrado ...	3097.858		
Número efectivo de parámetros...	4.000		
Sigma.....	2.499		
AICc.....	2340.989		
Coefficiente de determinación R^2 ...	0.609		
R^2 ajustado.....	0.606		
Parámetro	Estimación del parámetro	Error Estándar	t-valor
-----	-----	-----	-----
Intercept	0.3128	0.2616	1.1956
LnPobMas	1.5850	0.0904	17.5206
LnP15Pin	- 0.5519	0.1034	- 5.3345
Dens_Viv	- 0.0062	0.0082	- 0.7628

De dicha tabla el modelo global ordinario (OLS) indica que, el 60.6% de la varianza en el consumo de agua es explicada por las variables independientes mostradas.

Ahora bien, la segunda parte de los resultados de salida muestra el diagnóstico de la estimación de GWR propiamente dicha. En la primera parte de la tabla 4.29 se muestra información general del modelo resultante.

Se espera que el modelo explicativo funcione más adecuado en ciertas áreas geográficas de la ciudad, y en particular que alguna de las variables independientes muestre mayor representatividad en ciertas zonas de la ciudad de Hermosillo.

Tabla 4.29 Resultados de GWR

Número de observaciones.....	500
Número de variables	4
Número de vecinos.....	89
Número de localizaciones para el modelo.....	500
Diagnóstico de información.	
Suma de residuales al cuadrado...	2047.727
Número efectivo de parámetros...	51.617
Sigma.....	2.137
AICc.....	2241.751
Coefficiente de determinación R ² ..	0.742
R ² ajustado.....	0.712

Así entonces, se observa que el modelo GWR se explica mejor que el de OLS. Esto en virtud de que GWR presenta un mejor valor de R²ajustado promedio de 71.2%, además de que el valor de AICc disminuyó a 2241.75, mientras que la suma de residuales también disminuye a 2047.27. De ahí que, estos son los principales indicadores que determinan la calidad del modelo; por lo que, GWR mejora suatancialmente al modelo global OLS.

Por otra parte, otra categoría importante en los resultados de salida de GWR son los valores que corresponden a cada una de las observaciones o unidades espaciales (Agebs), según los parámetros indicados en la tabla 4.30. Debido a la lista grande de 500 Agebs, en esta tabla se indica solamente valores para 12 observaciones (unidades espaciales).

Tabla 4.30 Estadísticos resultantes en GWR

Obs	Observado	Predicho	Residuales	Res Estand	R2	Infl	CooK's D
1	9.31	2.592916	6.717084	1.078480	0.587031	0.123636	0.003179
2	3.14	2.485210	0.654790	0.104435	0.609187	0.111902	0.000027
3	0	0.399738	-0.399738	-0.064164	0.689180	0.123157	0.000011
4	0	5.829572	-5.829572	-0.918135	0.648396	0.089233	0.001600
5	0	0.091022	-0.091022	-0.015367	0.657328	0.207409	0.000001
6	0	0.593962	-0.593962	-0.097550	0.637226	0.162451	0.000036
7	0	0.042155	-0.042155	-0.006979	0.637226	0.175701	0.000000
8	8.44	3.007397	5.432603	0.895138	0.616928	0.167886	0.003132
9	4.87	3.106759	1.763241	0.290339	0.606194	0.166781	0.000327
10	0	-0.651969	0.651969	0.122371	0.852488	0.358728	0.000162
11	0	1.202620	-1.202620	-0.201575	0.845213	0.195861	0.000192
12	4.13	3.632955	0.497045	0.085365	0.845213	0.234088	0.000043

En dicha tabla, los valores de la columna de número de observación corresponde al mostrado en la lista de Agebs, y los datos de la columna Observados, corresponden a los valores de entrada de la variable dependiente normalizada (LnC_Agua).

También la salida de resultados de GWR incluye un resumen de 5 parámetros ilustrativos, además de los valores de la significancia estadística (p-valor) obtenido con el criterio de Monte Carlo, mismos que se indican en la tabla 4.31. Este resumen de resultados (de coeficientes mínimo y máximo, la mediana, cuartil inferior y el superior) que ofrece GWR, es debido a la magnitud del listado de las observaciones espaciales que se procesan para una zona de estudio cualquiera; en este caso para la ciudad de Hermosillo se tiene un proceso para 500 observaciones (Agebs). Sin embargo, en este mismo procesamiento estadístico los resultados finales para todas las observaciones se graban automáticamente en el archivo de salida de resultados que genera el software utilizado en este caso GWR3.0.

Tabla 4.31 Coeficientes (β) obtenidos con GWR

Etiqueta	Mínimum	Cuartil Inferior	Mediana	Cuartil Superior	Máximum	p-valor***
Intercept	- 12.394	- 0.597	0.451	1.859	3.744	0.00000
LnPobMas	- 0.014	1.118	1.515	2.014	3.571	0.00000
LnP15Pin	- 1.714	- 0.738	- 0.518	- 0.269	1.030	0.00000
Dens_Viv	- 0.121	- 0.056	- 0.022	- 0.015	0.161	0.00000

*** p < 0.001

Puede constatar, que los valores del p-valor son estadísticamente significativos en todas las variables, revelando que el modelo en su conjunto es no estacionario (tienen efecto espacial), ya que todas las variables así lo indican con su nivel de significancia. Esto confirma la presencia de efectos espaciales en las variables del modelo GWR. Puede verse que los resultados de los coeficientes mostrados en la tabla señalan variación espacial prácticamente en todas las variables. Por ejemplo, PobMas varía desde -0.014 hasta un valor máximo de 3.57 en alguna observación.

Así entonces, el archivo general de resultados de tales coeficientes ofrecidos por GWR se transfiere al sistema ArcGis9.x para realizar un mapeo de los parámetros estadísticos que

en primera instancia es el coeficiente R^2 ajustado local y de los residuos estandarizados, a fin de evaluar la consistencia del modelo. La figura 4.26 ilustra la variación espacial del coeficiente de R^2 GWR para unidad geográfica Ageb, donde R^2 varía de 0.34 a 0.87, con una media de 0.71, indicando que el modelo tiene un mejor desempeño al poniente, sur-poniente y oriente de la ciudad. En esos tres sectores de la ciudad los niveles de consumo de agua doméstica pueden ser mejor explicados por las variables independientes.

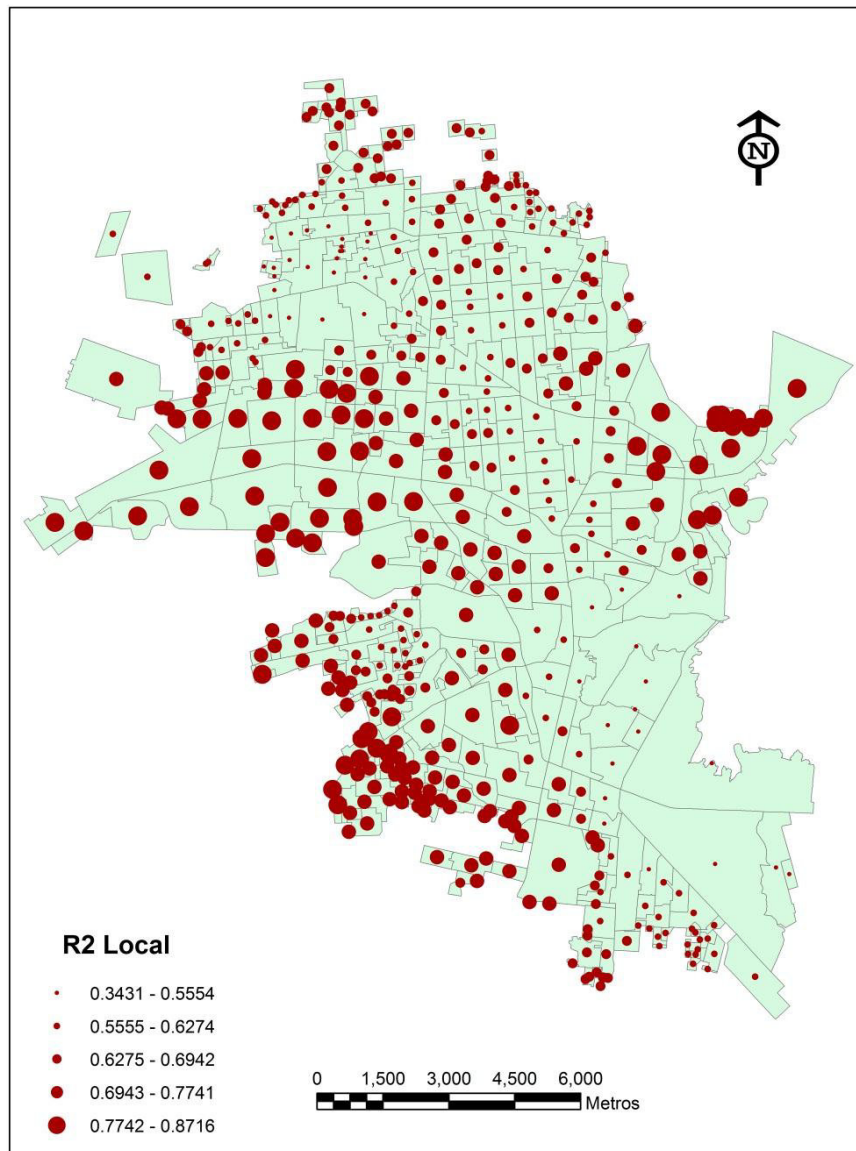


Fig. 4.26 Distribución espacial de R^2 local en el modelo GWR
Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, a presentar el mapa de los residuales estandarizados de GWR se observan las predicciones o valores más altos y más bajos, en cuyo comportamiento espacial no deben estar agrupados, es decir, no deben estar autocorrelacionados. La figura 4.27 indica que más bien se presenta una tendencia aleatoria de tales residuos, existe dispersión entre sus valores, lo cual certifica que el modelo GWR cumple adecuadamente este requisito.

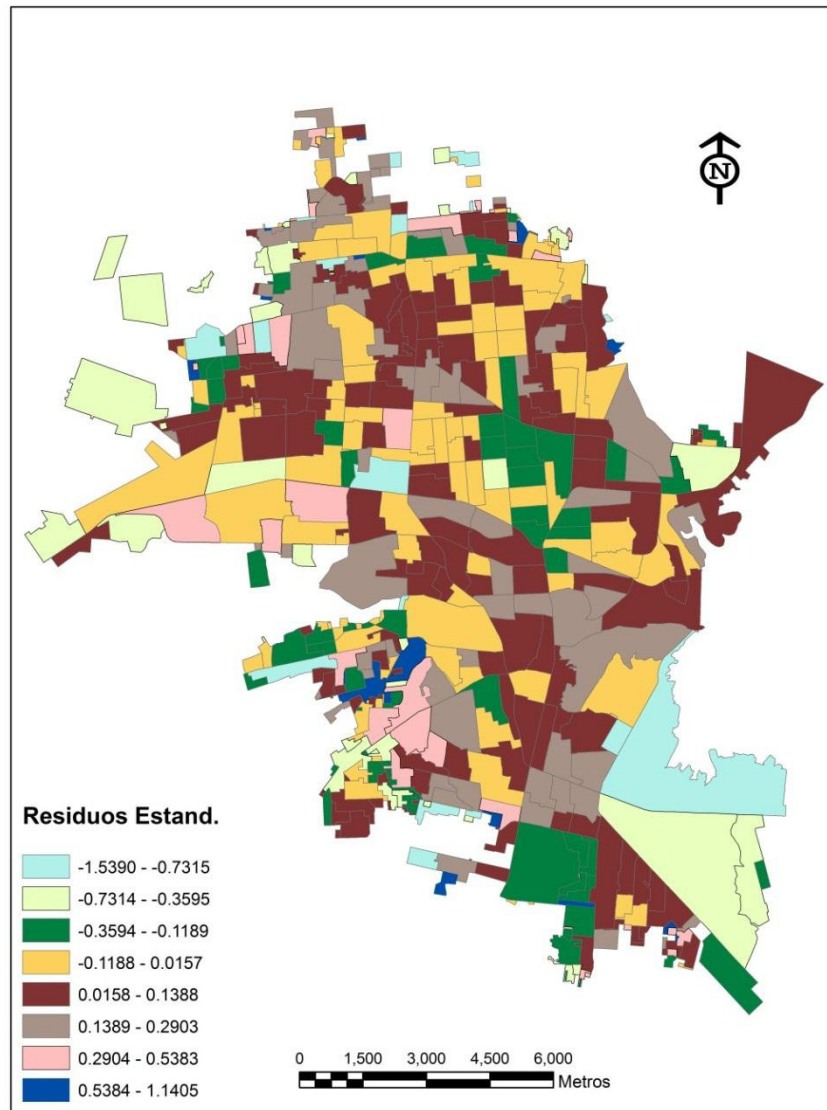


Fig. 4.27 Residuales estandarizados del modelo GWR
Fuente: Elaboración propia

4.7 Resumen del capítulo

El cuarto capítulo de esta investigación se enfocó a la construcción de modelos que expliquen el consumo de agua. En principio, se detalla la aplicación de una encuesta a través de una muestra probabilística a nivel de vivienda. Se describe la recolección de datos, captura y su análisis estadístico (descriptivos, correlación y regresión múltiple).

Se determinó el modelo y las variables explicativas para el consumo de agua en este apartado con el uso de datos primarios, que resultan en el proceso. En una segunda fase, se recolectan datos secundarios para buscar un segundo modelo, para esto se consultan la fuente INEGI y el organismo operador AGUAH.

Se hace una aportación específica para la integración de los datos de consumo a nivel Agebs, a través de una integración y transferencia desde las colonias. Definido el consumo a nivel Agebs, se aplica la regresión lineal múltiple para obtener los factores determinantes que inciden en el consumo de agua.

Se determina la autocorrelación espacial del consumo de agua, y se obtuvieron los patrones espaciales, identificando cluster de consumo alto-alto, y también cluster de consumos bajo-bajo, ambos son estadísticamente significativos.

De manera final, se determina el modelo del consumo de agua mediante la aplicación de la regresión geográficamente ponderada (GWR) utilizando las mismas variables del segundo modelo empleadas en la regresión múltiple, con OLS, y se comparan sus resultados, distinguiéndose mayor aplicabilidad y soporte en el resultado de GWR.

Para el modelo de GWR se obtuvieron los mapas que identifican la variación espacial de las variables, así como la variación del coeficiente R^2 local encada una de las unidades geográficas (Agebs), identificando con ello los sectores en donde tiene mayor presencia el modelo obtenido.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Este capítulo se enfoca a presentar de manera resumida y crítica los resultados destacados con sus discusiones, para lograr generar criterios que determinan el modelo del consumo de agua que represente a la ciudad de Hermosillo. Se analizan las distintas vertientes del crecimiento urbano y se hace una discusión de la problemática existente.

Se formaliza la explicación de cada uno de los modelos obtenidos diferenciando su origen, desde el crecimiento urbano y suministro de agua, regresión múltiple, autocorrelación espacial, y así hasta GWR. Se comparan los resultados principales del modelo OLS y GWR destacando el beneficio en la regresión geográficamente ponderada. Se presentan los mapas que explican y detallan el proceso tanto del crecimiento urbano como del análisis estadístico. Se agrega un subtema referente a la vinculación con la política pública, y se establecen las bases para la línea de conclusiones del siguiente capítulo.

5.1 Del Modelo Urbano al Sistema de Abasto de Agua

El crecimiento demográfico, el modelo del crecimiento urbano y la presencia de una sequía prolongada en la región de la cuenca del río Sonora han generado mayor requerimiento de agua potable para el abasto a Hermosillo. El boom del crecimiento demográfico desde las décadas 70-80 y 80-90 generaron la demanda del crecimiento agresivo e intenso en la urbanización desde la década de los 80s. En las últimas dos décadas el crecimiento poblacional fue explosivo, puesto que en 2010 crece 76% más respecto al del año 1990. El crecimiento demográfico desde los 70s en Hermosillo superó a la ciudad de México, pues datos de Aguilar (2008) señalan un 5% y porcentajes menores para la capital del País.

Hermosillo con 715,061 habitantes al año 2010, representa el 27% de la población del Estado de Sonora que posee 2,662,480 habitantes. En una proyección al año 2020 se espera que Hermosillo tenga aproximadamente 900,000 habitantes

La base piramidal de la estructura de la población en la zona urbana indica que Hermosillo está soportado por una población de niños 0-9 años (131,048 hab) y adolescentes/jóvenes 10-24 años (198,087 hab), acumulando hasta los 24 años de edad una población de

329,136 habitantes, que representan el 46.03% en la ciudad predominando con el 51% el género masculino en esa base piramidal. Mientras que la población de adultos (25-59 años) asciende a 297,160 habitantes. Por lo que, es evidente que Hermosillo es una ciudad soportada demográficamente por una estructura de adolescentes y jóvenes.

El Estado de Sonora tiene signos de alto crecimiento en el porcentaje de sus localidades consideradas como urbanas, puesto que del año 2000 al 2010 pasó del 79% al 86% (comunidades mayores de 2,500 hab). En ese contexto, Hermosillo durante ese periodo creció de manera acelerada en urbanización pasando de 13,991 hectáreas de superficie urbana para tomar un valor en el año 2010 de 16,500 hectáreas (fig. 5.1).

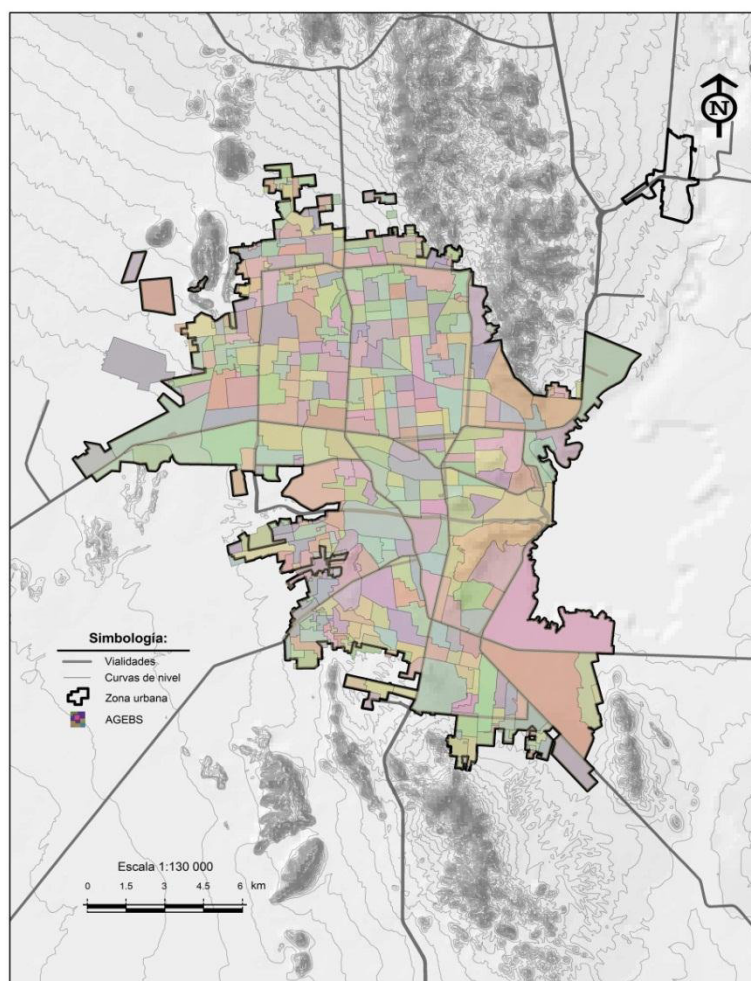


Fig. 5.1 Superficie urbana con Agebs, año 2010
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

La figura anterior ilustra la extensión territorial de la superficie urbana de la ciudad en donde se aprecia una tendencia marcada del crecimiento urbano hacia el poniente. Pero distinguiéndose de manera preferente hacia el norponiente y norte en sectores dispersos, siendo estas dos últimas zonas con alto nivel topográfico, sobre todo la extensión norte donde en los desarrollos habitacionales recientes predominan elevaciones entre 270 y 280 msnm vs las elevaciones más bajas del sector poniente entre 160 y 170 msnm, existiendo prácticamente 100 metros de diferencia de altura entre estos dos sectores.

Poseer una vivienda en sectores topográficos altos de la ciudad es posible que sea más atractivo puesto que puede existir menos contaminación del medio ambiente urbano central bajo (smog, ruido, polvo, calor). Sin embargo, los sectores topográficos altos y lejanos requieren una mayor inversión económica desde el inicio y desarrollo de la vivienda hasta la introducción de los servicios básicos que otorgan las instituciones responsables de ello (suministro de energía, agua, recolección de residuos, transporte, áreas de salud, deporte y educación), así como áreas de convivencia familiar como lo es parques y jardines, entre otros centros de distracción que son importantes para los habitantes de una comunidad.

En este orden de discusión, el crecimiento en la construcción de viviendas se incrementó en promedio 6,366 viviendas/año en el periodo 2000-2010. Derivado de ello, el tamaño promedio del hogar para el año 2010 obtenido con la información censal de INEGI arroja un valor de 3.63 habitantes por vivienda.

De acuerdo a una parte de la información levantada en campo por el autor durante el periodo septiembre-octubre de 2012, se obtuvo que en promedio el tamaño del hogar es de 3.6 hab/viv, cantidad que coincide con el valor censal revelando que este indicador sociodemográfico prácticamente estuvo sin movimiento, al menos durante esos dos años.

En la distribución espacial del número de viviendas por unidad de área en Hermosillo para el año 2010 (fig. 3.7 capítulo 3) el territorio aparentemente con mayor concentración de vivienda es en la zona norte central de la ciudad, mostrando valores de 2,300 a 3,800 viv/km² (23-30 viv/ha). El máximo rango en la densidad de vivienda se presenta en los sectores de la periferia de la ciudad de más reciente construcción.

Ahora bien, al dividir transversalmente a la ciudad con un Eje que la corte en dos zonas para visualizar la concentración de la población en dos territorios, tendríamos dos amplios sectores: zona norte y zona sur, fragmentadas en la dirección poniente-oriente por el Eje vial García Morales--Luis Encinas (cuyo Eje es conocido tradicionalmente que secciona a la ciudad en dos), obteniendo una población casi similar para el año 2005 y el 2010 zona norte y sur respectivamente (figuras 3.10 y 5.2).

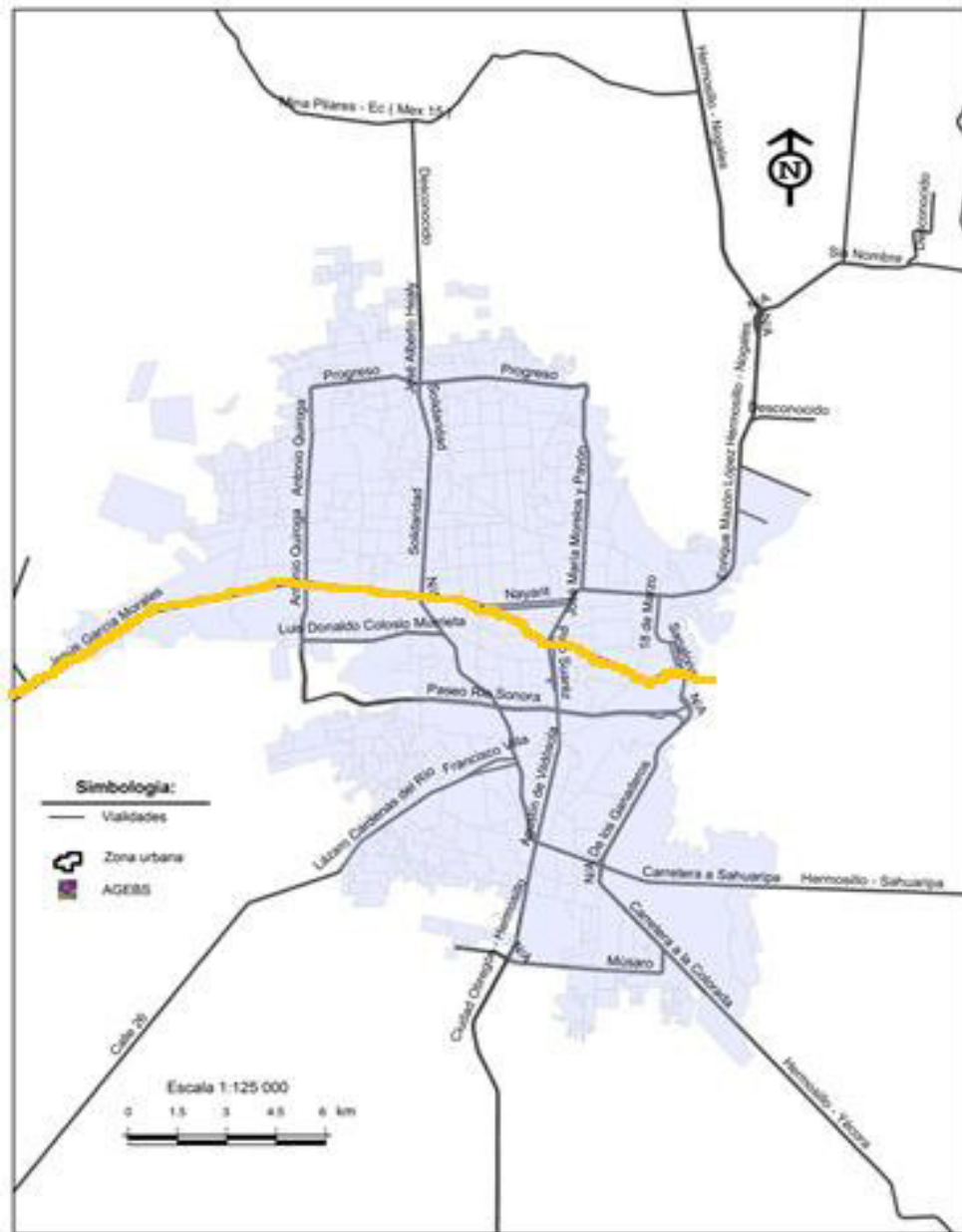


Fig. 5.2 Superficie urbana de Hermosillo indicando zona norte y sur Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

De ahí que, la población norte en el año 2010 representa el 50.9%, mientras en la zona sur equivale al 49.1 % del total en ese año. En tanto que para el año 2005 los valores fueron similares 50.8% y 49.2%, norte y sur respectivamente.

Así entonces, de la población total de 715,061 habitantes en el año 2010, distribuida en dos grandes zona, se tiene que la zona norte concentra 364,044 habitantes, y la zona sur mantiene una población de 351,017 habitantes, de manera que es poca la diferencia entre ambas zonas, casi estarían en equilibrio demográfico-territorial.

Esta segmentación territorial y demográfica en Hermosillo ha existido a lo largo de más de dos siglos, puesto que desde sus orígenes en el año de 1783, los primeros pobladores iniciaron la concentración de habitantes en dos áreas: zona norte y zona sur (fig. 3.1). La causa inicial y principal histórica de esta división territorial-demográfica ha sido la presencia del cauce del río Sonora. Este fenómeno podría denominarse como la *huella hidráulica* que ha influido históricamente en el modelo del crecimiento Hermosillo.

Ahora bien, el concepto de densidad de población (habitantes por unidad de área) permite conocer y visualizar a mayor detalle la concentración y distribución territorial de los habitantes en la ciudad, favoreciendo el conocimiento de la distribución espacial en sectores geográficos más específicos que lo indicado anteriormente.

Según Herce y Magrinyá (2005) declaran que la densidad de población es una variable que ayuda a discriminar y comparar la forma en que se ocupa un territorio y su distribución por sectores, también lo es, el empleo y el ingreso per cápita. Por lo que, permite entender el fenómeno del crecimiento urbano. Por su parte (AL21, 2009) hablan de urbanismo ecológico como modelo urbano más sostenible, señalan que el modelo de ocupación del territorio, se configura como un modelo de ocupación compacta con el fin de reducir el consumo de suelo y de buscar la máxima eficiencia en el uso de los recursos naturales y disminuir, así, la presión de los sistemas urbanos sobre los sistemas de apoyo. Al respecto, Xuan, N. et al (2002), opina que la ciudad compacta tiene dos atributos: física y funcional. La compacidad física se refiere a la configuración espacial del desarrollo territorial dentro de la ciudad, la compacidad funcional a la densidad y combinación de la actividad diaria.

En este sentido se determinó el mapeo para el año 2005 y 2010 de la densidad de población observándose cierta similitud en ambos años. De ahí que la distribución espacial de la población en el año 2010, coincide prácticamente con la vivienda en su distribución geográfica para la mayoría de las unidades espaciales (Agebs) en ese periodo.

Por lo que, al superponer el mapa de la densidad de población sobre el mapa de densidad de vivienda se corrobora tal aseveración. La zona norte central de la ciudad presenta un amplio territorio con densidades de nivel intermedio, cuyos valores oscilan entre 7,400 a 11,900 habitantes/km² (equivale a 74-119 habitantes/ha). Estos sectores están rodeados de sectores de baja densidad. Identificándose también isletas que presentan altos valores de población por unidad de área de 12,000 a 21,600 hab/km² (120 – 216 hab/ha) en distintos puntos de la periferia.

En el caso del resultado de la densidad de vivienda, la figura 3.7 indica que el mayor territorio es ocupado con bajos valores de este parámetro en donde la mayor parte corresponden a zonas industriales, comerciales, deportivas; y algunos sectores noreste a zonas residenciales de alta plusvalía, y los sectores norponiente y sur poniente en tipos de vivienda popular y algunas “invasiones”. Los valores medio-alto se localizan en la zona norte central con rangos de 23-38 vivienda/ha. Mientras que el más alto (39-72 viv/ha) se localiza en tres sectores periféricos: periferia norte, poniente y sur de la ciudad.

Ahora bien, con el propósito de conseguir que un tejido urbano alcance cierta tensión organizativa, es necesario que resida y se atraiga una cantidad suficiente de población que le proporcione vida. Un rango de densidad de población equilibrado se mueve entre el rango 220-350 habitantes/ha, lo que se traduce en un número de viviendas más o menos variable en función de la ocupación media que contemple la ciudad. Para densidades de población superiores a dicho rango, se considera que ocasiona problemas de congestión y supone un costo para la población en términos de espacio público y de servicios; mientras que los casos de menor densidad (tejidos dispersos) generan problemas de aislamiento y conlleva un mayor consumo de recursos (AL21, 2011). La densidad es una tipología crítica en la determinación de las formas urbanas sostenibles (Jabareen, 2006).

Para el caso de la densidad de vivienda, (AL21, 2011) manifiesta que los valores recomendados para este indicador es: $80 \text{ viv/ha} \leq \text{densidad} \leq 100 \text{ vivienda/ha}$, proponen valores superiores a 100 viv/ha para desarrollos urbanos consolidados.

Por otro lado, los rangos de densidad que resultan son mayores que la densidad de población bruta general determinada con la población total y la superficie urbana correspondiente al año 2010, misma que resulta de 43.34 habitantes /ha. Mientras que para la densidad de vivienda bruta en la ciudad, el resultado es de 14.85 viviendas/ha.

Considerando los rangos establecidos de exigencia en una ciudad compacta, organizada, eficiente y ecológica identificada en un nuevo urbanismo, y los resultados mostrados de los indicadores de calidad: densidad de población y densidad de vivienda, pueden compararse frente a frente con el propósito de situar el caso Hermosillo.

Así entonces, para el indicador densidad de vivienda se observa que sólo en uno de los rangos obtenidos (39-72 viv/ha el máximo en la periferia) se aproxima al valor mínimo sugerido de 80 viviendas/ha para el caso ideal. Por lo que, este valor máximo para Hermosillo, puede ser una referencia para los futuros desarrollos habitacionales.

Respecto del indicador densidad de población, el rango máximo resultante para Hermosillo de 120-216 habitantes/ha también en los sectores periféricos de la ciudad, se aproximan al caso ideal (sustentable) sugerido de 220-350 habitantes/ha. Por lo que, es posible considerarlo tolerable para su promoción. Así entonces, dichos resultados que se consideran tolerables pueden ser la base para dictar una política pública en ese sentido. Sin embargo, el crecimiento urbano de una localidad depende de muchos factores, de los cuales dos de ellos son de gran importancia: el factor económico y el educativo.

Las causas del crecimiento urbano son complejas y las diferentes experiencias de su constitución apuntan a una gran variedad de ellas; la ciudad no es solamente un fenómeno económico, sino que entre otras causas se encuentran múltiples factores sociales, culturales, de distribución de poder y gestión Herce y Magrinyá (2005). No obstante ello, el desarrollo, ampliación y mejoramiento de la red vial en las zonas urbanas genera una comodidad relativa en el desplazamiento de las personas y vehículos por la ciudad, los tiempos de traslado aparentemente disminuyen. Este es un factor infraestructural que

promueve directa o indirectamente el crecimiento urbano que tiene el riesgo de quedar fuera de control. Hermosillo ha recibido estos desarrollos de infraestructura vial, y eso ha sido una causa importante en su crecimiento urbano. Sin embargo, puede ser pertinente y efectivo si este factor e indicador se planea con el propósito de promover otro esquema de desarrollos habitacionales, que tiendan a compactar la propia zona urbana, limitando su extensión territorial soportada en una política de crecimiento urbano.

En la planificación vial de la última década en la ciudad de Hermosillo, se ha desarrollado infraestructura nueva en la vialidad urbana, viéndose beneficiados el sector norponiente y norte de la ciudad. Más recientemente, en el año 2009, se liberó un nuevo tramo (eje vial) que prolonga hacia el norte el Blvd. Morelos conectándose con la vialidad Mina Pilares y con la carretera Hermosillo-Nogales (fig. 5.3). En dicho sector prolongado a partir del año 2011 ya se observa nuevos desarrollos residenciales. Sumándose en ese mismo sector la promoción de un nuevo parque industrial, anunciado con el “banderazo” de colocación de la primera piedra por parte del Gobernador de Sonora, haciendo énfasis en el discurso:

...“ En el corto plazo ustedes estarán viendo aquí la instalación de muchas empresas y también mucha vivienda, el Parque Industrial Hermosillo”.. (Per. Expreso, 28 agosto 2013).

Tal declaración y promoción del desarrollo habitacional está siguiendo el esquema tradicional de buscar sectores habitacionales cada vez más alejados del centro urbano, sin considerar los sectores ya urbanizados. En este sentido, según información de catastro municipal recolectada por Jiménez (2013), Hermosillo presenta un total de 17,964 lotes desocupados tomando en cuenta aquellos predios con una condición actual de “uso de suelo baldío” y con una superficie menor o igual a 1000 m² susceptible para casa habitación, sumando los tipos con clasificación de uso en interés social, habitacional media, habitacional popular y habitacional residencial.

En ese contexto, a partir del año 2013 en curso, se han presentado declaraciones formales por parte del gobierno federal en torno al crecimiento descontrolado que han tenido las zonas urbanas en el país. Una de las premisas del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 referente al crecimiento urbano, señala el tránsito hacia un modelo de desarrollo urbano sustentable e inteligente. Declaran que los créditos y subsidios del gobierno federal serán

reorientados al crecimiento urbano ordenado. Es decir, dicha estrategia pretende frenar la expansión descontrolada de las manchas urbanas, expone que se promoverá un crecimiento vertical, buscando una redensificación (Infonavit, 2013). Serán pasos lentos, pues las reglas de operación saldrán en el año 2014 y habrá dos años de transición –todo igual– buscando alinear los objetivos con los organismos desarrolladores públicos y privados.

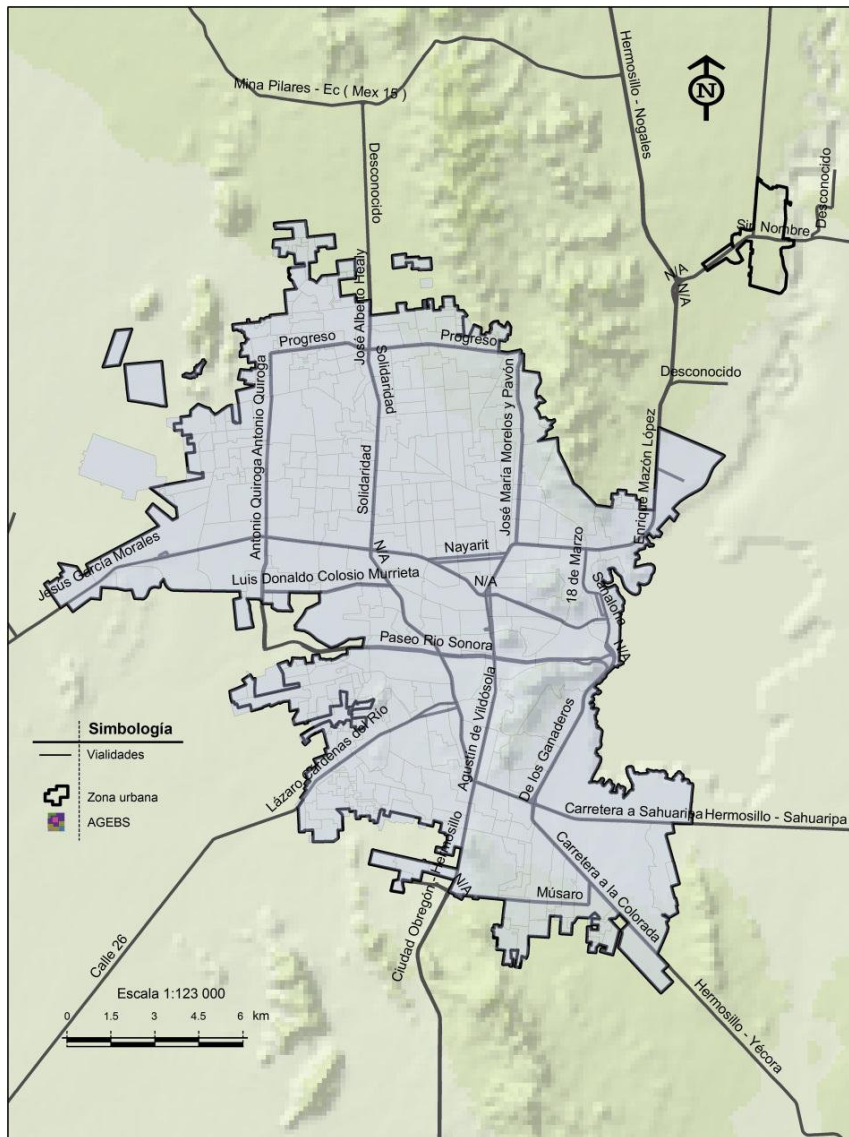


Fig. 5.3 Desarrollo de vialidades en Hermosillo
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

El intenso y extenso crecimiento urbano de Hermosillo, su explosivo crecimiento demográfico y la prolongada sequía derivada del cambio climático en la región, han sido las piezas fundamentales del déficit del agua en el servicio doméstico (consumo social).

La zona de estudio localizada en la parte baja de la cuenca del río Sonora no ha disfrutado de la garantía de un suministro de agua confiable y seguro a nivel de vivienda, ello en virtud de las razones expuestas en el párrafo anterior, además de que por un lado, se ha dirigido la energía humana y económica hacia la operación del sistema de abasto y en la búsqueda de más y mayores captaciones de agua superficial y subterránea; y por el otro, debido a la distracción y falta de acuerdos provocada por la controversia política prevaleciente durante una década entre las distintas entidades responsables de los tres niveles de gobierno (municipal, estatal y federal).

Las dos presas ubicadas en la cuenca del río Sonora, y las tres localizadas en la cuenca vecina (del río Yaqui) poseen capacidades muy dispares (fig. 2.8, 3.14 y tabla 5.1), mismas que conviene visualizarlas para constatar la situación climática predominante. La columna que indica el volumen de agua es al día 10 de septiembre de 2013.

Tabla 5.1 Presas de los ríos Sonora y Yaqui

Presa	Río	Capacidad máxima extraordinaria (Millones M³)	Volumen de agua almacenada (Millones M³ y en %) El 10 de sept. 2013
Rodolfo Félix V. “El Molinito”	Sonora	233	14.5 (11%)
Abelardo Rodríguez ALR	Sonora	284	6.2 (3%)
Lázaro Cárdenas “La Angostura”	Yaqui	1116	652 (93%)
Plutarco Elías C. “El Novillo”	Yaqui	3443	2337 (81%)
Álvaro Obregón “El Oviachic”	Yaqui	4200	1846 (62%)

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA

Los porcentajes de almacenamiento de agua en las presas del río Sonora y del Yaqui normalmente se sostienen cada año con valores alrededor del número indicado en la tabla anterior. Las dos fuentes de agua superficial (Presa El Molinito y ALR) relacionadas con el abasto a la ciudad de Hermosillo no favorecen una garantía en el abastecimiento y, cada año se tiene la incertidumbre sobre tales condiciones. Lo mismo está sucediendo con las distintas fuentes de agua subterránea que se han incrementado en número y en distancia desde los últimos 20 años.

La ausencia de precipitaciones significativas en la cuenca del río Sonora, genera una carencia en el escurrimiento de agua en tal río; y en consecuencia no se produce almacenamiento de agua suficiente en la presas correspondientes, y por defecto no hay infiltración suficiente que genere una recarga de agua en los mantos acuíferos que alimentan este tipo de fuente de agua. Por la misma razón, tampoco es posible aplicar estrategias para promover la captación de agua de lluvia en la zona urbana de Hermosillo.

Ante esta complejidad en el sistema de abasto, la toma de decisiones en las labores de gestión del agua ha estado rodeada de controversias y ausencia de acuerdos, así como de escasez natural de agua en la cuenca, y la falta de reordenamiento urbano. En esta disyuntiva se sigue favoreciendo la inyección de más líquido al sistema de distribución de agua en la ciudad. La decisión de producir más agua para el suministro a los usuarios de este vital líquido siempre va más adelante que las decisiones de equilibrio ecológico que protegen los recursos hídricos actuales y de futuro - decisiones de carácter sustentable -

La autoridad gubernamental en el Estado de Sonora decidió en el año 2009 que la solución es llevar más agua a la ciudad de Hermosillo, en esa operación dirigida se creó el proyecto y se construyó la obra en el periodo 2010-2012 con inversión de 330 millones de dólares en el año 2010. Pero su funcionamiento pleno ha sido condicionado por la Suprema Corte de Justicia de la Nación para que se revise nuevamente el estudio de impacto ambiental, y que en esa revisión normativa se considere la opinión de los integrantes de la tribu Yaqui, quienes desde su inicio mostraron negativa a dicho proyecto denominado “Acueducto Independencia”, el cual está funcionando parcialmente desde la primavera del año 2013.

Ahora bien, al considerar el volumen de agua producido para Hermosillo en las fuentes de agua que estuvieron limitadas en su capacidad en los años 2005 y 2010, tomando en cuenta la población, el consumo comercial más industrial (10% en esos años), y el porcentaje estimado de las pérdidas de agua presentes en el sistema de distribución (40%), se genera la tabla 5.2 con las dotaciones de agua en el nivel doméstico transferido a litros.

Tabla 5.2 Dotación de agua doméstica

Año	Volumen (M3)		Población (hab)	Dotación A (Lts/hab/día)	Dotación B (Lts/hab/día)
	Producido	Efectivo			
2005	62,335,000	30,934,000	641,791	240.5	132
2010	87,100,000	42,260,000	715,061	295.4	161

A: Dotación inflada, del volumen producido restando sólo el comercial e industrial

B: Es restando a la producción el consumo comercial-industrial, y pérdidas de agua en la red.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI y AGUAH

La dotación es la cantidad de agua diaria que se oferta (agua entregada) al usuario para el cumplimiento de sus necesidades diarias, puede consumirse en su totalidad o no. Cuando no se consume por un usuario en un hogar otros la consumen, o bien se queda almacenada temporalmente en algunos de los 31 tanques de regularización que dispone el sistema, o en la propia la red de tuberías del servicio urbano, e incluso salvo excepciones, en los depósitos internos que tienen algunas viviendas.

Se observa que el volumen de agua producido en 2010 es 40% superior al del año 2005, de ahí que la dotación per cápita resultante fue mayor en 2010 a pesar de que en éste último año existen más habitantes que abastecer. Esto certifica la hipótesis teórica de que a mayor cantidad de agua entregada al sistema, mayor es el consumo por parte de los usuarios en general. Evidentemente que la dotación de agua señalada en la tabla 5.2 no es consumo directo, pero en términos prácticos es una forma de considerarlo así, ya que el agua ofertada es entregada y ya no regresa por ningún medio a las fuentes, de manera que: se consume, se almacena o se desperdicia. Por otro lado, al retomar el tamaño del hogar ya visto antes y la dotación de agua descrita arriba, se prepara la relación de tamaño hogar y dotación de agua (tabla 5.3), en la cual también se demuestra que a menor tamaño del hogar el consumo de agua per cápita se incrementa.

Tabla 5.3 Relación tamaño del hogar-dotación

Año	Tamaño del hogar (hab)	Dotación (Lts/hab/día)
2005	3.8	213
2010	3.6	267

Fuente: Elaboración propia

La ocupación del hogar (número de personas que viven en un hogar) influye directamente sobre el consumo de agua per cápita. Aunque un aumento en el número de habitantes por vivienda incrementa el consumo total de agua doméstica; en general el consumo de agua disminuye con el incremento del tamaño del hogar (Ali; Butler et al 2006).

Referente a la producción de agua, el acueducto Independencia se ha dicho que incrementará la oferta de agua, pues conducirá en su máxima capacidad 75 millones de metros cúbicos por año desde la Presa El Novillo a la Ciudad de Hermosillo (en una longitud de 150 km). Esto exigirá necesariamente que las fuentes de agua vigentes tengan que suspender la aportación que hacen al sistema de abasto.

Así entonces, durante el año 2010 el organismo AGUAH como un consumidor energético, generó un consumo total por arriba de 78 millones de kilowatts/hora (kwh) en los rubros de abastecimiento de agua, alcantarillado, y saneamiento, de los cuales el 98.5 % es la energía utilizada en el suministro de agua a Hermosillo, generando una erogación por año de 9 millones de dólares.

De ahí que, en la medida en que las zonas de captación de agua se localicen más distantes de la ciudad, mayor será el consumo de energía eléctrica empleada en el sistema de abastecimiento de agua, y en consecuencia se tendrán costos más elevados por el recurso eléctrico. Prever una disminución en el consumo de energía; implica disminuir la oferta de agua, o en su caso, lograr ahorros importantes de agua en la propia distribución de la red de tuberías, o en las fuentes de agua. Cualquier ahorro que se genere por este concepto sin descuidar el servicio de agua equitativo al usuario, se traducirá en indicadores en la ruta de gestión de la demanda y sustentabilidad.

De acuerdo a declaraciones recientes (UNESCO 2009) exponen ciertos signos de progreso en áreas urbanas en regiones de Europa. La aplicación de medidas de gestión de la

demanda no ha sido uniforme en todas las regiones, pero el interés en la mejora de la eficiencia del uso del agua está creciendo en muchos países. Singapur ha reducido la demanda urbana de agua doméstica de 176 litros por persona día en 1994 a 157 litros en el 2007 como resultado del gasto público adicional y específico para la mejora de la gestión de la demanda. En 2008 Sydney Water en Australia comenzó a ofrecer viviendas en la zona del Parque Hoxton con dos fuentes de agua - agua reciclada y agua potable (redes de suministro dual). El agua reciclada que se va a utilizar para los jardines y otras necesidades al aire libre, el inodoro y, potencialmente, como agua fría en lavadoras y para ciertos fines no residenciales. Los grifos de agua reciclada, tuberías y cañerías son de color púrpura para distinguir el agua reciclada del agua potable.

Por otra parte, la cobertura de medición del agua consumida en los hogares de Hermosillo es baja de acuerdo a la información analizada, pues del total de conexiones (tomas de agua) en el sector doméstico para el año 2007 apenas el 58% tuvo medidor, y en el 2010 insuficientemente llegó al 65% de medidores instalados respecto a su total, la fig. 5.4 ilustra esta relación en valor absoluto.

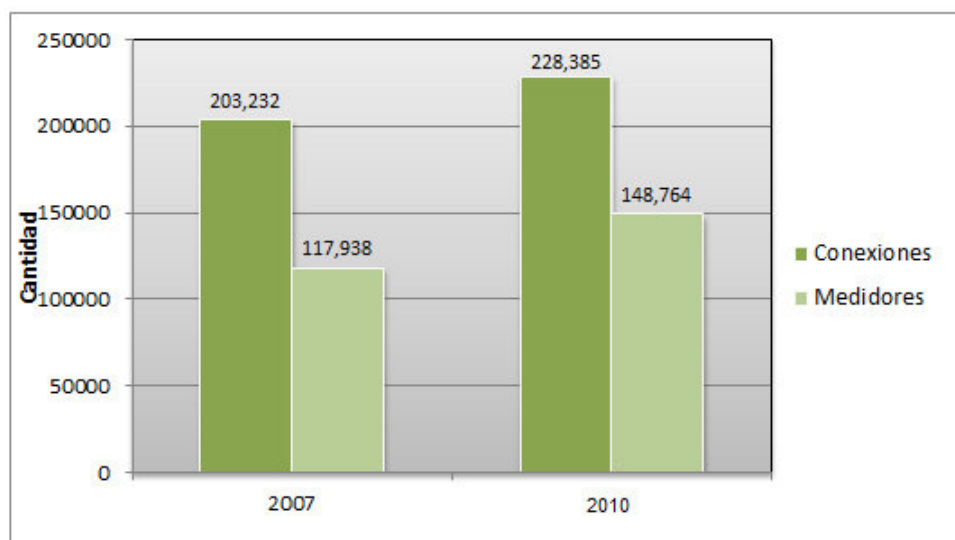


Fig. 5.4 Cobertura de medición del agua doméstica en Hermosillo
Fuente: Elaboración propia con datos de AGUAH

El bajo índice en la cobertura de medición del consumo de agua doméstica es un obstáculo en las medidas que tomen para la disminución de las dotaciones y pérdidas de agua.

Una ruta en la disminución de las dotaciones de agua (Lts/hab/día) es verificar de manera ininterrumpida el consumo general y la presión hidráulica en los puntos de control, mismos que se establecen de rigor en cada uno de los circuitos hidrométricos en la red. De manera que, al disminuir la presión se garantiza que disminuyen las dotaciones o consumos. Uno de los 115 sectores hidrométricos se ilustra en la fig. 5.5, distinguiendo en color rojo el área urbana de influencia del circuito triangular, cuya superficie es 176.2 hectáreas.

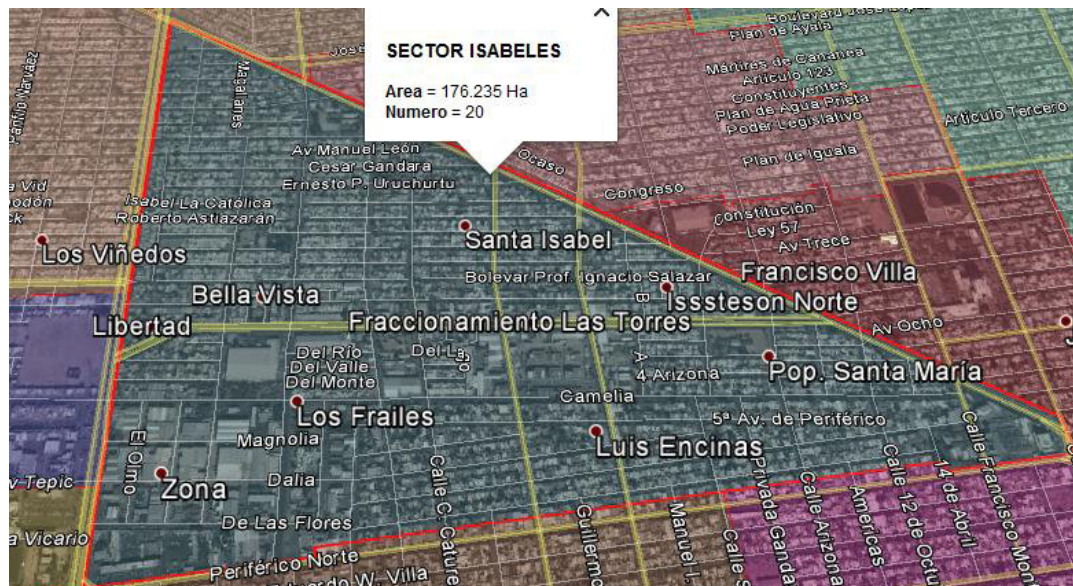


Fig. 5.5 Sector hidrométrico Las Isabeles
Fuente: AGUAH

Las presiones se controlan calibrando la(s) válvula(s) reductora(s) con la presión deseada y demandada por el funcionamiento hidráulico del circuito en cuestión. Para identificar la presión que demanda un determinado circuito debe preverse un análisis hidráulico del mismo considerando de manera particular la población de residencia en ese sector, y todas las características que se requieran para el análisis respectivo, considerando que la presión de llegada a los nodos internos (alimentaciones a las colonias o viviendas) de la red propia del circuito sea la especificada por normatividad.

La cobertura de medición es claro que debe ser del 100%, existen amplias ventajas y beneficios en las localidades urbanas que cumplen adecuadamente con este indicador. Actualmente el organismo AGUAH genera una factura en aquellos hogares que no tienen medidor, dicha factura la genera considerando en algunos sectores un promedio del

consumo de agua de los barrios o colonias vecinas al punto de interés. En otros casos, expide el recibo con un cobro subsidiado cuando se identifica el hogar con tarifa de tipo social (con subsidio).

La instalación de medidores en las viviendas puede conducir a mediano y largo plazo hacia una transición en la ruta de la sostenibilidad hídrica en el sistema de abasto; objetivo que debe ser común para todos los sectores relacionados con este proceso (autoridades responsables de la gestión, usuarios, investigadores, instituciones de crédito para infraestructura, entre otros).

En el mismo sentido de importancia, la ausencia de medidores en las viviendas dificulta la labor de investigación sobre la gestión del agua y el conocimiento veraz y permanente de los consumos del agua doméstica urbana; es como un obstáculo latente que impide el desarrollo de medidas de eficacia y eficiencia, y que desfavorece la toma de decisiones en el aparato gubernamental en las medidas de gestión que emprende.

De igual manera, la baja cobertura de medición del consumo de agua no permite crear programas de incentivos. Por ejemplo, Hermosillo no tiene un programa que promueva el ahorro a través de incentivos o puntos acumulados para futuros descuentos o reembolsos para los usuarios que arrancan o aplican sus propias medidas de conservación del agua, y que de alguna manera repercuten de manera positiva en un ahorro de agua en su vivienda.

En este contexto, el 77% de los usuarios encuestados en los hogares de Hermosillo considera que la razón por la que debe ahorrarse agua es porque el agua es un recurso limitado y valioso. Mientras que referente a los incrementos de la tarifa de agua, el 39% de los hogares encuestados respondió que debe ser sólo para los grandes consumidores, en tanto que el 28% de los hogares manifiesta que el incremento en la tarifa debe ser para todos pero con estímulos por ahorro del agua.

Tales declaraciones dejan abierta la posibilidad de ser partícipes en las medidas de eficiencia, conservación del agua, pero también el de optimización de recursos y preservación del medio ambiente.

5.2 De la Regresión Lineal Múltiple y Autocorrelación Espacial

5.2.1 Modelo de regresión con datos primarios.

Del análisis de datos para el estudio realizado en campo en 2012 con la aplicación de 400 encuestas en la zona urbana, se establece en principio las variables independientes que están asociadas con el consumo de agua doméstica, manteniendo una significancia $p < 0.05$ y algunas otras con $p < 0.01$ resultando finalmente un grupo de 21 variables.

De ahí que a través del análisis de regresión múltiple a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) resultó el modelo que explica el consumo de agua con un coeficiente de regresión R^2 ajustado de 20.4%, generando seis variables que explican el consumo de agua, el cual se representa esquemáticamente en la figura 5.6.

$$\text{LnY} = 2.720 + 0.256 \text{ Cistbomb} + 0.199 \text{ LNhabit} + 0.171 \text{ Matladr} \\ - 0.182 \text{ Cantag1} - 0.160 \text{ Crenta} - 0.142 \text{ Tandeo3}$$

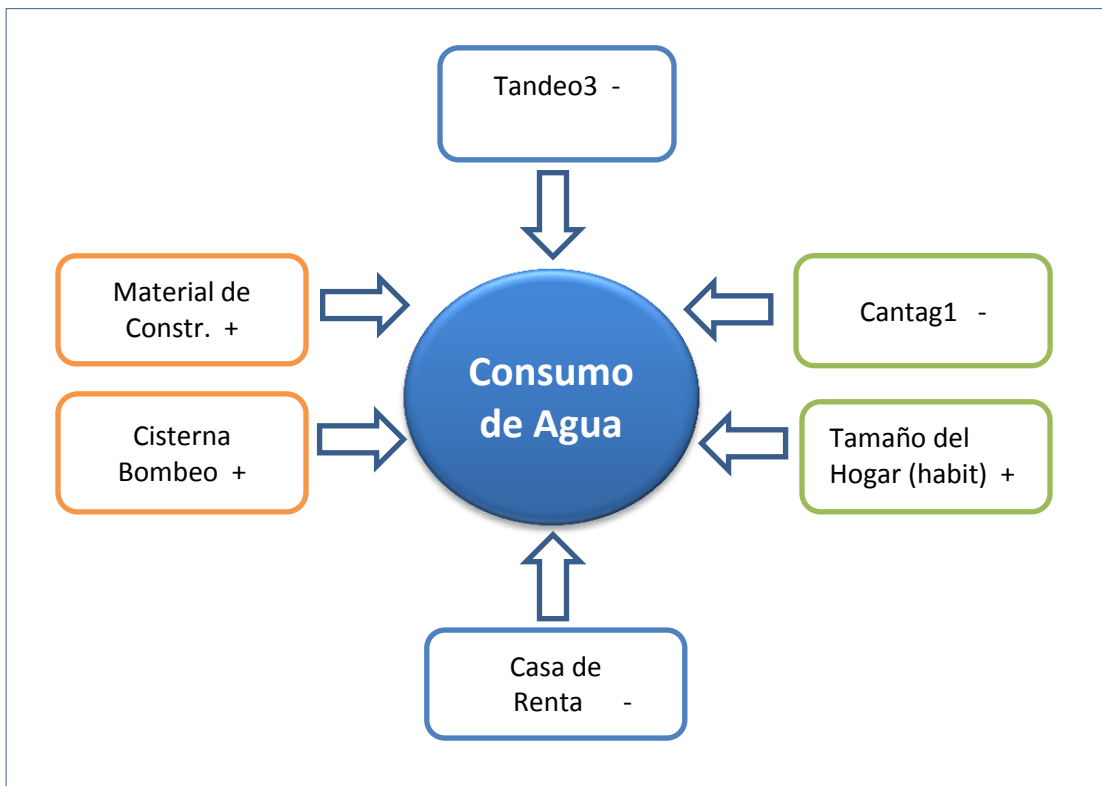


Fig. 5.6 Determinantes del consumo de agua doméstica en Hermosillo
Fuente: Elaboración propia utilizando datos primarios

Durante el proceso de análisis para determinar el presente modelo, se esperaba que una de las variables explicativas fuera el uso de equipos de ventilación evaporativos, ya que estos equipos utilizan continuamente agua para humedecer el panel de material flexible colocado en las cubiertas del mismo equipo y que permite enfriar el espacio habitacional. Este equipo de ventilación es muy utilizado en localidades de clima seco o muy seco como es el caso de la ciudad de Hermosillo. Sin embargo en el grupo de variables derivadas del análisis de correlación ya no tuvo ningún efecto esta variable en cuestión.

Lo mismo sucedió para el caso de las variables relacionadas con la superficie del tamaño del lote y del jardín o áreas verdes. En esta última, da la impresión de que los habitantes utilizan poca agua para riego, pues no se tienen áreas verdes de alta magnitud en superficie.

Ahora bien, del grupo de seis variables explicativas del modelo de la figura anterior, todas tienen una significancia estadística $p < 0.01$, con excepción de la variable Tandeo3 (afecta regularmente el tandeo) la cual es estadísticamente significativa pero al nivel de $p < 0.05$.

Los tres determinantes más significativos en cuanto al mayor peso relativo en el uso del agua doméstica, fueron las variables material de construcción la cual tiene el mayor peso relativo en valor absoluto (0.232), sigue en orden de importancia la variable relacionada con el cisterna bombeo (0.203), y en seguida la variable Cantidad de agua purificada de garrafón (-0.185); y con un peso relativo más bajo es la variable tandeo3 (-0.127).

Las variables explicativas: Cisterna bombeo, Material de construcción y cantidad de agua purificada, de alguna manera se asocian con el nivel económico de los hogares encuestados, sobre todo las primeras dos. Tales variables quedan integradas en el marco de los rubros socioeconómico y de características físicas de la vivienda.

La variable relacionada con el tandeo de agua (opción de afectación regularmente) se deriva del programa de racionalización del agua “agua por horas” implementado en Hermosillo por un periodo que se alargó por más de tres años consecutivos (2010, 2011 y 2012) y hasta la primavera del 2013.

5.2.2 Modelo con datos secundarios.

En esta segunda parte de verificación del modelo del consumo de agua, fue necesario utilizar datos secundarios que genera el INEGI derivado del censo poblacional 2010. La información recolectada es a nivel AGEB para la zona urbana de Hermosillo, lo cual permitió crear una base de datos con información socioeconómica.

De ahí se formó un grupo de 23 variables identificándose como variables independientes. Mientras que la variable dependiente es el consumo de agua doméstica para el año 2010. Del consumo de agua fue necesario realizar previamente una integración y transferencia de datos al nivel de AGEB utilizado para ello un sistema de información geográfica a través de ArcGis 9.3 logrando con esto unificar la información y crear la base de datos general.

El análisis estadístico de correlación permitió simplificar el grupo a ocho variables independientes, siendo estas las que se procesaron en el análisis estadístico multivariado realizado con SPSS18. El modelo que explica el consumo de agua es mostrado en seguida con la ecuación de regresión, y la fig. 5.7 ilustrando el esquema conceptual del modelo.

$$\text{LN Y} = 2.626 + 1.405 \text{ LnPobMas} - 0.520 \text{ LNP15Pin} - 0.033 \text{ Dens_Viv}$$

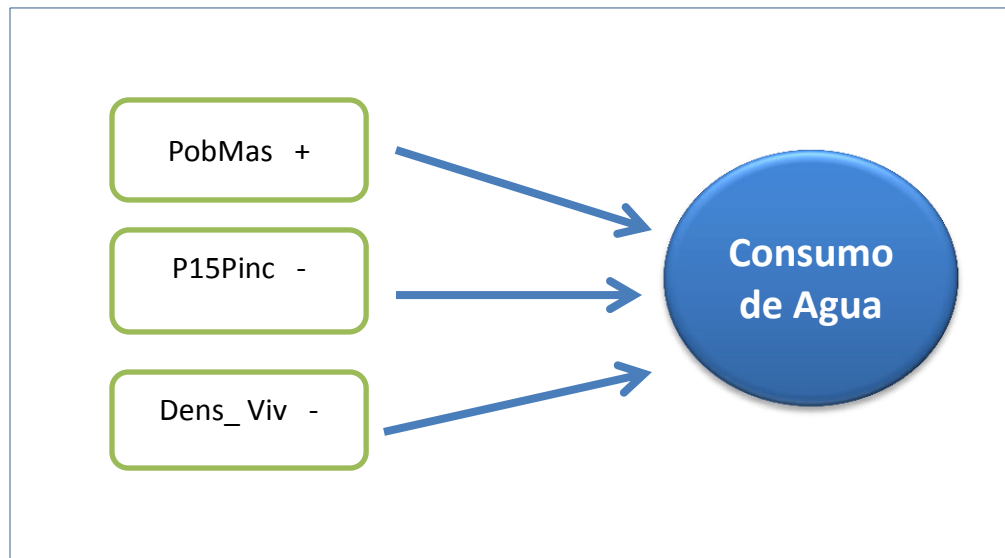


Fig. 5.7 Modelo de regresión del consumo de agua
Fuente: Elaboración propia utilizando datos secundarios

El mejor modelo que explica el consumo ofrece un coeficiente de regresión R^2 ajustado de 51.1% y son tres variables las que resultan en la explicación de la variabilidad del consumo de agua: Una variable toma en cuenta la forma urbana de la ciudad, y Dos variables consideran sectores de la población (población masculina, y la población mayor de 15 años con estudios de educación primaria incompleta).

Durante el análisis estadístico de regresión múltiple fue interesante ver como ciertas variables que parecían influir de manera importante no resultaron explicar el consumo. Una de las razones principales que promovió ese descarte de variables fue que generaban Colinealidad entre sí mismas, lo cual no es aceptable pues pierden peso y desequilibran el modelo provocando inestabilidad en el mismo. Por ejemplo, las variables de tipo económico VPH_Lav, VPH_Auto y VPH_Internet, generaban alto nivel de colinealidad pues el Índice de condición se disparaba tomando valores por arriba de 50 o más a pesar de que mostraban buen nivel del valor R^2 ajustado. Tratando de minimizar esta situación en ese caso, se decidió involucrar solamente una variable de ellas que representara el nivel económico pero el resultado final no favorecía el coeficiente mencionado de R^2 .

Algo similar se presentó con las variables que representan a la población, pues había también una inquietud de que pudieran explicar adecuadamente el modelo, me refiero a las variables de población relacionadas con la edad. Esto daba un gran interés al tratar de buscar algún hallazgo en una variable que mostrara que el consumo podría depender de la edad de la personas con las variables: Pob0_14, Pob15_64, Pob65_Mas, pero los resultados generaban también una exagerada Multicolinealidad y volcaban el modelo, lo cual tiene cierta lógica al ser variables que dependen de un mismo sector. Se alejó algunas variables dejando primero una, después otras sin lograr resolver esta inquietud. Algo similar se realizó con las variables relacionadas con la educación y la salud: GRAPROES, y PSINDER, pero se demostró que no influyen en el consumo de agua.

Finalmente sale un hallazgo muy importante: El consumo depende de la población total, pero en el interés por deducir cual sector es más influyente según el género, se separó la población total por género, llegando a identificar con poca diferencia pero lo es, fue la población masculina la que más influye en el consumo; significando esto que la población de género femenino es más ahorrativa en el uso del agua.

De manera que, en los resultados del modelo el determinante más significativo y con mayor peso relativo es la población total masculina PoblMas (0.910). Le sigue la variable P15Pin con un peso de -0.508, mientras que la variable Dens_Viv tiene un peso relativo de -0.335. Es distinguible que todas las variables son estadísticamente significativas, pues logran una significancia de $p < 0.001$ y valores de < 2.2 en el FIV.

5.2.3 Situación de Autocorrelación Espacial.

En el análisis exploratorio de datos espaciales (ESDA) fue posible determinar Cluster del consumo de agua, lo cual significa que se identificaron patrones espaciales del consumo en la zona urbana de Hermosillo. Dichos cluster permiten identificar el grupo de Agebs que están sujetos a esta situación de agrupamiento del consumo en pocos sectores geográficos.

El valor de I Moran global de 0.3242 señala que se está presentando una autocorrelación espacial positiva en la variable dependiente consumo de agua, con una significancia estadística $p < 0.01$ que reafirma la autocorrelación espacial.

Al obtener I Moran local (mediante LISA) resultan dos cluster que son estadísticamente significativos, siendo el de mayor significancia estadística con valores $p = 0.01$ y un segundo cluster con significancia justa de $p = 0.05$. De este análisis destaca lo siguiente:

El primer cluster mencionado de mayor significancia agrupa un total de 44 Agebs de consumos tipificados como bajos-bajos (Low-Low) vistos en color azul fuerte en el mapa respectivo, predominando su localización geográfica en el sur de la ciudad (fig. 5.7). Esto significa que en tales sectores geográficos el consumo es bajo y está rodeado de bajos consumos. Puede precisarse que este cluster identifica a la periferia sur de la ciudad en donde se localizan viviendas derivadas de “invasiones” muy similar al que se localiza en la periferia noroeste de la ciudad.

El segundo cluster de patrones espaciales se visualiza en color rojo en un total de 37 Agebs agrupando consumos de tipo alto-alto (High-High), localizándose en su mayor dominio territorial al noreste y poniente de la ciudad según la fig. 5.8, indicando que en esa zona geográfica de la ciudad existen sectores de alto consumo rodeados de consumos altos.

Se aprecia un tercer cluster tipo bajo-alto (L-H) incrustado en el territorio del segundo. Ese tercer cluster significa que hay un pequeño sector de bajo consumo que está rodeado de una amplia zona de consumos altos.

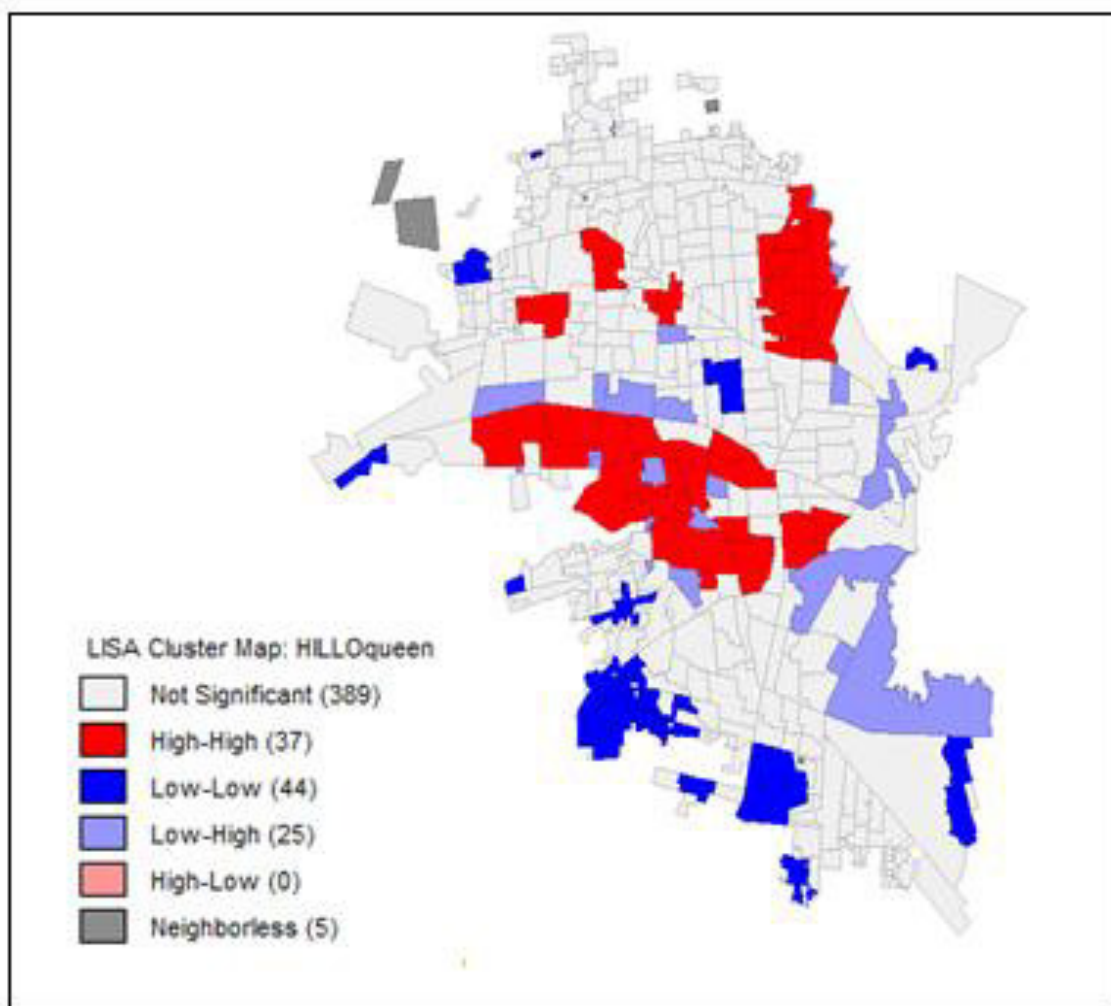


Fig. 5.8 Patrones espaciales del consumo de agua doméstica
Fuente: Elaboración propia

Se observa como el sistema GeoDa, con la aplicación del concepto LISA es una eficaz y poderosa herramienta que facilita la identificación y visualización de patrones espaciales de una variable dependiente; sea en este caso el consumo de agua doméstica. Facilitando esto el trabajo de planificación urbana en torno a la distribución del agua, y del establecimiento de estrategias para lograr un mayor control y confort urbano.

5.3 Del Modelo de Regresión Geográficamente Ponderada – GWR -

La discusión anterior de la autocorrelación espacial permitió labrar un modelo de patrones espaciales del consumo de agua. El modelo con la regresión geográficamente ponderada está enfocado al análisis de las variables en los distintos espacios geográficos de la zona urbana de Hermosillo, e identificar en su explicación el grado en que las variables independientes utilizadas explican el consumo de agua al considerar la no estacionariedad de sus datos (enfoque local).

De ahí que, en el proceso realizado con GWR las variables de entrada son las mismas que se utilizaron en la regresión múltiple con OLS, siendo estas: la población masculina, densidad de vivienda y la población de 15 años de edad o más con estudios de primaria incompleta, por lo que, la tabla 5.4 compara resultados de OLS y GWR.

Tabla 5.4 Comparando el modelo OLS y GWR

Diagnóstico	OLS	GWR
Suma de residuales al cuadrado	3097.858	2047.220
Sigma	2.499	2.137
AICc	2340.989	2241.75
R2	0.609	0.742
R2ajustado	0.606	0.712

Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican que el modelo GWR mejora de manera sustancial al obtenido con OLS. La reducción importante en los residuales y del criterio de Akaike (AICc) deja ver esta mejor. De igual manera los valores de R2 y R2ajustado refuerzan al modelo GWR.

La figura 4.26 del capítulo4 (R² local), da constancia de que el modelo GWR se desempeña mejor al poniente, sur-poniente y oriente de Hermosillo. En esos tres sectores de la ciudad los niveles de consumo de agua doméstica pueden ser mejor explicados por las variables independientes, aunque con cierta variación individual, pues dichas variables tienen un comportamiento espacial distinto en el peso relativo que ofrece cada una de ellas. La variación espacial por cada una de las variables puede verse en los mapas siguientes.

El mapa de la figura 5.9 presenta la variación espacial de la variable PobMas para el modelo obtenido de GWR, mostrando un mayor peso relativo en los colores azules que se localizan con mayor dominio en la parte norte central de la ciudad, y la zona norte final.

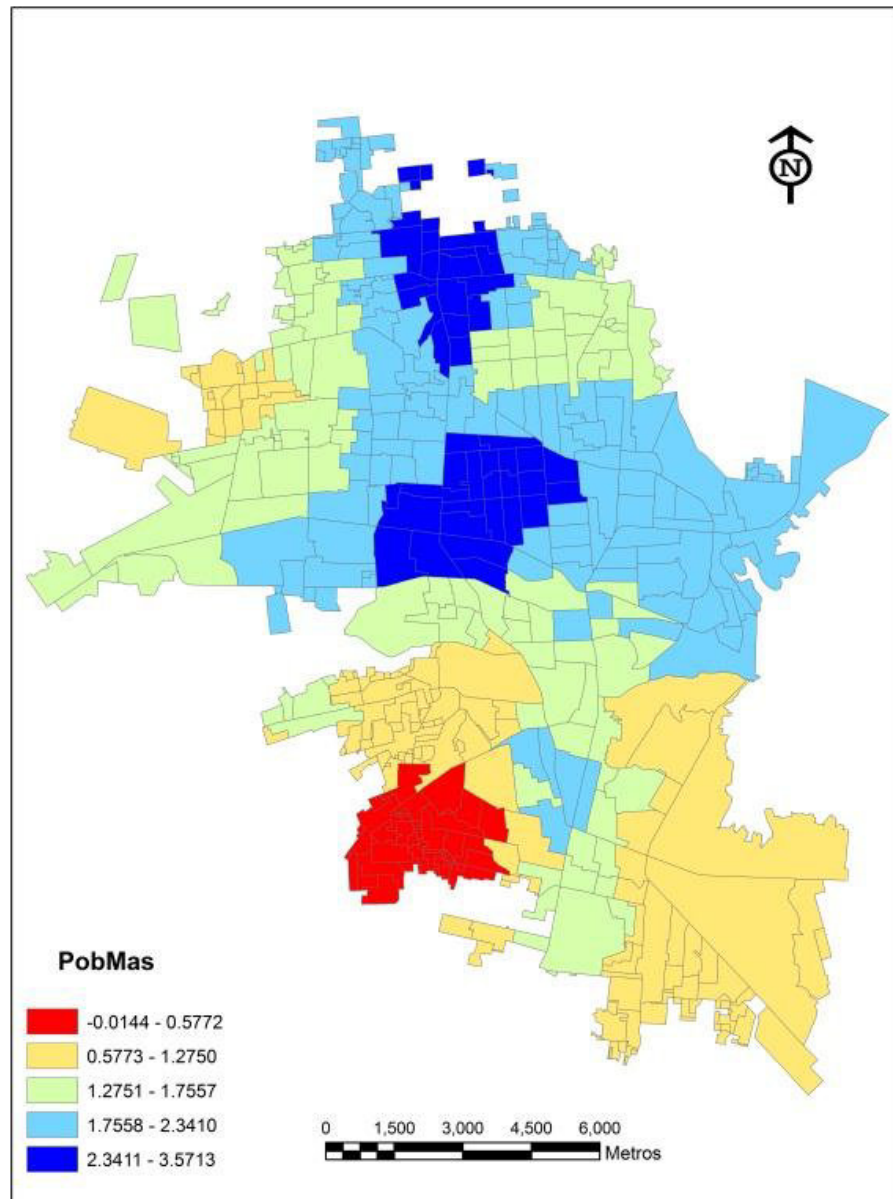


Fig. 5.9 Comportamiento espacial de la variable PobMas
Fuente: Elaboración propia

Vemos que el caso de la variable Población de 15 años y más con educación de primaria incompleta, la distribución espacial de sus coeficientes locales prácticamente se invierte respecto a la variable anterior, pues el bajo grado de educación está presente prácticamente en toda la zona sur de la ciudad; revelando un mayor peso al sur-poniente (color azul fuerte) de la ciudad (ver fig. 5.10). Resalta un territorio al centro-norte en color azul ligero.

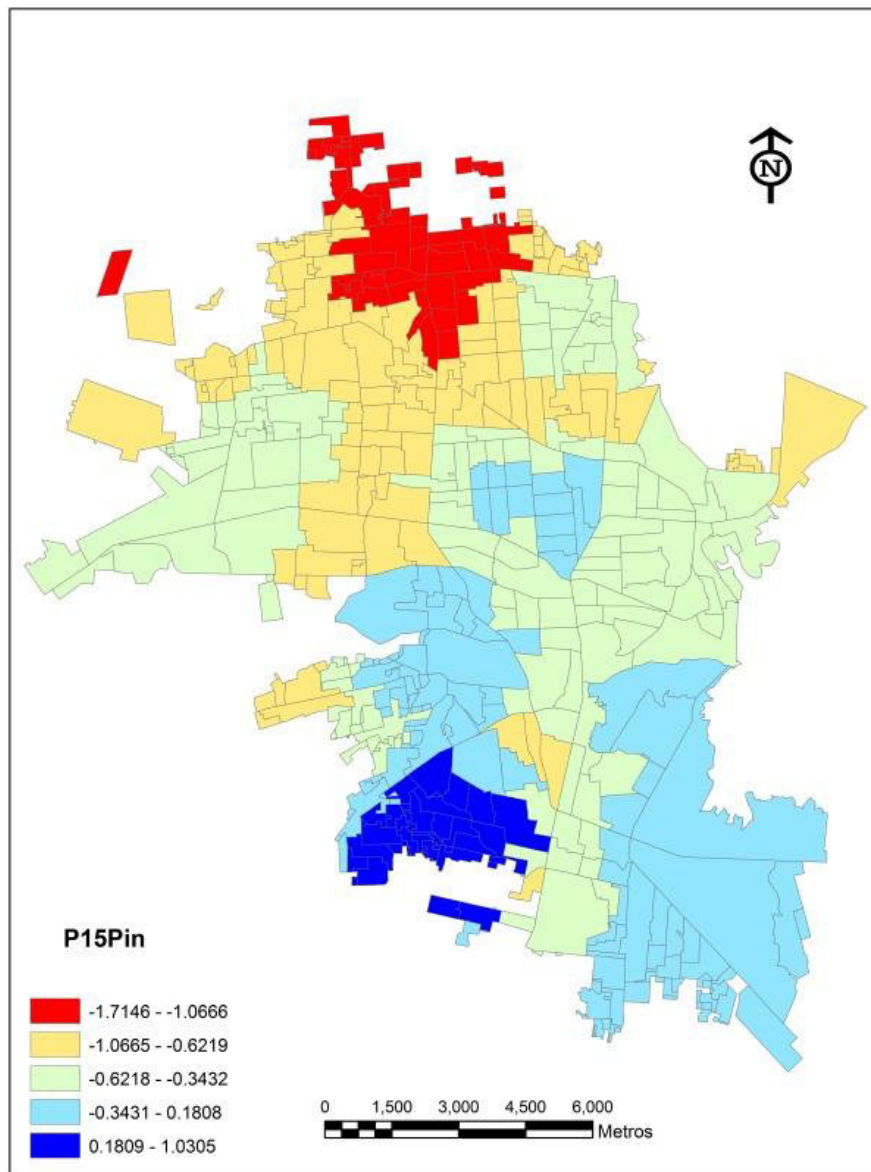


Fig. 5.10 Distribución espacial de la variable P15Pin
Fuente: Elaboración propia

Referente a la variable Densidad de vivienda que considera la forma urbana de la ciudad, sus coeficientes locales del modelo GWR indican una presencia al norponiente, poniente, y preferentemente al sur-poniente de Hermosillo: Se observa en estos sectores geográficos un crecimiento disperso, según lo indica la figura 5.11.

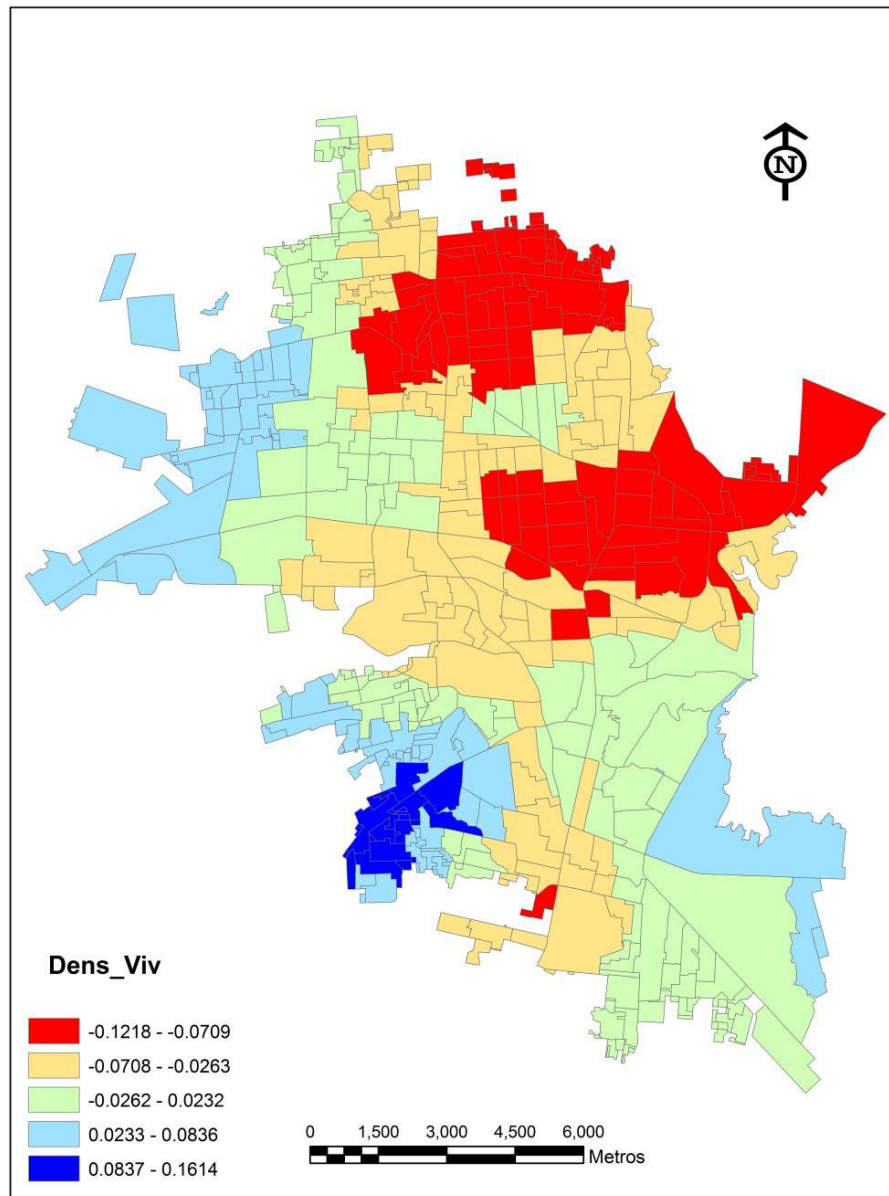


Fig. 5.11 Distribución espacial de la variable Dens_Viv
Fuente: Elaboración propia

5.4 De la vinculación con la política pública

Conforme a los resultados en el análisis del crecimiento urbano y demográfico, del modelo que prevalece en la gestión del agua, de los señalamientos que expone el usuario respecto a la situación del abasto y del servicio que recibe. De igual manera en los factores determinantes en los modelos obtenidos con datos primarios a nivel vivienda, en seguida con datos secundarios a nivel Ageb, y posteriormente un tercer modelo obtenido con el empleo de GWR, y subsiguientemente de los patrones espaciales de consumo de agua; se dejan ver la necesidad de relacionarlos y colocarlos frente a la normativa relacionada.

El consumo de agua doméstica representa el consumo social, y como tal, es de gran trascendencia conocer y analizar la situación de los usuarios de este servicio. Por ejemplo, en el caso del agua que reciben en los hogares, predomina que el 75% de los usuarios indica que, no es confiable para beber el agua directa de la llave o grifo, por lo que siempre utilizan agua purificada (agua de garrafón). De ahí que también el 55% de los hogares respondió que consumen por semana dos o más garrafones de agua purificada. Al considerar el costo de \$10/garrafón, se genera una erogación por este concepto del 5% de un salario mínimo mensual general. El usuario debe saldar adicionalmente la factura por el consumo de agua en el hogar, si es el caso de que disponga del servicio medido, su valor promedio mensual ronda en los 19 m³ para una vivienda de clase tipo social baja-media, representando una erogación mensual de \$122. Este monto sumado al importe anterior, se tiene que en promedio el usuario invierte en este concepto básico, el 10% del salario mínimo general mensual según el tabulador para la zona. Esto se convierte en un tema de mucho interés, sobre todo al momento de sumarle todavía la erogación que tendría el hogar mensualmente por los servicios básicos de energía eléctrica y el transporte urbano.

En ese contexto, el resultado de la pregunta sobre un posible incremento en las tarifas de agua, en la respuesta predomina que el 67% de los hogares no está de acuerdo que se incremente la tarifa para todos en general (o todos por igual). De este porcentaje, se divide en dos partes la respuesta, siendo que el 39% indica que el incremento sea sólo para grandes consumidores, mientras que el 28% indica que se incremente la tarifa para todos pero que existan estímulos por el ahorro de agua.

Un incremento a la tarifa del agua, se entiende que busca recuperar costos por la inversión que se hace en el proceso para ofrecer el servicio a los usuarios domésticos, y en parte también para subsanar las finanzas del organismo operador AGUAH. Sin embargo, el caso de Hermosillo como algunos casos más en el País, operan con baja eficiencia, y ante esa situación no generan la confianza en los usuarios para alguna posibilidad del incremento a las tarifas. Es decir, la justificación del incremento no puede sostenerse sabiendo que gran parte puede utilizarse para subsanar aspectos financieros que pueden derivarse al tener un sistema de abasto con baja eficiencia física en la red, comercial en el sistema de medición, y facturación- cobranza (63%, 65 % y 68 % respectivamente en 2010).

De ahí que, por un lado, los resultados de los consumos de agua promedio en los hogares, el autor no los considera altos, pues en lo general están en un nivel promedio aceptable y tolerable (en 2005 y 2010) sin caer en el derroche, pues se ubican en un rango de 16-20 m³ de volumen mensual. Claro está, que en ese rango pudiera estar influyendo el programa de tandeo implementado coincidentemente en esos mismos años, por las razones ya expuestas de agotamiento de las fuentes de agua. Por el otro lado, cualquier iniciativa de incremento de tarifa debe ser analizada desde otra perspectiva, fuera del tradicional esquema de bloques; es decir, es conveniente visualizar, conocer y analizar los patrones espaciales de consumo de agua en la zona urbana, e identificar zonas de consumo Alto-Alto, y zonas de consumo Bajo-Bajo, que sean estadísticamente significativas, y agregar en el esquema de tarifas esta otra variable geográfica, habiendo definido previamente consumos tope o límite (piso y techo) para cada posición en la recta de consumos bajos o mínimos, medios y altos; marcando a su vez, los consumos tolerables en estas tres posiciones, de manera que permitan agregar una segunda variable denominada estímulos por el ahorro del agua.

Sin embargo, este modelo que propone el autor, estaría lejos de implementarse a corto plazo por las condiciones mismas de baja eficiencia ya mencionada. De ahí la importancia, de que las autoridades que estén al frente de la gestión del agua urbana, pongan énfasis en el modelo de gestión de la demanda en vías de la sustentabilidad hídrica y, se busquen inversiones que también sea cuantiosa para esta causa. La inversión en la reposición de la tubería obsoleta por una nueva en la red de distribución, debe ser gestionada e implementada en el corto y mediano plazo. Este tipo de proyectos posiblemente no sean

del agrado o que gusta a las autoridades gubernamentales, pues una vez cubierta la inversión (cientos, o miles de millones de pesos, m.n.), ésta ya no se ve, pues queda oculta, y no podrá palparse físicamente para presumir. Sin embargo, una premisa dictada en la nueva gobernanza, es de qué se hace realidad la eficiencia, eficacia, calidad y buena orientación de la intervención del Estado.

En otro orden de discusión, el proyecto del plan nacional hídrico (PNH) 2013-2018, afirma que la política hídrica nacional ha respondido a la sociedad mexicana en torno al agua, desde principios del siglo XX con un enfoque a la oferta de agua para apoyar el desarrollo socio económico nacional. Hoy en día, ante los problemas de escasez del agua en varias regiones del país, el desequilibrio hídrico en cuencas y acuíferos, la contaminación de los ríos y lagos, el incremento poblacional, los asentamientos urbanos desordenados y el crecimiento de la conciencia ambiental, la mirada se ha centrado en el principio de la sustentabilidad. El mismo documento PNH deja ver la atención que se pondrá en la promoción de una nueva cultura del agua, por un lado, y por otro lado, establece que se propondrá acciones para un adecuado control de la presión hidráulica en los circuitos, y que favorezca la disminución de pérdidas de agua por fugas.

Es claro entonces, que la ruta en la planificación hacia la sustentabilidad es, y será una premisa en los periodos subsecuentes de la administración pública, y al menos estará en boga por buen tiempo. Será también fundamento para impulsar programas y proyectos que interconecten esta política hídrica con el ordenamiento del territorio en una adecuada planificación urbana de la ciudad de Hermosillo. La disminución de la dotación de agua percapita (Lts/hab/día) deberá ser consecuencia de la implementación de los programas que se impulsen en la ruta de la sustentabilidad urbana.

Respecto a los factores determinantes que explican cada uno de los modelos, es conveniente sean difundidos ante las dependencias responsables de la gestión, sobre todo la solución en el modelo resuelto a través de GWR, en donde será esencial que la política pública se dirija con una mejor estrategia en los sectores geográficos de la ciudad en donde tienen mayor presencia las variables: densidad de vivienda, y la población de 15 años o más con educación primaria incompleta.

5.5 Resumen del capítulo

En este capítulo 5 que le antecede a las conclusiones, se discuten los resultados del análisis del modelo urbano que ha predominado en Hermosillo, así como del sistema de abasto de agua en donde predomina la gestión de la oferta de agua.

Se hace énfasis de los bajos niveles de densidad de vivienda y densidad de población que está presente en la zona urbana, sobre todo se colocan frente a los valores indicativos de una ciudad compacta en un horizonte sostenible, lo cual permite observar la distancia a la que se encuentra este caso de estudio.

Se resaltan las condiciones críticas de escasez de agua que se sigue predominando en la zona de estudio, declaración hecha desde el inicio de la presente investigación y que se remontaba una década atrás; siendo que persiste la baja disponibilidad de agua.

Considerando el volumen de agua producido para el suministro a la ciudad en los años 2005 y 2010, se determina la dotación de agua (Lts/hab/día) cuyo propósito es ilustrar los beneficios del programa de tandeo, pero la discusión es una crítica de que sí es posible disminuir las dotaciones en un sistema de abasto.

Se discuten los resultados de las variables que explican los modelos de regresión obtenidos, identificando las variables que tienen mayor nivel de importancia por su peso relativo que muestra. Se comparan los resultados de regresión con el obtenido a través de GWR y se subraya la mejora en este último.

Se obtienen los patrones espaciales de consumo de agua doméstica en la zona urbana, identificando cluster de alto y bajo consumo que son estadísticamente significativos.

6. CONCLUSIONES

El desarrollo de esta investigación doctoral se centró en el análisis urbano del consumo de agua doméstica, cuyo propósito fue introducir una nueva manera de analizar el comportamiento de los consumos de agua a nivel de vivienda en la ciudad de Hermosillo, relacionándolo con el crecimiento urbano-demográfico y la gestión del agua para suministro urbano. Esto exigió necesariamente visualizar los determinantes influyentes en el consumo de agua, sin caer en – el modelo añejo de gestión de la oferta de agua-.

La metodología aplicada abre una oportunidad para establecer nuevas estrategias de abordar el análisis de los sistemas de abastecimiento de agua en México. De ahí que en este capítulo se integra la conclusión de la investigación considerando los planteamientos de los objetivos expuestos, así como lo referente al resultado de las preguntas de investigación e hipótesis establecida.

Sobre esa base, el capítulo se desarrolla considerando los numerales: conclusión general, bases para una política pública, aportación de la investigación, limitaciones y futuras líneas de investigación.

6.1 Conclusión general

Se logró analizar en diversas fases el consumo de agua doméstica en la zona urbana de la ciudad de Hermosillo, obteniendo por una parte, los determinantes que inciden en dicho consumo utilizando en tal proceso datos primarios y posteriormente datos secundarios; de ahí que a través del análisis estadístico multivariante ordinario se obtuvo el modelo representativo para cada caso. En otra fase y con la utilización de sistemas de información geográfica y análisis estadístico espacial, se obtuvo un tercer modelo el cual se deriva de la revisión de los determinantes influyentes en el consumo de agua, verificándose a nivel geo-referenciado las variables acreditadas en el modelo, constatando que tienen una variación espacial en el territorio urbano. Se determinaron también los patrones espaciales del consumo de agua doméstica y su grado de significancia en las distintas zonas geográficas de la ciudad.

Así entonces, al integrar los resultados de los primeros dos modelos que se derivan del análisis multivariado ordinario, es posible señalar que el consumo de agua doméstica urbana en Hermosillo, depende de las variables identificadas por:

La explicación del modelo utilizando datos primarios derivados de una encuesta a nivel de vivienda, se explica con el 20.4% de R^2 ajustado, y las variables predictoras son:

- ✓ El número de habitantes (tamaño del hogar)
- ✓ La propiedad de la vivienda (casa propia o de renta)
- ✓ El nivel económico de los hogares (equipo técnico, material de construcción y consumo de agua purificada)
- ✓ La cantidad de agua entregada como oferta (volumen producido, tandeo)

Mientras que en un segundo modelo de regresión utilizando datos secundarios a nivel de Ageb, el modelo es explicado en un 51.1% de R^2 ajustado, siendo sus variables predictoras:

- ✓ La forma urbana de la ciudad (densidad de vivienda)
- ✓ Educación (población de 15 años o más con educación primaria incompleta)
- ✓ Población de género masculino

Al considerar la existencia de no estacionariedad en las variables, se determina un tercer modelo a través de la regresión geográficamente ponderada (GWR), en donde el resultado deja ver la presencia de efectos espaciales en las tres variables: 1. Población de género masculino, 2. La densidad de vivienda, y 3. Población de 15 años o más con educación primaria incompleta. La explicación del modelo a nivel global es de mayor impacto, puesto que el valor global de R^2 ajustado = 71.2%.

En este modelo, la variación del consumo de agua se explica por la dependencia espacial de las tres variables explicativas. Por lo que, estas variables tienen influencia en la demanda de agua a nivel de Agebs, y en consecuencia a nivel de vivienda para Hermosillo.

El dominio o presencia que tiene cada una de estas variables en la zona urbana es diferente entre ellas, pues los coeficientes locales que ofrece GWR revelan que el efecto espacial en

el consumo de agua para el caso de la variable población de género masculino, su efecto es más fuerte en la zona central y norte de la ciudad.

Mientras que la variable densidad de vivienda, la variación señala que su efecto en el consumo de agua tiene mayor incidencia en los sectores de la periferia norponiente y surponiente de la ciudad. Distinto es la incidencia de la variable relacionada con educación primaria incompleta, puesto que su efecto es mayor en la zona sur de Hermosillo.

Dentro de este contexto, y de acuerdo al resultado de R^2 para las unidades geográficas (AGEBs) obtenido con GWR, el modelo tiene cobertura o explicación en la mayor parte de la zona urbana. No obstante, se observa que la mejor explicación del modelo es en las zonas norte, poniente y surponiente de la ciudad, coincidiendo las ubicaciones prácticamente con la variación de las tres variables señaladas.

Por otra parte, la confirmación de la presencia de patrones espaciales de consumo de agua y es básico para identificar las áreas geográficas en donde es mayor y menor el consumo de agua doméstica, permitiendo relacionarlo con al crecimiento demográfico y urbano.

Así entonces, la significancia estadística de los clusters ($p = 0.05$) se localiza al noreste y centro poniente de Hermosillo, observándose patrones de consumo Alto-Alto. Estos sectores de alto consumo corresponden a desarrollos de vivienda tipo residenciales de nivel económico alto, en donde su densidad de población y densidad de vivienda presentan rangos de medio a bajos.

No obstante, los cluster estadísticamente significativos (de nivel $p = 0.01$), se ubican en la zona surponiente y sur de la ciudad, con patrones de consumo Bajo-Bajo. En estos sectores predominan los rangos más bajos en la densidad de población, y densidad de vivienda, caracterizados por desarrollos de vivienda tipo medio, y algunos cluster son periferia de la ciudad (“invasiones”).

Por consiguiente, con esta determinación la Hipótesis planteada en la presente investigación prácticamente cumple con todos los elementos incluidos, pues solamente la edad de las personas no tuvo efecto en el análisis. Mientras que el efecto del clima, es evidente que tiene incidencia al repercutir en el nivel de producción del volumen de agua

ofertado, según la disponibilidad de agua en las fuentes del sistema de abasto. Por lo que, es aceptada la hipótesis planteada. A su vez, el objetivo general y objetivos específicos se confirman; en tanto que las preguntas de investigación que sirvieron para el despliegue de la investigación se satisfacen.

De ahí que, las variables identificadas en el segundo y tercer modelo referidas a la densidad de vivienda, y la población de 15 años o más con educación primaria incompleta; pueden ser controladas para disminuir el efecto en el consumo de agua.

En este contexto, en el análisis del crecimiento urbano y demográfico de la ciudad, se determinó que Hermosillo presenta un intenso crecimiento urbano, tanto poblacional como en edificación, predominando un patrón más disperso que de concentración. A pesar de que Hermosillo puede identificarse como una ciudad en crecimiento de término medio (715,061 hab en 2010), es notorio que su evolución urbana logró rebasar las expectativas trazadas por la autoridad responsable de planificar; esto es en el sentido del crecimiento disperso en donde se ha ocupado territorio aislado y alejado del centro, para favorecer el desarrollo urbano horizontal, mismo que genera mayor costo y mayores inconvenientes al introducir los servicios básicos urbanos.

Durante el proceso de expansión de las ciudades, con frecuencia van distorsionando su funcionalidad volviéndose ineficientes, por ejemplo, ocupando mucha extensión territorial a muy baja densidad, provocando mayor impacto negativo sobre el medio ambiente, y mayor especulación de terrenos (Bazant, 2001).

En ese sentido, los rangos medio-alto y más alto de densidad de vivienda, y en la densidad de población para el año 2010 identificados en esta investigación, tienen coincidencia en su desarrollo y agrupación, localizándose dichos rangos en la zona norte central, con menos incidencia en la zona poniente y sur de la ciudad. Por lo que, el crecimiento presenta una tendencia de desarrollo continuo al norte y poniente de la ciudad; advirtiéndose a mediano plazo un crecimiento urbano hacia el norte, a pesar de que ésta es una zona topográficamente más alta que el sector central, pues entre ellos existe un desnivel topográfico de alrededor de 100 metros.

De ahí que, sí es posible establecer una política pública que controle y regule el crecimiento urbano horizontal, dirigida hacia una mayor eficiencia en el uso del suelo urbano vigente y futuro, motivando el uso de espacios desocupados y por lo tanto, el desarrollo vertical y/o mixto para el sector popular, medio y residencial. Esto es, redensificar el espacio manteniendo la visión de una zona urbana en dirección sostenible en términos de uso del suelo, del recurso hídrico y energético como soporte del sistema urbano. Por lo que, al establecer un incremento en la densidad de vivienda traerá consecuentemente una mayor densidad de población en esas zonas identificadas como polos de reordenamiento o de crecimiento futuro, generando mejores beneficios en las inversiones de la red de distribución de agua y sus obras auxiliares.

Aunque no es sencillo estimar un valor de densidad apropiado, pues en cada continente cada ciudad es distinta y tiene sus propias características. Sin embargo, existen indicadores dictados para lograr ciudades más compactas en la ruta de la sustentabilidad, mismas que pueden observarse como un referente. En este sentido, y como etapa de transición en Hermosillo, es posible planear e impulsarse por parte de las autoridades responsables, una densidad de vivienda en el nivel de 55 a 85 viv/ha (equivale 5500 a 8500 viv/km²), este rango propuesto es superior al valor más alto encontrado de 39-72 viv/ha, y es menor al caso ideal de una ciudad sostenible que aspira a valores de 80-100 viv/ha.

Por lo tanto, el crecimiento urbano-demográfico de la ciudad de Hermosillo exige una mejor planificación. El crecimiento de localidades ubicada en zonas desérticas debe tener sus límites y control, hacer caso omiso pone en riesgo de caer en un sistema de recursos hídricos insostenibles y de stress hídrico generalizado.

6.2 Bases para una política pública

El sector del agua es una parte integrante del sistema global. Su gobernabilidad no será inmune a los rápidos cambios que se han producido y que seguirán ocurriendo, tanto dentro de la gobernanza del sector y también de otros sectores que puedan afectar el sector del agua, ya sea directa o indirectamente. Tiene que haber cambios radicales en los procesos de gobernanza y las instituciones encargadas del agua para hacer frente a los

desafíos inmediatos, cambios potenciales en el futuro e incertidumbres tanto desde dentro del sector como alrededor del mismo (Biswas y Tortajada 2010).

La situación que guarda la gestión del agua en Hermosillo en donde aún predomina el esquema de la oferta, el modelo de crecimiento urbano frente al suministro de agua urbana, y las variables determinantes identificadas; son elementos esenciales que permiten enfocar diversas estrategias hacia programas y proyectos que aseguren eficiencia y sustentabilidad en el uso del suelo, en el modelo de crecimiento urbano y de gestión del agua, así como de los recursos energéticos.

Reflexionando sobre la situación de los efectos del cambio climático, al mantenerse la prolongada sequía en la zona de estudio, es necesario reconsiderar el acelerado crecimiento de la ciudad de Hermosillo, dirigiendo su futuro desarrollo hacia las zonas en donde sus cuencas hidrográficas presenten mayor disponibilidad y capacidad en el recurso hídrico, y que aseguren la sustentabilidad futura del territorio urbano en las localidades planeadas para el desarrollo. Por lo que, deben ubicarse y generarse los elementos o atractores urbanos necesarios (fuentes de trabajo, educación, cultura, movilidad y servicios) que faciliten y promuevan la residencia de la población en esos nuevos polos de desarrollo urbano, y en donde predomine las tecnologías del ahorro y la visión sustentable. En este tenor, el proyecto del PNH 2013-2018, establece que en el uso público urbano se sustituirán los accesorios domésticos de alto consumo de agua, por otros de bajo consumo, y se promoverá el uso de inodoros con tanque de descarga de 3 y 6 litros, así como mingitorios secos especialmente en los sitios públicos.

Sobre la Política Pública.

- Es momento de mejorar el control del desarrollo urbano de Hermosillo a través de una redensificación urbana y ordenamiento territorial, buscando hacer efectiva una vinculación entre el uso del suelo y la gestión del agua, siendo los organismos implicados: CONAGUA - IMPLAN – AGUAH.

Lo anterior implica generar una normativa en cuanto al uso del suelo, para orientar el crecimiento hacia el uso más sostenible del territorio, considerando las virtudes

de tener una ciudad compacta. Esto involucra también la creación de atractores en nuevos centros de desarrollo urbano del estado de Sonora, soportados con mayores posibilidades en la disponibilidad del recurso hídrico, a fin de prever las posibles contingencias y efectos del cambio climático global.

- La normativa será una Política Pública que conlleve indicadores medibles de eficacia y eficiencia dentro de una gestión sostenible del agua urbana; en donde predomine el modelo de gestión de la demanda, mediante:
 - Tendencia de una gestión eficiente del agua (eficiencia física y administrativa),
 - Participación ciudadana (sociedad, Instituciones educativas e investigación),
 - Periodo de transición para el uso de tecnologías de ahorro del agua, y
 - Una mejor educación y preservación del medio ambiente natural y urbano.

- La participación ciudadana con información habrá de ser fundamental en el proceso de búsqueda de la sostenibilidad urbana, su contribución será con una visión de generar acuerdos transexenales en cuanto a la situación hídrica en la región; declarando anticipadamente a través de una gobernanza estatal las medidas que deben tomarse en los diversos escenarios posibles.

- Partiendo del hecho de que los responsables de la gestión del agua son bien nombrados y cumplen con un perfil idóneo desde el punto de vista del conocimiento en la materia. Es necesario crear una política que ordene esta parte pública de la gestión del agua, considerando que se visualiza una ciudad sustentable a largo plazo. Tal política debe considerar el tiempo de permanencia tratando de abatir la excesiva rotación o destitución de los responsables de la gestión del agua.

- Es necesario revisar el modelo de tarifas del agua, que razone sobre una propuesta innovadora y tome en cuenta el comportamiento territorial de los patrones espaciales del consumo de agua; y, por consiguiente que considere el otorgamiento

de premios o gratificaciones para los hogares que logren sostener consumos bajos en un rango aceptable, previamente establecido.

6.3 Aportaciones

La presente tesis incita, aplica y promueve herramientas estadísticas de análisis ordinario y geo-referenciado que se están utilizando en varios países y continentes del mundo, a fin de conocer y visualizar con cierta precisión el comportamiento en los patrones del consumo de agua en la ciudad y sus factores determinantes.

Se aporta una metodología soportada científicamente para ser aplicada en otros casos de estudio en el estado de Sonora, y del País. Dichos métodos se refieren a la aplicación de:

- Muestreo probabilístico a nivel de vivienda para explorar el consumo de agua doméstica, y su análisis de regresión multivariado para identificar los factores determinantes.
- La aplicación de técnicas de regresión espacial, una es a través de la Regresión Geográficamente Ponderada (GWR), que permitieron identificar el efecto de las variables determinantes en la geografía de la ciudad, y
- El Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA), de gran utilidad puesto que fue posible determinar los patrones espaciales del consumo de agua georeferenciado.

El resultado obtenido en cada una de las temáticas señaladas se describe y discute ampliamente en los apartados correspondientes; lo cual permite asegurar que antes de crear mayor infraestructura para incrementar la oferta de agua en un sistema de abasto, es necesario en principio efectuar el análisis geográfico del consumo de agua doméstico (consumo social) y obtener los determinantes que inciden en el mismo, cuyo análisis debe incidir en la proposición de ajustes o modificaciones en la normativa que le aplique.

6.4 Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación

La labor de investigación científica no termina con la culminación de una tesis doctoral. Esta es una primera etapa en la cual se ha visualizado la magnitud del problema de investigación. El análisis dirigido en este estudio doctoral plantea alternativas de solución previo conocimiento de la zona de estudio y de la problemática regional en materia de crecimiento urbano y recursos hídricos.

No obstante, es preciso mencionar que la información que poseen las instituciones responsables de su colección debe tener hechas que sean compatibles entre ellas, y en donde se busque la coincidencia en sus formatos de bases de datos, lo cual estoy seguro que garantizará a futuro un efectivo y más ágil uso en la realización de estudios de carácter científico con beneficio social.

La principal limitación en la presente investigación es la referida a la colección e integración de los consumos de agua en los Agebs; pues no existe una integración en ese estilo. De tal manera que, para salvar el vacío fue necesario crear un puente de intersección utilizando sistemas de información geográfica (GIS), para realizar una transferencia de los consumos agua de nivel colonia hacia los Agebs; actividad que fue muy creativa, pero también muy absorbente. Sin embargo, la satisfacción de hacerlo ha sido la lógica y congruencia de los resultados obtenidos; de manera que hay certeza de que los datos son representativos.

Por otra parte, y considerando que la problemática del agua urbana debe ser analizada en dirección del efecto social, existen problemas urbanos causados en el desarrollo de la infraestructura, por no considerar la intersección de lo urbano con lo hídrico, o viceversa.

Por ello, en seguida se listan futuras líneas de investigación que permitirá ahondar más en el conocimiento urbano-hídrico, porque tan importante es lo abundante como su escasez. Su planteamiento y desarrollo es de mediano y largo plazo, lo cual deberá ser con integrantes de diversas disciplinas del conocimiento, reconociendo que de estas líneas se derivarán otras en consecuencia:

1.- Estudio de los patrones locales a nivel de vivienda del consumo de agua potable para caracterizar el destino final del uso de agua al interior y exterior de la vivienda en zonas urbanas, iniciando preferentemente en la ciudad de Hermosillo. Esto implica el uso de equipo de medición electrónico-digital para registrar el uso del agua durante las 24 horas y cada minuto de manera automática en una PC.

Mediante este tipo de estudios se coadyuvarán en una aportación que facilite realizar una propuesta técnica cuyo propósito sea la disminución de las dotaciones de agua per cápita (Lts/hab/día), soportada por una metodología científica; y discutir o con los organismos gubernamentales responsables de la gestión del agua, de manera que se analice una posible actualización a la normativa.

2.- Identificación de los consumos máximos y mínimos del agua potable y no potable en campus o ciudades universitarias. Esto lleva como propósito fundamental crear una red de investigación del consumo de agua universitaria y diagnosticar la situación. La idea central es que la sostenibilidad hídrica debe iniciar en las universidades, y que las nuevas generaciones sean testigo de ello. Se pretende iniciar la propuesta en el momento adecuado para el diseño del protocolo, para el caso de la Universidad de Sonora campus central, y para la Universidad Autónoma de Nuevo León, ciudad universitaria.

7. Referencias Bibliográficas

- AL21. Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible. (2011). Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.
- Aguilar, A. (2008). Peri-urbanization, illegal settlements and Environmental impact in Mexico City. *Cities*, (25) 133-145, DOI: 10.1016/j.cities.2008.02.003.
- Ali, F., & Butler, D. (2006). Water consumption trend and demand forecasting techniques. In *Water demand Management*. Edit for David Butler, Fayyaz Ali Memon, 1-25. Published by IWA Published. ISBN: 1843390787.
- Alvarez de la torre , G. (2011). Estructura y temporalidad urbana de la ciudades intermedias en Mexico. *Frontera Norte*, Vol. 23, 46: 9-124.
- Anselin, L. (1992). *Spatial data analisis with GIS: An introduction to aplicacion in the social sciences*. National Center for Geographic Information and Analisis. University of California. Technical Report 92-10.
- Anselin, L. (1995). Local Indicatorof Spatial Association - LISA -. *Geographical Analisis*, Vol. 27, No. 2.
- Anselin, L. (2003). *An introduction to spatial autocorrelation analisis with GeoDa*. Spatial Analisis Laboratory. Department of Agricultural and Consumer-Champaing. University of Illinois.
- Antón D., J. (1996). *Ciudades sedeientas. Agua y Ambientes Urbanos en América Latina*. Montevideo Uruguay: Nordam-Comunidad.
- Balling, R., Gober, P., Jones, N.(2008). Sensitivity of residential water consumption to variations in climate: An intra-urban analisis of Phoenix, Arizona. *Water Resources Research*, 44, W10401, DOI: 10.1029/2007WR006722.
- Balling, R., & Gober, P. (2007). Climate Variability and Residential Water Use in the City of Phoenix, Arizona. *Journal of Applied and Climatology*, Vol.46: 1130-1137
- Barberan, R., & Salvador, M. (2010). *El uso del agua en los hogares de la ciudad de Zaragoza*. Ayuntamiento de Zaragoza. Agencia del Medio Ambiente y Sostenebilidad, ISBN 978-84-693-9524-0.
- Bazant, J. (2001). *Periferias Urbanas -Expansión urbana incontrolada de bajos ingresos y su impacto en el medio ambiente-* ISBN: 968246328-9. Ed. Trillas.

- Bazant, J. (2009). *Hacia un desarrollo urbano sustentable*. ISBN: 978-607-05-0101-9. Ed. Limusa.
- Birrel, B., Rapson, V., & Fred, T. (2005). Impact of demographic change and urban consolidation on domestic water use. *Ocacional paper*. No. 15. Water Services Association of Australia. ISBN: 1920760202.
- Biswas, A., & Tortajada, C. (2010). Future water governance: Problems and perspectives. *Water resources development*, 26 (2), 129-139.
- Bolin, B., Seetheram, M., & Pompeii, B. (2010). Water resources climate change and urban vulnerability: a case study of Phoenix, Arizona. *Local Environment*, Vo. 15, (3), 261-279.
- Brooks, D. (2006). An Operational Definition of Water Demand Management. *Water Resources Development* 22(4), 521-528.
- Burn L., S., De Silva, D., & Shioton R., J. (2002). Effect of demand management and system operation on potable water infrastructure costs. *Urban Water* (4), 229-236.
- Burn, L., De Silva, D., & Shipton, R. (2002). Effect of demand management and system operation on potable water infrastructure costs. *Urban Water*. 229-236.
- Cabrera, E. (2008). El Suministro de Agua Urbano en España. Panel Científico Técnico de Seguimiento de Políticas de Aguas, Sevilla: Fundación Nueva Cultura del Agua. págs. 01-19.
- Canal de Isabel II (2010). *Memoria de investigacion, desarrollo e innovacion*.
- CEA. (2005). *Conferencia de gobernadores fronterizos: Mea de agua*. El Paso, Texas.
- CEA. (2008). *Estadísticas del agua en el Estado de Sonora*. www.ceasonora.gob.mx
- Celemin, J. (2009). Autocorrelacion espacial e indicadores locales de asociacion espacial. Importancia, estructura y aplicacion. *Revista Universitaria de Geografia*, Vol 18, I.ISSN: 0326-8373.
- Chang, H., Parandvash, G., & Shandas, V. (2010). Spatial variations of singley-family Residential water consumption in Portland, Oregon. *Urban Geography*, 31, 7: 953-972. DOI: 10.2747/0272-3638.31.7.9453.
- Charlton, M., Fotheringham, S., & Brunson, C. (2010). *Geographically weighted regression workbook*. Center for Spatially Integrated Social Science. GWR. WORKSHOP. Santa Barbara, CA.: University of California.

- Collins, T., & Bolin, B. (2007). Characterizing vulnerability to water scarcity: The case of a groundwater dependent, rapidly urbanizing region. *Environmental Hazards*, 399-418.
- CONAGUA. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos Básicos*.
- CONAGUA. (2007). *Análisis de la información del agua de los censos y conteos, 1990-2005*.
- CONAGUA. (2007). *Sectorización en redes de agua potable: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*, ISBN 968-817-820-9.
- CONAGUA. (2008). *Programa Nacional Hidrico, 2007-2012*.
- CONAGUA. (2009). *Atlas del Agua en México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales*.
- CONAGUA. (2010). *Estadísticas del Agua en México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales*.
- CONAGUA. (2012). *Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. DOF 08-06-2012*.
- CONAGUA. (2013). *Proyecto del Programa Nacional Hidrico, 2013-2018*
- CONAGUA. (2013). *Proyectos estratégicos: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales*.
- Cubillo, F. (2001). *Gestión de la demanda en el suministro de agua urbana. Canal de Isabel II. Madrid, España*.
- Cubillo, F., Moreno, T., & Ortega, S. (2008). *Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la comunidad de Madrid. Canal de Isabel II, cuadernos I+D+I No.4, ISBN: 978-84-933694-9-1*.
- Dan, G. (2011). *An analysis of measures of spatial autocorrelation. Dissertation submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of doctor of philosophy. Faculty of the graduate College of the Oklahoma State University*.
- Diaz Caravantes, R., & Sanchez Flores, E. (2011). *Water transfer effects on Peri-urban land use cover: A case study in a semi-arid region of Mexico. Applied Geography* 31, 413-424.

- Domene, E., & Sauri, D. (2006). Urbanization and Water Consumption: Influencing Factors in the Metropolitan Region of Barcelona. *Urban Studies*, Vol. 43, 9: 1605-1623. Barcelona, España.
- Domene, E., Sauri, D., Rague, X., & Huelin, S. (2005). Tipologías de vivienda y consumo de agua en la Region Metropolitana de Barcelona. Barcelona, España.
- Dube, E., & Zaag, V. (2003). Analysing water use patterns for demand management: the case of the city of Masvigo, Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth*, (28), 805-815.
- Durga Rao, K. (2005). Multi-criteria spatial decision analysis for forecasting urban water requirements: a case study of Dehradun city, India. *Landscape and Urban Planning*, (71), 163-174.
- Estatat, H. C. (2011). Ley de Agua del Estado de Sonora. Boletín 32, Sección II 20 de Octubre 2011.
- Fontdecaba, S., Grima, P., Marco, L., & Rodero, J. (2011). A methodology to model water demand based on the identification of homogenous client segments. Application to the City of Barcelona. *Water Resources Management*. DOI: 10.1007/SI 1269-011-928-5. Barcelona, España.
- Fotheringham, S., Brusdon, C., & Charlton, M. (2002). Geographically weighted regression. The analysis of spatial varying relationship. J.Wiley. ISBN: 0-47-49616-2.
- Fox, C., McIntosh, B., & Jeffrey, P. (2009). Classifying households for water demand forecasting using physical property characteristics. *Land Use Policy*, (26), 558-568.
- Gascon, L., Arregui, F., Cobacho, R., & Cabrera jr, E. (2004). Urban water demand in Spanish cities by measuring end uses consumption patterns. Valencia, España.: Universidad Politecnica de Valencia.
- Gober, P. (2010). Desert urbanization and challenges of water sustainability environmental. *Current Opinion In Environmental Sustainability*, (2): 144-150.
- Gonzalez, D., & Marquez, E. (2008). Cambio climático global. ADN Editor. ISBN: 978-607-7507-00-0.
- Guhathakurta, S., & Gober, P. (2007). Residential land use, the urban heat island, and water use in Phoenix: A path analysis. *Journal of Planning Education and Research*. DOI: 10.1177/0739456x10374187. Phoenix, Az.

- Guhathakurta, S., & Gober, P. (2007). The impact of Phoenix Urban Heat Island in Residential Water Use. *Journal of the American Planning Association*, Vol. 73, No. 3. American Planning Association.
- Gwebu, T. (2002). Urban water scarcity management: Civic vs. state response in Bulawayo. *Habitat International*, 26: 417-431.
- Harlan, S., Yabiku, S., Larse, L., & Brazel, A. (2007). Household water consumption in an Arid City, Affordance, and Attitudes. *Society and Natural Resources*, (22), 691-709.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2010). *Metodologia de la Investigacion*. McGraw Hill 5a. Edicion. ISBN: 978-607-15-0291-9.
- House Peter, L., Pratt, B., & Chang, H. (2010). Effects of urban spatial structure sociodemographics, and climate on residential water consumption in Hillsboro, Oregon. *American water resources association*. 46(3), 461-472 DOI: 10.1111/j.1752-1688.2009.00414.x.
- Hummel, D., & Lux, A. (2007). Population decline and infrastructure: The case of the German water supply system. *Yearbook of Vienna Population Research*. 167-191.
- IMPLAN. (2007). Programa de desarrollo urbano de la ciudad de Hermosillo, Sonora. <http://www.implanhermosillo.gob.mx/pdu.html> (ultimo acceso: Agosto 2012).
- INEGI. (2000). Sistema de informacion geografica del estado de sonora.
- INEGI. (2010). Sintesis de informacion geografica del estado y censo poblacional. <http://www3.inegi.org.mx> (ultimo acceso: junio de 2012).
- Infonavit. (2013). Sintesis de la presentacion del Plan Nacional en Materia de Vivienda. www.portal.infonavit.org.mx.
- Instituto Catastral y Registral del Estado de Sonora. (2010). Base de datos de la mancha urbana de Hermosillo. Hermosillo.
- Instituto Municipal de Planeación. (2007). Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Hermosillo, Sonora. consultado en Agosto de 2012, <http://www.implanhermosillo.gob.mx/pdu.html>
- Jardines, J. (2008). La infraestructura hidraulica municipal y la participacion en su creacion y operacion de los gobiernos federal y estatal. En el agua potable en mexico, coordinado por Roberto Olivares, 77-96. Asociacion Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento, A.C.

- Jimenez, H. (2013). Integracion de un sistema de informacion geografico para el analisis inmobiliario. Tesis de maestria. Posgrado en Ciencias de la Ingenieria-Valuacion-Departamento de Ingenieria Civil y Minas. Universidad de sonora.
- Kolokytha, E., Mylopoulos, Y., & Mentis, A. (2002). Evaluating demand management aspects of urban water policy-A field Survey in the city of Thessaloniki, Greece. *Urban Water*. 391-400.
- Lagarda, I., Vasquez, M., & Noriega, J. (2009). Hermosillo a travez de los Mapas. Editor H. Ayuntamiento de Hermosillo, Sonora.
- Leiva, J. (2007). Reuso del agua. Un analisis de factibilidad en localidades del rio sonora. Tesina de Especialidad en Gestion Integral de Cuencas Hidrologicas. Colegio de Sonora.
- Lloy, C. (2007). *Local models for spatial analysis*. CRC. Press. ISBN: 0-415-31681.
- Loh, M., & Coghlan, P. (2003). Domestic water use study. Perth, Australia 1998-2001.
- Lua, J., & Jean-Michael, G. (2012). Landscape ecology, land-use structure, and Population density: Case of the Columbus Metropolitan Area. *Landscape and Urban Planning* (105), 74-85.
- Madrid, Gobierno de medio ambiente y servicios a la ciudad. (2005). Plan municipal de gestion de la demanda de agua en la ciudad de Madrid. Direccion General de Sostenibilidad, Agenda 21.
- Makki, A., Stewart, R., Panuwatwanich, K., & Beal, C. (2011). Revealing the determinants of shower water end use consumption: enabling better targeted urban water conservation strategies. *Journal of Cleaner Production*. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.08.007, pp 1-18.
- Manzungu, E., & Machiridza, R. (2005). An Analysis of water consumption and prospects for Implementing water demand management at household level in the City of Harare, Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth*, (30), 925-934.
- March, H. (2010). Urban water management and market environmentalism: A historical perspective for Barcelona and Madrid. Tesis doctoral. Programa de doctorado en Ciencias Ambientales. Departamento de Geografia, Universidad Autonoma de Barcelona.
- March, H., & Sauri, D. (2009). What lies behind domestic water use? A review essay on the drivers of domestic water consumption. *Department de Geografia, Universitat Autonoma de Barcelona*. No. 50: 297-314.

- March, H., & Sauri, D. (2010). The suburbanization of water scarcity in the Barcelona Metropolitan Region: Sociodemographic and urban changes Influencing domestic water consevation. *The Professional Geographer*. Vol. 62, 1:32-45.
- Martin , J., Gutierrez, C., & Berbel, J. (2008). Caracterizacion de los usos de agua en la demarcacion del Guadalquivir en apliacion de la directiva marco de aguas. *Revista de Estudios Regionales*. 45.
- Miras, J., & Rego, G. (2004). Red y crecimiento urbano: Los efectos de la expansion de la Coruña sobre el abastecimiento de agua, 1939-2003. Universidad de Coruña, pp. 279-298.
- Mujumdar, P., & Troy , P. (2008). Implications of climate change for sustainable water resources management in India. *Physics and Chemistry of the Earth*, 33(2008) 354-358.
- Mukhopadhyay, A., Akber, A., & Al-Awadi. (2001). Analisis of freshwater consumption patterns in the private residences of kwait. *Urban Water*. (3) : 53-62.
- O'Hara, J., & Georgakakos, K. (2008). Quantifying the urban water supply impacts of climate change. *Water Resources Management*, 22: 1477-1497.
- Ojeda, A. (2011). Una Aproximación de los Sistemas Emergentes en la Gestión del Agua Doméstica Urbana: caso Hermosillo Sonora. *Epistemus* (10), 67-73.
- Organismo Operador de Agua Hermosillo. (2011). Diversos datos para el estudio. Recuperado el Agosto de 2012, de <http://www.aguadehermosillo.gob.mx>
- Ortega, S. (1999). Breve historia de Sinaloa. El Colegio de Mexico. ISBN: 968-16-5378-5.
- Pahl-Wost, C. (2007). The implications of complexity for integrated resources management. *Enviromental Modelling and Software* (22), 561-569.
- Pedregal, B. (2002). Planificacion hidrológica y demografía: El estudio de la población en relacion con los modelos de gestion del agua. Departamento de Geografía Humana. Universidad de Sevilla. 183-204.
- Pedregal, B. (2004). Estimacion de la demanda de agua urbana en los Planes Marco: El caso español a la luz de la experiencia del plan hidrológico de California. Departamento de Geografía Urbana, Universidad de Sevilla.
- Pérez, C. (2009). Tecnicas de analisis de datos con SPSS15. Universidad complutense de Madrid. Pearson. ISBN: 978-84-8322-601-8.

- Pineda, N. (2006). Dar de beber a Hermosillo. En la gestión del agua urbana en México, coordinador por David Barkin, 235-247. Guadalajara: Universidad de Guadalajara. ISBN 9702708885.
- Polebitsky, A. (2010). Effects of urban development and climate on water demand and curtailment, dissertation submitted in partial fulfillment on the requirements for the degree of doctor in philosophy. Department of civil and Environmental Engineering University of Washington.
- Portnov, B., & Meir, I. (2008). Urban water consumption in Israel: convergence or divergence?. *Environmental science & policy*, 11:347-358.
- Randolph, B., & Troy, P. (2008). Attitudes to conservation and water consumption *Environmental Science & Policy*. 441-455.
- Rodriguez Gamez, L. (2012). New perspectives on the Spatial analysis of urban Employment distribution and commuting patterns: The cases of Hermosillo and Ciudad Obregon, Mexico. Dissertation submitted to Faculty of the School of Geography and development, for the degree of doctor of philosophy with a major in geography, University Arizona.
- Ruth, M., Bernier, C., & Jollands, N. (2007). Adaptation of urban water infrastructure to impacts from climate and socioeconomic changes: the case of Hamilton, New Zeland. *Water Resources Management*. 21, 1031-1045.
- Salazar, A., & Pineda, N. (2010). Ecenarios de demanda y politicas para la administracion del agua potable en mexico: El caso de Hermosillo, Sonora. *Region y Sociedad*. 105-122.
- Santos, J., & Azcarate, M. (2013). Medida de la dispersion urbana en un territorio SIG. Aplicacion al estudio del desarrollo urbano de la Comunidad de Madrid, 1990-2006. *Revista Internacional de Ciencias y Tecnologia de la Informacion Geografica*, 13: 48-75. ISBN: 1578-5157.
- Sauri, D. (2003). Light and Shadows of Urban Water Demand Management: The Case of the Metropolitan Region of Barcelona. *European Planning Studies*, Vol. 11, No.3.
- Sauri, D., & Cantó, S. (2009). Integración de Políticas Sectoriales: Agua y Urbanismo. Fundación Nueva Cultura del Agua. Sevilla: Uniersidad de Sevilla-Ministerio de Medio Ambiente.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2008). Informe sobre la situación del medio ambiente. *Compendio de Estadísticas Ambientales*. México: Semarnat.

- Shandas, V., & Parandvash, G. (2009). Integrating urban form and demographics in water-demand management: an empirical case study of Portland, Oregon. *Environment and Planning*, 1-18.
- Shearer, H. (2010). Using geographic information system to explore the determinants of household water consumption and response to the Queensland Government demand-side policy measures imposed during the drought of 2006-2008. University Australia.
- Singh, O., & Turkiya, S. (2012). A survey of household domestic water consumption patterns in rural semi-arid village, India. *Geo Journal*. DOI: 10.1007/S10708-012-9465-7.
- Sortillon, J. (2001). Compendio de historia de Hermosillo. <http://www.historiadehermosillo.com/historiahillo/histhillo.htm> (acceso nov.2011)
- Tortajada, C. (2006). Water management in Mexico City Metropolitan Area. *Water Resources Development*. Vol. 22,2: 353-376.
- Treviño, J. (2013). Patron espacial de la pobreza en Mexico 2010, de vuelta a lo básico. Reporte final. PAICYT 2011-2012. UANL. Proyecto: HU977-11.
- Troy, P., & Holloway, D. (2004). The Use of Residential Water Consumption as an Urban Planning Tool: A Pilot Study in Adelaide. *Journal of Environmental Planning and Management*, (47), 97-114.
- Troy, P., Holloway, D., & Randolph, B. (2005). Water use and the built environment: Patterns of water consumption in Sydney. City futures research center, University of New South Wales. No. 1, ISBN: 1740440196.
- UNESCO. (2009). Water in a Changing World. Recuperado el Agosto de 2011, de The United Nations, World Water Development, Report 3: <http://publishing.unesco.org>
- Union, H. C. (2013). Ley General de Equilibrio y Protección al Ambiente DOF-07-06-2013.
- Union, H. C. (2009). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos DOF-24-08-2009.
- Union, H. C. (2012). Ley Federal de Derecho DOF-09-04-2012.
- Vairavamoorthy, K., Gorantiwar, S., & Pathirana, A. (2008). Managing urban water supplies in developing countries—climate change and water scarcity scenarios. *Physics and Chemistry of the earth*, 33, 330-339.

- Vallejo, M., & Magrinya, F. (2005). *La ingeniería de la evolución de la urbanística*. Departamento de Infraestructura del Transporte y Territorio. Universidad Politécnica de Cataluña. ISBN. 84-8301-632-X.
- Visauta, B. (2007). *Análisis estadístico con SPSS14*. McGraw-Hill./Interamericana de España. ISBN: 978-84-481-5670-1.
- Visauta, B., & Martori, J. (2007). *Análisis estadístico con SPSS. Vol. II. Estadística multivariante*. McGraw-Hill./Interamericana de España. ISBN: 978-84-481-5670-1.
- Wentz, E., & Gober, P. (2007). Determinants of Small-Area Water Consumption for the City of Phoenix, Arizona. *Water Resources Management*, 21, 1849-1863.
- Wu, Z., McKay, J., & Hemphill, E. (2011). Roles of levies for sustainable domestic water consumption. *Water resources management*, 25, 929-940.
- Xuan, N., Artl, G., Heber, B., Hennersdorf, J., & Lehmann, I. (2002). Evaluation of urban land-use structures with a view to sustainable development. *Environmental Impact Assessment Review*, 22, 475-492.
- Yabareen, Y. (2006). Sustainable urban form: Their typologies, Models, and Concepts. *Journal of Planning Education and Research*, 26:38. DOI 10.1177/0739456X05285119.
- Yin, Z., Walcott, S., Kaplan, B., Cao, J., Lin, et, al,. (2005). An analysis of the relationship between spatial patterns of water quality and urban development in Shanghai, China. *Computers, Environmental and Urban Systems*, 29, 197-221.

Anexo I

Proyecto de encuesta

PROYECTO: “CONSUMO DE AGUA DOMÉSTICA URBANA
EN HERMOSILLO, SONORA”



UNIVERSIDAD DE SONORA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA
 PROYECTO: “CONSUMO DE AGUA DOMÉSTICA URBANA EN HERMOSILLO,
 SONORA”

FECHA:	FOLIO:	COLONIA:	Cve. AGEB	No. MZNA.
---------------	---------------	-----------------	------------------	------------------

Nombre y firma del encuestador

Presentación del encuestador: Buenos días (tardes). Estamos trabajando para una Investigación que realiza la UNISON y la UANL del Abastecimiento de Agua en Hermosillo, con el fin de proponer una mejora en la distribución del agua y que sea benéfico para las familias. Solicitamos su ayuda para que responda algunas preguntas que no llevarán mucho tiempo. El cuestionario es muy sencillo no hay preguntas delicadas; con su participación voluntaria y anónima estará ayudando a los habitantes de Hermosillo. No pedimos nombres, ni tampoco identificación. Usted puede ver mi identificación en este gafete, y en esta carta de la autoridad.

Hora de inicio: _____

MARCAR CON UNA “X” LA RESPUESTA QUE CORRESPONDA EN c/u DE LAS PREGUNTAS:

1.- Sexo del Informante:

01. Hombre

02. Mujer

2.- Qué edad tiene usted? _____ años. (Que sea mayor o igual a 18 años)

I. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA VIVIENDA

En seguida le voy a preguntar acerca de algunas Características de la Vivienda:

3.- Cuántos años lleva viviendo en esta casa?

01. Menos de 5 años 02. Entre 5 y 9 años 03. Entre 10 y 15 99. Ns.
 04. Entre 16 y 20 años 05. Entre 21 y 30 06. Más de 30 años

4.- La casa es:

01. Propia 02. Rentada. 03. De algún pariente 04. Otro _____ 99. Ns

5.- Aproximadamente cuántos años tiene de construida la casa?

01. Menos de 5 años 02. Entre 5 y 9 años 03. Entre 10 y 15 99. Ns
 04. Entre 16 y 20 años 05. Entre 21 y 30 06. Más de 30 años

6.- De cuántos niveles o plantas es la casa?

01. Un nivel 02. Dos niveles 03. Tres niveles 99. Ns.

7.- El principal material de construcción de los muros (pared) de la casa es:

01. Madera 02. Ladrillo 03. Block 04. Otro _____ 99. Ns

8.- Cómo se abastece de agua potable la vivienda?

01. Red de agua municipal 02. Por Pipas 03. Otro _____ 99. Ns

9.- La casa cuenta con drenaje sanitario conectado a la red pública?

01. Si 02. No 99: Ns.

10.- Puede decirme en que rango aproximado de metros (m²) construidos tiene la casa?

01. Menor o igual a 50 m² 02. Entre 51 a 70 m² 03. De 71 a 90 m² 04. 91 a 115
 05. Entre 116 a 145 m² 06. De 146 a 170 m² 07. Más de 170 m² 99. Ns

11.- Cuál es la superficie aproximada del terreno donde se ubica la vivienda (m²)?

01. Menor o igual a 80 m² 02. Entre 81 y 120 m² 03. Entre 121 y 160 m²
 04. Entre 161 y 200 m² 05. Mayor de 200 m² 99. Ns

De la lista siguiente, qué aparatos o servicios tiene la vivienda? 01. Sí 02. No

APARATO	01 SI	02 NO	APARATO	01 SI	02 NO
12.Boiler para calentar agua			18.Lavadora		
13.Fregadero (lavar a mano)			19.Tina de baño (o Jacuzzi)		
14.Lavavajillas automático			20. Teléfono celular.		
15.Lavadero (cemento u otro)			21.Internet		
16.Tinaco/tanque			22.Computadora		
17.Aljibe/Cisterna con bomba			23.T.V.		

24.- Cuál es la frecuencia del uso de la lavadora a la semana?

01. Una vez 02. Dos veces 03. Dos o tres veces 04. Más de tres 99.
Ns

25.- Cuantos baños completos (con inodoro, regadera y lavabo) tiene la casa?
 01. Un baño 02. Dos baños 03. Tres baños 04. Cuatro, o más 99.
Ns

26.- La ventilación para mejorar el clima al interior de su casa es con:
 01. Abanico 02. Cooler/AiroCooler 03. Refrigeración 04. Ninguno
99. Ns

27.- Cuántas recamaras o dormitorios tiene la casa (exclusivo para dormir)?
 01. Un sólo cuarto 02. Dos cuartos 03. Tres o más 99. Ns

28.- La casa tiene alberca propia?
 01. Si 02. No

II. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL HOGAR.

Ahora le voy a preguntar referente a algunas características de las personas que residen en esta vivienda:

29.- Cuántas personas viven en este hogar (que vivan en ésta casa)?
_____ personas

30.- Usted nació en la ciudad de Hermosillo? (si la respuesta es SI pase a la 21).
 01. Si 02. No

31.- Si nació en otra ciudad o municipio cuántos años tiene de radicar en Hermosillo?
 01. < 5 años 02. De 5-10 03. De 10-20 04. Más de 20 99. Ns

Características y número de personas que integran el hogar, empezando por el Informante:

No.	Preg.32 Parentesco con el Jefe	Preg.33 Sexo 01 Hombre 02 Mujer	Pregunta 34 Edad (años cumplidos)	Pregunta 35 Nivel Estudios * (terminado)	RANGO / CLAVE DE EDAD
#1					0-4 01
#2					4-12 02
#3					12-20 03
#4					20-30 04
#5					30-40 05
#6					40-60 06

#7					60 y Más 07
#8					

PARENTESCO: 01 Jefe hogar; 02 Conyugue; 03 Padre; 04 Madre; 05 Hijo (a); 06 Nieto (a); 07 Yerno/Nuera; 08 Pariente; 09 Personal de Servicio.

* **NIVEL:** 00 Sin estudio; 01 Kinder; 02 Primaria; 03 Secundaria; 04 Técnico; 05 Prepa; 06 Normal; 07 Licenciatura o profesional 08 Maestría; 09 Doctorado.

III. COSTOS

A continuación le preguntaré algunos costos originados por el uso del agua:

36.- Reciben información de las tarifas (\$) que aplica el Organismo Operador en el cobro del agua?

01. Nunca 02. Algunas veces 03. Regularmente 04. Siempre 99. Ns.

37.- Utilizan agua purificada (de botella) para el consumo humano -beber o cocinar- ?

01. Nunca 02. Algunas veces 03. Regularmente 04. Siempre 99. Ns.

38.- Qué cantidad de agua purificada utilizan en la casa por semana?

01. Un garrafón (20 lts) 99. Ns

02. Dos garrafones

03. Tres garrafones

04. Cuatro o más garrafones

39.- Por qué utilizan el agua purificada?

01. El agua de la llave no es confiable 02. Sabe mucho a cloro 03. Sale turbia

04. Tiene mal olor 05. Otro _____ 99. Ns

40.- Algún integrante de este hogar ha padecido enfermedades por consumir agua de la llave?

01. Si 02. No 99. Ns

41.-Cómo se cobra el consumo de agua en su casa?

01. Cuota fija 02. Servicio medido 03. Otro _____ 99. Ns.

42.- Qué cantidad de agua (m³) utilizaron en el último mes, según su recibo?

_____ m³ 99. Ns.

43.- Cuánto pagó usted en su último Consumo por este servicio?

\$ _____ M.N. 99. Ns

44.- Cómo considera el importe (\$) del Consumo que paga por el agua utilizada en la casa?

01. Aceptable 02. Barato 03. Caro 99. Ns.

45.- En caso de posibles incrementos a futuro en la tarifa del agua que se paga, a quién considera usted que deban aplicarse?

01. Para todos en general 02. Para todos, pero con estímulos por ahorrar agua

03. Sólo para grandes consumidores 04. Otro _____ 99. Ns.

IV. CONSUMO DE AGUA

Finalmente, le voy a preguntar algo relacionado con sus hábitos de consumo de agua:

46.- Cuántas horas por día tienen agua en la casa?

01. De 1 a 3 hrs. 02. De 4 a 6 hrs. 03. De 7 a 9 hrs.
 04. De 10 a 12 hrs. 05. Más de 12 hrs. 99. Ns

47.- El programa de tandeo de agua en la ciudad (agua por horas al día) les ha afectado?

01. Nunca 02. Algunas veces 03. Regularmente 04. Siempre 99. Ns.

48.- Considera usted que las autoridades informan sobre los problemas que hay en el abasto de agua?

01. Nunca 02. Algunas veces 03. Regularmente 04. Siempre 99. Ns.

49.- Las autoridades responsables informan la importancia de ahorrar el agua?

01. Nunca 02. Algunas veces 03. Regularmente 04. Siempre 99. Ns.

50.- Que tan importante es para usted que las personas no desperdicien el agua?

01. Nada importante 02. Poco importante 03. Importante
 04. Muy Importante 99. Ns.

51.- Para usted cuál es la razón por la que habría que ahorrar agua?

01. Porque así pagaría menos (\$) 02. Porque el agua es un recurso limitado y valioso
 03. Porque es caro traerla a la ciudad 99. Ns.

52.- Como califica usted el servicio de agua que le otorga el Organismo Operador?

01. Muy malo 02. Malo 03. Regular 04. Bueno 05. Muy bueno 99. Ns.

53.- Se ha sentido usted presionado(a) o estresado(a) por la posibilidad de no disponer de agua en la casa?

01. Nunca 02. Algunas veces 03. Regularmente 04. Siempre 99. Ns.

54.- En qué medida está usted de acuerdo con el proyecto del “Acueducto Independencia” que se construye como una solución a la escasez del agua en la ciudad?

01. Nada de acuerdo 02. Poco de acuerdo 03. Medianamente de acuerdo
 04. De acuerdo 05. Totalmente de acuerdo 99. Ns

55.- Si la casa tiene jardín, cuántos m² (área) tiene aproximadamente?

01. Menor o igual que 10 m² 02. Entre 11 y 15 m² 03. Entre 16 y 20 m²
 04. Entre 21 y 25 m² 05. Más de 25 m² 99. Ns.

56.- De que está compuesto su jardín ó área verde?

01. Sólo césped (pasto) 02. Tiene sólo plantas 03. Pasto y plantas
 04. Pasto, plantas y árboles 05. Otro _____ 99. Ns

57.- Con qué frecuencia riegan el jardín (ó área verde) por semana?

01. Un día 02. Dos días 03. Tres días 04. Otro _____ 99. Ns

58.- Estarían dispuestos a reducir su consumo de agua en la casa?

- Si 02. No 99. Ns

59.- Sabía usted que la mayor parte del agua utilizada al interior de una casa es en la regadera y en el inodoro?

01. Si 02. No

60.- Si en los últimos cinco años ha realizado renovaciones en su casa en las instalaciones que consumen agua; podría mencionar lo que abarcó esa renovación? (*puede anotar varias*)

01. Inodoros más ahorradores 02. Tuberías nuevas 03. Lavadora nueva
04. Regaderas ahorradoras 05. Cooler nuevo 99. Ns.

61.- Si las autoridades apoyaran el cambio de muebles viejos de baño de alto consumo de agua (inodoros y regaderas) por aparatos nuevos de bajo consumo y costo, y subsidiado; aceptaría usted esa propuesta?

01. Si 02. No 99. Ns

62.- Puede mencionar alguna acción que usted realiza para ahorrar agua en la casa?

Muchas gracias por su colaboración en esta Investigación !!!!

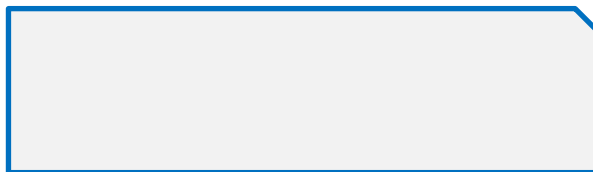
Hora final de la entrevista: _____

Duración: _____ minutos

Dirección:

Comentarios del entrevistador para el Supervisor: _____

CONTROL:



Nombre y firma del Supervisor

Anexo II

DISTRIBUCIÓN DE ENCUESTAS POR AGEB

SECTOR ALTO:

Ageb	Grado de Marginación	Población (hab)	% Población del Ageb	Encuestas por Ageb
2250	ALTO	5026	17.980	3
3297	ALTO	4810	17.207	2
572A	ALTO	2347	8.396	1
5838	ALTO	1272	4.550	1
5857	ALTO	1458	5.216	1
5876	ALTO	2400	8.586	1
5908	ALTO	74	0.265	0
5927	ALTO	328	1.173	0
6003	ALTO	4566	16.335	2
608A	ALTO	552	1.975	0
6130	ALTO	3186	11.3978	2
6145	ALTO	997	3.567	0
6395	ALTO	466	1.667	0
6874	ALTO	368	1.316	0
743A	ALTO	103	0.368	0
TOTAL:	---	27,953	100%	13

SECTOR MEDIO:

Ageb	Grado de Marginación	Población (hab)	% Población del Ageb	Encuestas Por Ageb
2195	MEDIO	3403	2.132	3
2246	MEDIO	13525	8.474	5
2265	MEDIO	3265	2.046	1
2299	MEDIO	2909	1.823	1
2388	MEDIO	3981	2.494	2
2481	MEDIO	822	0.515	0
273A	MEDIO	1327	0.831	0
2744	MEDIO	153	0.096	0
2778	MEDIO	4496	2.817	2
323A	MEDIO	2840	1.779	1
3259	MEDIO	3938	2.467	2
3282	MEDIO	1890	1.184	1
330A	MEDIO	2267	1.420	1
3314	MEDIO	2808	1.759	1
3329	MEDIO	1967	1.232	1

3371	MEDIO	2394	1.500	1
3456	MEDIO	2110	1.322	1
4844	MEDIO	4566	2.861	2
490A	MEDIO	3198	2.004	1
4914	MEDIO	1508	0.945	0
5058	MEDIO	2566	1.608	1
5062	MEDIO	2400	1.504	1
5132	MEDIO	3859	2.418	2
5217	MEDIO	3385	2.121	1
5221	MEDIO	1804	1.130	1
5236	MEDIO	2144	1.343	1
5344	MEDIO	2862	1.793	1
5363	MEDIO	3395	2.127	1
5378	MEDIO	4115	2.578	2
5382	MEDIO	3463	2.170	1
5397	MEDIO	3134	1.964	1
540A	MEDIO	3105	1.946	1
5575	MEDIO	4821	3.021	2
558A	MEDIO	2266	1.420	1
5594	MEDIO	2644	1.657	1
5715	MEDIO	2369	1.484	1
5734	MEDIO	1188	0.744	0
5772	MEDIO	2676	1.677	1
5823	MEDIO	2707	1.696	1
5842	MEDIO	2148	1.346	1
5861	MEDIO	1204	0.754	0
5880	MEDIO	316	0.198	0
5912	MEDIO	89	0.056	0
6075	MEDIO	2046	1.282	1
615A	MEDIO	3060	1.917	2
6215	MEDIO	2128	1.333	1
6319	MEDIO	2250	1.410	1
6338	MEDIO	2454	1.538	1
6465	MEDIO	679	0.425	0
6624	MEDIO	2165	1.357	1
6910	MEDIO	2343	1.468	1
7035	MEDIO	608	0.381	0
7196	MEDIO	575	0.360	0
7209	MEDIO	551	0.345	0
7228	MEDIO	1186	0.743	0

7232	MEDIO	1971	1.235	1
7251	MEDIO	709	0.444	0
7270	MEDIO	241	0.151	0
7586	MEDIO	252	0.158	0
7637	MEDIO	225	0.141	0
7938	MEDIO	1129	0.707	0
8029	MEDIO	3019	1.892	1
8033	MEDIO	4984	3.123	2
8122	MEDIO	356	0.223	0
8141	MEDIO	437	0.274	0
8279	MEDIO	2186	1.370	1
8461	MEDIO	316	0.198	0
8476	MEDIO	496	0.311	0
8673	MEDIO	91	0.057	0
8758	MEDIO	209	0.131	0
8870	MEDIO	483	0.303	0
8955	MEDIO	422	0.264	0
TOTAL:	---	159,598	100%	61

SECTOR BAJO:

Ageb	Grado de Marginación	Población (hab)	% Población del Ageb	Encuestas por Ageb
1746	BAJO	4466	2.305	2
1799	BAJO	2513	1.297	1
1905	BAJO	1848	0.954	0
2208	BAJO	1891	0.976	1
234A	BAJO	3136	1.619	1
2354	BAJO	3561	1.838	2
2373	BAJO	3086	1.593	2
2477	BAJO	2347	1.212	0
2509	BAJO	2477	1.279	1
2513	BAJO	1024	0.529	0
2528	BAJO	4291	2.215	2
2532	BAJO	2781	1.436	1
2547	BAJO	2507	1.294	1
2617	BAJO	2125	1.097	1
2706	BAJO	5507	2.843	2
2918	BAJO	2529	1.305	1

2994	BAJO	2223	1.148	1
3085	BAJO	2733	1.411	1
3225	BAJO	2543	1.313	1
3244	BAJO	4722	2.438	2
3263	BAJO	4075	2.104	2
3390	BAJO	4024	2.077	2
3422	BAJO	3148	1.625	1
3437	BAJO	2888	1.491	1
3441	BAJO	2008	1.037	1
4863	BAJO	6865	3.544	3
4929	BAJO	2266	1.170	1
4952	BAJO	2180	1.125	1
4967	BAJO	4252	2.195	2
4971	BAJO	2166	1.118	0
5039	BAJO	4080	2.106	2
5166	BAJO	2329	1.202	1
5185	BAJO	2024	1.045	1
5202	BAJO	1445	0.746	0
5255	BAJO	600	0.310	0
526A	BAJO	1802	0.930	1
5274	BAJO	2263	1.168	1
5289	BAJO	1689	0.872	1
5293	BAJO	1657	0.855	1
5325	BAJO	1526	0.788	0
5359	BAJO	2334	1.205	1
5433	BAJO	1096	0.566	0
5467	BAJO	1444	0.745	0
5471	BAJO	1606	0.829	0
5486	BAJO	2512	1.297	1
5503	BAJO	2017	1.041	1
5518	BAJO	659	0.340	0
5537	BAJO	1397	0.721	0
5626	BAJO	2704	1.396	1
5630	BAJO	2957	1.526	1
5664	BAJO	1130	0.583	0
5768	BAJO	906	0.468	0
6018	BAJO	4441	2.292	2
6037	BAJO	1567	0.809	0
6056	BAJO	1883	0.972	1
6060	BAJO	4056	2.094	2

6164	BAJO	1913	0.987	1
6179	BAJO	414	0.214	0
6183	BAJO	271	0.140	0
6198	BAJO	435	0.225	0
622A	BAJO	6584	3.399	3
6304	BAJO	605	0.312	0
6376	BAJO	3226	1.665	1
6643	BAJO	4033	2.082	2
6677	BAJO	2185	1.128	1
6766	BAJO	2502	1.292	1
6855	BAJO	1225	0.632	0
7020	BAJO	1759	0.908	1
7092	BAJO	251	0.130	0
7340	BAJO	275	0.142	0
7389	BAJO	3522	1.818	2
7444	BAJO	2245	1.159	1
7497	BAJO	271	0.140	0
750A	BAJO	4171	2.153	2
7514	BAJO	962	0.497	0
7567	BAJO	316	0.163	0
7641	BAJO	117	0.060	0
7798	BAJO	908	0.469	0
7800	BAJO	1936	0.999	1
7868	BAJO	315	0.163	0
7923	BAJO	3560	1.838	2
825A	BAJO	805	0.416	0
8283	BAJO	1514	0.782	0
8508	BAJO	86	0.044	0
8654	BAJO	559	0.289	0
8885	BAJO	1296	0.669	0
889A	BAJO	1156	0.597	0
TOTAL:	---	193,723	100%	73

SECTOR MUY BAJO:

Ageb	Grado de Marginación	Población (hab)	% Población del Ageb	Encuestas por Ageb
0095	MUY BAJO	218	0.069	0
0409	MUY BAJO	73	0.023	0
1750	MUY BAJO	2793	0.881	2

177A	MUY BAJO	2133	0.673	1
1835	MUY BAJO	2540	0.802	2
184A	MUY BAJO	2620	0.827	3
1854	MUY BAJO	1718	0.542	0
1869	MUY BAJO	2306	0.728	1
1873	MUY BAJO	2416	0.762	2
1888	MUY BAJO	1808	0.571	0
191A	MUY BAJO	1781	0.562	1
1924	MUY BAJO	1823	0.575	1
1939	MUY BAJO	1704	0.538	1
1943	MUY BAJO	1496	0.472	1
1958	MUY BAJO	1308	0.413	0
1996	MUY BAJO	939	0.296	0
2000	MUY BAJO	1109	0.350	0
2015	MUY BAJO	1045	0.330	0
202A	MUY BAJO	2662	0.840	2
2049	MUY BAJO	1917	0.605	1
2068	MUY BAJO	1203	0.380	0
2072	MUY BAJO	1431	0.452	1
2087	MUY BAJO	877	0.277	0
2091	MUY BAJO	529	0.167	0
2335	MUY BAJO	6844	2.160	4
2405	MUY BAJO	3840	1.212	2
2443	MUY BAJO	4259	1.344	2
2458	MUY BAJO	2482	0.783	2
2462	MUY BAJO	886	0.280	0
2551	MUY BAJO	2576	0.813	2
2585	MUY BAJO	5104	1.611	3
2602	MUY BAJO	168	0.053	0
2621	MUY BAJO	5015	1.583	3
2636	MUY BAJO	1212	0.382	0
2640	MUY BAJO	3196	1.009	2
2655	MUY BAJO	2026	0.639	1
2710	MUY BAJO	7334	2.314	4
2763	MUY BAJO	3470	1.095	2
2886	MUY BAJO	4306	1.359	2
2890	MUY BAJO	3313	1.045	2
2903	MUY BAJO	3291	1.038	2
2922	MUY BAJO	1520	0.480	1
2937	MUY BAJO	1660	0.524	1

2941	MUY BAJO	1755	0.554	1
2956	MUY BAJO	2599	0.820	2
2960	MUY BAJO	1521	0.480	0
2975	MUY BAJO	3248	1.025	2
298A	MUY BAJO	1348	0.425	0
3009	MUY BAJO	920	0.290	0
3013	MUY BAJO	804	0.254	0
3028	MUY BAJO	378	0.119	0
3032	MUY BAJO	887	0.280	0
3047	MUY BAJO	1115	0.352	0
3051	MUY BAJO	3100	0.978	2
3066	MUY BAJO	1823	0.575	1
3070	MUY BAJO	2406	0.759	1
3278	MUY BAJO	4202	1.326	2
3333	MUY BAJO	2758	0.870	2
3348	MUY BAJO	2966	0.936	2
3352	MUY BAJO	210	0.066	0
3367	MUY BAJO	1053	0.332	0
3386	MUY BAJO	1878	0.593	1
3418	MUY BAJO	2461	1.323	2
3460	MUY BAJO	4192	1.323	2
483A	MUY BAJO	4309	1.360	2
4859	MUY BAJO	2124	0.670	1
4933	MUY BAJO	1434	0.453	0
4948	MUY BAJO	2865	0.904	2
4986	MUY BAJO	1933	0.610	1
4990	MUY BAJO	3326	1.050	2
5043	MUY BAJO	2758	0.870	1
5077	MUY BAJO	1483	0.468	1
5081	MUY BAJO	1290	0.407	0
5096	MUY BAJO	2195	0.693	1
5109	MUY BAJO	1731	0.546	1
5113	MUY BAJO	2636	0.832	2
5128	MUY BAJO	3117	0.984	2
5151	MUY BAJO	2792	0.881	2
5170	MUY BAJO	2236	0.706	1
519A	MUY BAJO	2116	0.668	1
5240	MUY BAJO	530	0.167	0
5306	MUY BAJO	2140	0.675	1
5310	MUY BAJO	2037	0.643	1

533A	MUY BAJO	2159	0.681	1
5414	MUY BAJO	3887	1.227	2
5429	MUY BAJO	847	0.267	0
5448	MUY BAJO	1876	0.592	1
5452	MUY BAJO	2584	0.815	2
5490	MUY BAJO	3536	1.116	2
5522	MUY BAJO	1428	0.451	1
5560	MUY BAJO	3076	0.971	2
5607	MUY BAJO	1989	0.628	1
5611	MUY BAJO	1411	0.445	0
5645	MUY BAJO	1544	0.487	1
565A	MUY BAJO	2934	0.926	2
5679	MUY BAJO	491	0.155	0
5683	MUY BAJO	1783	0.563	1
5698	MUY BAJO	3532	1.115	2
5700	MUY BAJO	2490	0.786	2
5749	MUY BAJO	1330	0.420	0
5753	MUY BAJO	179	0.056	0
5965	MUY BAJO	1331	0.420	0
597A	MUY BAJO	3271	1.032	2
5984	MUY BAJO	3402	1.074	2
5999	MUY BAJO	2369	0.748	2
6022	MUY BAJO	682	0.215	0
6041	MUY BAJO	3498	1.104	2
6200	MUY BAJO	5504	1.737	3
6361	MUY BAJO	621	0.196	0
6431	MUY BAJO	359	0.113	0
6446	MUY BAJO	2244	0.708	1
6450	MUY BAJO	3956	1.248	2
6658	MUY BAJO	3902	1.231	2
6662	MUY BAJO	3206	1.012	2
6681	MUY BAJO	1823	0.575	1
6696	MUY BAJO	440	0.139	0
6709	MUY BAJO	747	0.236	0
6732	MUY BAJO	936	0.295	0
6770	MUY BAJO	1126	0.355	0
6817	MUY BAJO	4128	1.303	2
6836	MUY BAJO	2206	0.696	1
6840	MUY BAJO	3124	0.986	2
6925	MUY BAJO	1432	0.452	0

693A	MUY BAJO	2037	0.643	1
6944	MUY BAJO	1882	0.594	1
6959	MUY BAJO	1818	0.574	1
6963	MUY BAJO	3517	1.110	2
6978	MUY BAJO	1346	0.425	0
6982	MUY BAJO	2370	0.748	1
6997	MUY BAJO	549	0.173	0
704A	MUY BAJO	1174	0.106	0
7054	MUY BAJO	1356	0.428	0
7069	MUY BAJO	568	0.179	0
7088	MUY BAJO	123	0.039	0
7158	MUY BAJO	585	0.185	0
7162	MUY BAJO	444	0.140	0
7177	MUY BAJO	1983	0.626	1
7181	MUY BAJO	250	0.079	0
7247	MUY BAJO	538	0.170	0
7285	MUY BAJO	270	0.085	0
729A	MUY BAJO	297	0.094	0
7302	MUY BAJO	351	0.111	0
7317	MUY BAJO	750	0.237	0
7355	MUY BAJO	3171	1.001	2
7463	MUY BAJO	798	0.252	0
7478	MUY BAJO	411	0.130	0
7529	MUY BAJO	1227	0.387	1
7571	MUY BAJO	96	0.030	0
7603	MUY BAJO	184	0.058	0
7656	MUY BAJO	411	0.130	0
7660	MUY BAJO	400	0.126	0
7675	MUY BAJO	298	0.094	0
768A	MUY BAJO	107	0.034	0
7707	MUY BAJO	333	0.105	0
7711	MUY BAJO	683	0.216	0
7726	MUY BAJO	349	0.110	0
7815	MUY BAJO	1399	0.441	1
7834	MUY BAJO	396	0.125	0
7887	MUY BAJO	587	0.185	0
7904	MUY BAJO	520	0.164	0
7957	MUY BAJO	425	0.134	0
7976	MUY BAJO	56	0.018	0
7980	MUY BAJO	612	0.193	0

7995	MUY BAJO	112	0.035	0
800A	MUY BAJO	204	0.064	0
8014	MUY BAJO	940	0.297	0
8052	MUY BAJO	1495	0.472	1
8067	MUY BAJO	1282	0.405	0
8071	MUY BAJO	364	0.115	0
8090	MUY BAJO	176	0.056	0
8137	MUY BAJO	2088	0.659	1
8300	MUY BAJO	240	0.076	0
8404	MUY BAJO	820	0.259	0
8419	MUY BAJO	141	0.044	0
8438	MUY BAJO	144	0.045	0
8442	MUY BAJO	186	0.059	0
8531	MUY BAJO	385	0.121	0
864A	MUY BAJO	77	0.024	0
8739	MUY BAJO	153	0.048	0
8917	MUY BAJO	199	0.063	0
8993	MUY BAJO	213	0.067	0
TOTAL:	---	316,900	100 %	153

Anexo III

CONSUMO DE AGUA PROMEDIO MENSUAL POR COLONIA

CONSUMO DE AGUA PROMEDIO MENSUAL:

No.	Colonia	Consumo (m ³)
1	15A	21.04
2	22 de septiembre	17.00
3	4 de Marzo (invasión)	12.50
4	5 de Mayo	10.58
5	5 de Mayo sector A	5.42
6	Adolfo de la Huerta	16.21
7	Adolfo Lopez Mateos	17.17
8	Agaves Residencial	7.29
9	Agualurca	11.67
10	Akiwiki	17.25
11	Alborada	13.04
12	Alcala Residencial	17.00
13	Alta California	26.25
14	Alta California II y III etapa	29.17
15	Alta California IV	5.83
16	Altamira	9.42
17	Altares	10.83
18	Altares II	10.17
19	Alto Valle	10.83
20	Alto Valle Sector A	10.83
21	Altos de Aragón	1.33
22	Álvaro Obregón	15.33
23	Ampliación Progreso	14.38
24	Apolo	15.25
25	Arándanos Residencial	10.63
26	Aranjuez Residencial	4.67
27	Arboledas	9.13
28	Arcadia	19.83
29	Arcángel Residencial	9.54
30	Arco Iris	7.83
31	Asturias Residencial	4.92
32	Atardeceres	16.21
33	Bachoco	18.67
34	Bahía Kino Nuevo	6.38
35	Balderrama	12.08
36	Bella Vista	14.88
37	Benei Residencial	10.50

38	Benito Juárez	16.42
39	Bernard/Esqueda	21.58
40	Bretana	24.75
41	Buena Vista	12.92
42	Buenos Aires	13.04
43	Bugambilias	16.67
44	Café Combate	6.00
45	Camino del Seri	5.50
46	Camino Real	14.00
47	Camino Real Norte	12.08
48	Campanario	18.63
49	Campestre resid. Country club	9.50
50	Campo grande residencial	12.42
51	Canadá de los negros	5.04
52	Capistrano	18.96
53	Carmen Serdán	15.00
54	Casa bonita	11.21
55	Casa bonita II	9.75
56	Casa grande residencial I	29.33
57	Casa linda	13.25
58	Casa real residencial	8.83
59	Casa blanca	16.17
60	Catalinas residencial	18.17
61	Cda. Pueblo Alto	18.25
62	Centenario	18.63
63	Centro	10.58
64	Cerrada caridad	8.71
65	Cerrada cucurpe	9.08
66	Cerrada de la capilla	8.88
67	Cerrada de minas	2.00
68	Cerrada de diamante	13.92
69	CERRADA NORWALK	12.50
70	Cerro de la campana	13.08
71	Cerro de la campana poniente bajo	14.75
72	Cerro de la cruz	12.88
73	Cerro del Apache	4.25
74	Chino Abelardo	16.33
75	Choyal	9.92
76	CNOP	14.25

77	Colina blanca	18.92
78	Colinas I y II	17.83
79	Coloso bajo	15.08
80	Coloso norte	2.08
81	Compostela residencial	22.29
82	Condesa	14.46
83	Condominios san pablo	7.57
84	Conjunto Arizona	14.58
85	Conquistadores	11.25
86	Constitución	19.83
87	Córdoba Residencial	8.21
88	Coronado Residencial	21.92
89	Costa del sol	8.75
90	Country club	12.75
91	Country club residencial	14.33
92	Cruz Gálvez	15.08
93	Cuartel pitic	7.00
94	Cuartel XV	17.96
95	Cuatro olivos	14.33
96	CUAUHTEMOC	13.75
97	Cucurpe II	10.00
98	Cumbres residencial	15.17
99	Del Razo	18.21
100	división del norte	0.00
101	Ejido el buey	1.17
102	Ejido la manga	2.22
103	El apache	11.42
104	El conquistador	5.46
105	El cortijo	5.79
106	El dorado	26.17
107	El encanto	4.50
108	El esplendor residencial	9.67
109	El jito	13.29
110	El llano	18.63
111	El malecón	16.08
112	El mariachi	12.58
113	El mezquite	14.00
114	El mirador	11.75
115	El recodo	18.54
116	El torreon	21.17

117	El triunfo	12.46
118	Emiliano zapata	14.83
119	Eusebio Kino	14.33
120	FCO EUSEBIO KINO-ISSSTESON	12.08
121	Fco. Villa	13.08
122	Floresta	11.17
123	FONHAPO	13.58
124	Fovissste I y II	10.08
125	Fracc. Bella Vista	12.75
126	Fuentes del centenario	15.08
127	Fuentes del mezquital	14.42
128	Gala	10.50
129	Génova residencial	11.75
130	H. Ayuntamiento	5.88
131	Hacienda de la flor	17.00
132	Hacienda del sol	12.00
133	Hacienda Residencial	7.83
134	Heberto castillo	13.42
135	Héctor Francisco Romero	6.92
136	Hermosa provincia	12.21
137	Inalámbrica	1.33
138	Insurgentes	13.92
139	Internacional	12.00
140	Inv. Las Palmas	14.50
141	Isabeles	13.58
142	ISSSTE Federal	15.08
143	Isssteson centenario/lux	17.92
144	Isssteson norte	16.50
145	Jacinto Lopez	15.50
146	Jardines	14.25
147	Jardines de Mónaco	15.08
148	Jerez del valle	14.19
149	Jesus Garcia	18.33
150	Jorge Valdez Muñoz	11.42
151	La alameda	19.33
152	La campiña	11.75
153	La caridad	10.67
154	La cartonera	0.83
155	La cholla	13.00
156	La cholla II sección	12.33

157	La encantada residencial	21.75
158	La huerta	17.50
159	La jolla villa de las esmeraldas	44.92
160	La jolla villa de los diamantes	20.00
161	La jolla villa de los zafiros	42.50
162	La lengüeta	12.54
163	La manga	18.29
164	La matanza	16.67
165	La metalera	20.38
166	La mosca	17.42
167	La paloma residencial I	18.83
168	La paloma residencial II	27.08
169	La primavera	14.08
170	La rioja	15.00
171	La ventana	9.75
172	La verbena	12.00
173	Ladrilleras sección punta chueca	10.08
174	Las amapolas norte	19.42
175	Las amapolas sur	19.92
176	Las aves	16.25
177	Las diligencias	14.13
178	Las dunas	12.83
179	Las flores	13.92
180	Las granjas	14.75
181	Las lomas de cortes	15.50
182	Las lomas del mirador	15.50
183	Las lomas del Pitic	19.00
184	Las lomas del sol	18.08
185	Las lomas del sur	17.92
186	Las lomas privada del bosque	16.08
187	Las lomas privada las lomas	14.58
188	Las lomas real del parque	13.08
189	Las lomas secc. Sec	16.50
190	Las lomas secc. Los almendros II	14.13
191	Las lomas secc. Los manzanos II	12.58
191	Las lomas secc. Almendros III	12.00
192	Las lomas sección bonita	16.00
193	Las lomas sección castanos	16.46
194	Las lomas sección el paraíso	10.83
195	Las lomas sección los almendros	17.79

196	Las lomas sección los manzanos	12.13
197	Las margaritas	15.50
198	las minitas	14.00
199	Las minitas sección Quiroga	10.96
200	Las palmas	16.42
201	Las pilas	13.42
202	Las placitas	16.54
203	Las plazas	15.83
204	Las praderas IV	14.92
205	Las praderas norte	15.42
206	Las quintas	15.08
207	Las quintas Galicia	15.25
208	LAS TORRES/ISSSTESON	15.17
209	Las villas	14.58
210	LAURA ALICIA FRIAS DE LOPEZ NOGALES	13.52
211	Ley 57	16.75
212	Libertad	15.58
213	Llano verde	19.58
214	Loma blanca	5.75
215	Loma linda	18.83
216	Lomas altas	24.63
217	Lomas de barrocan	18.44
218	Lomas de la reforma	18.88
219	Lomas de linda vista	15.33
220	Lomas de Madrid	16.67
221		
222	LOMAS DEL NORTE Y DEL PARAISO	13.33
223	Lomas Pitic	17.17
224	Lopez portillo	17.50
225	Loreto	26.58
226	Los álamos	18.83
227	Los altos residencial	16.83
228	Los Ángeles	9.92
229	Los Ángeles secc. Santa fe III	10.00
230	Los arcos	17.67
231	Los arroyo secc. Los huertos	15.00
232	Los arroyos	9.63
233	Los arroyos secc. Los cantares	10.04
234	Los arroyos secc. Manantiales	10.13

235	Los bagotes	39.42
236	Los canarios	20.33
237	Los choros	14.17
238	Los girasoles	15.96
239	Los lagos	44.38
240	Los manantiales	10.04
241	Los olivos	15.50
242	Los pinos residencial	9.42
243	Los poetas	11.65
244	Los portales	19.17
245	Los rosales	17.88
246	Los sabinos	29.42
247	Los sauces	14.50
248	Los tulipanes I	13.13
249	Los tulipanes II	12.92
250	Los tulipanes III	10.33
251	Luis Donald Colosio	12.17
252	Luis Donald Colosio secc galileo	10.72
253	Luis encinas	16.42
254	Machi López	14.75
255	Mallorca residencial	10.58
256	Manuel Gómez Morín	13.04
257	Margaritas olivos	14.75
258	Marsella residencial	13.63
259	Mártires de cananea	16.29
260	Metro centro	23.17
261	Miguel Ángel Jiménez	23.46
262	Miguel Hidalgo	15.58
263	Minitas secc. Quiroga	7.83
264	Mirasoles	14.08
265	Misión	12.96
266	Misión de lirios	10.58
267	Misión de San Ignacio	11.75
268	Misión del Arco	12.25
269	Misión del Real	16.33
270	Misión del Sol	15.25
271	Misioneros	13.00
272	Modelo centro	21.67
273	Modelo Norte	20.96
274	Modelo privadas	19.00

275	Modelo sur, retornos	18.42
276	Mónaco privadas Residenciales	18.83
277	Montebello Residencial	14.83
278	Montecarlo	16.17
279	Morelos	14.42
280	Murano	9.13
281	Nacamari	17.00
282	Naranjos	15.33
283	Nazareo residencial	16.79
284	Norberto ortega	15.92
285	Nueva Castilla	12.75
286	Nueva España	12.18
287	Nueva esperanza	12.08
288	Nueva Galicia	14.75
289	Nueva Palmira	13.54
290	Nueva victoria	12.75
291	Nuevo Hermosillo	15.67
292	Nuevo Horizonte	11.33
293	Nuevo progreso	9.25
294	Nuevo Sahuaro	12.58
295	Oasis del sol	11.00
296	Oasis solana y santa fe	9.67
297	Obispos II	19.60
298	Obispos Residencial	13.17
299	Olivares	17.00
300	Olivares Norte	16.42
301	Opatas	11.96
302	Palermo secc. Ferrara	30.00
303	Palermo secc. Véneto	21.00
304	Palermo secc. Partana	21.71
305	Palma dorada	11.79
306	Palmar del sol	17.50
307	Palo fierro	6.83
308	Palo verde indeur	13.55
309	Palo verde norte	18.82
310	Palo verde sur	19.33
311	Parada cano	14.83
312	Parque madero norte	13.33
313	Parque versalles residencial	22.96
314	Paseo casa blanca	16.25

315	Paseo de la colina	18.17
316	Paseo de las misiones	18.17
317	Paseo de las palmas	10.08
318	Paseo del palmar	22.17
319	Paseo del pedregal	10.00
320	Paseo del sol	14.50
321	Paseo real residencial	8.88
322	Paseo san Ángel	11.92
323	Paseo san Ángel secc. Placitas	11.83
324	Paseo san Ángel secc. Los álamos	12.21
325	Pedregal de la villa	18.08
326	Pemex	17.50
327	Periodista	20.21
328	Periodista sección A	33.08
329	Peri sur	15.75
330	Pilares	6.50
331	Pimas	12.83
332	Pimentel	16.00
333	Pitic	29.21
334	Pitic norte	30.25
335	Pitic oriente	11.50
336	Pitic sector C	24.13
337	Pitic sector D	49.75
338	Plaza grande	15.83
339	Plaza real	11.63
340	Popular	16.50
341	Portal del Pitic	15.42
342	Portón del arco	34.83
343	Praderas del valle	13.96
344	Prados de bugambilias	19.17
345	Prados de bugambilias II	11.50
346	Prados del centenario	23.96
347	Prados del sol	17.83
348	Primero Hermosillo	16.00
349	Priv del bosque secc Villas San Lorenzo	10.79
350	Privada del mirador II	7.33
351	Privada Rosales	15.25
352	Privada victoria	20.67
353	Privadas del bosque	12.55

354	Privadas del real	13.00
355	Privadas del real III secc	12.42
356	Privadas del sauce	12.67
357	Privadas mixcoac	11.08
358	Progresista	15.50
359	Pueblitos	10.92
360	Pueblitos los álamos Nte.	11.71
361	Pueblo alegre	11.63
362	Pueblo bonito	13.54
363	Pueblo del Ángel	12.27
364	Pueblo del oro	12.17
365	Pueblo del sol	11.58
366	Pueblo escondido	11.04
367	Puerta de hierro I etapa	37.50
368	Puerta esmeralda residencial	10.83
369	Puerta grande	24.00
370	Puerta real residencial	11.50
371	Puesta del Sol	15.25
372	Quinta del Sol	14.50
373	Quinta Emilia	20.06
374	Quinta la Paloma	30.92
375	Quinta Real	13.90
376	Racquet Club I, secc. sur	23.25
377	Racquet Club II, secc. Norte	27.17
378	Ranchito	19.87
379	Rancho Bonito	16.83
380	Real de Minas	13.00
381	Real de Montejo	26.42
382	Real de Quiroga	15.00
383	Real del Bosque	15.00
384	Real del Cardo	11.50
385	Real del Camen	11.83
386	Real del Carmen IV sección	11.00
387	Real del Carmen V sección	8.17
388	Real del Carmen II sección	9.67
389	Real del Carmen III sección	10.92
390	Real del Cobre	11.33
391	Real del Llano	11.00
392	Real de los Arcos	15.79
393	Renacimiento	16.04

394	Residencial de Anza	16.83
395	Residencial del Paseo	43.00
396	Residencial Kino	19.33
397	Residencial Navarrete	15.71
398	Residencial Peñasco	17.87
399	Residencial Pima	17.00
400	Retorno de la Misión	10.62
401	Revolución I	16.08
402	Revolución II	18.00
403	Rincón Agradable	16.92
404	Rincón de la Herradura	17.37
405	Rincón de Palmas	10.71
406	Rincón del Márquez	14.25
407	Rinconada de la Cruz	13.75
408	Río Grande	19.46
409	Romanza Residencial	10.12
410	Rosario Ibarra de Piedra	16.92
411	Sacramento	16.33
412	Sahuaro	14.75
413	Sahuaro Final	15.17
414	Sahuaro Indeco	13.75
415	Salvatierra Residencial	21.62
416	San Andrés Residencial	20.00
417	San Ángel	15.42
418	San Antonio	18.37
419	San Benito	16.42
420	San Bernardo	13.83
421	San Bosco	13.75
422	San Carlos Residencial	12.42
423	San Diego	16.58
424	San Francisco	10.75
425	San Francisco de las Minitas	6.42
426	San German	9.58
427	San Isidro	13.42
428	San Javier	16.33
429	San Jerónimo	13.79
430	San José las Minitas	17.83
431	San Juan	16.42
432	San Juan Bosco II	12.37
433	San Judas Tadeo	12.83

434	San Lorenzo	15.87
435	San Luis	18.00
436	San Luis Norte	17.50
437	San Luis Rey	12.17
438	San Marcos Residencial	10.75
439	San Pablo	9.96
440	San Rafael Residencial	13.58
441	San Sebastián	11.42
442	Santa Bárbara	13.10
443	Santa Engracia	7.10
444	Santa Fe	15.54
445	Santa Isabel	11.50
446	Santa Lucía	17.50
447	Santa María	15.83
448	Seminario Residencia	21.92
449	Sierra Blanca	15.00
450	Sierra Clara	10.00
451	Sierra Vista	15.42
452	Soleil Residencial 1a etapa	14.33
453	Solidaridad	16.17
454	Solidaridad IV	15.00
455	Solidaridad Occidental	8.08
456	Solidaridad Vildósola zona sura	7.83
457	Sonacer	14.50
458	Sonomex norte	16.50
459	STAUS Universidad	18.96
460	Tierra Blanca	21.71
461	Terranova	16.92
462	Terrazas del Mirador	25.40
463	Tierra Colorada	10.00
464	Tierra Nueva	13.42
465	Tiro al Blanco	18.79
466	Tiro capes	15.08
467	Torre plata	8.20
468	Tosali Residencial	20.00
469	Tubac	12.10
470	Tumacacori	13.75
471	Unión de Colonos	16.83
472	Unión de ladrilleros	9.67
473	Universidad	18.25

474	Urbi Alameda los encinos I	19.60
475	Urbi Alameda los encinos II	20.00
476	Urbi Villa Campestre	14.00
477	Urbi Villa del Cedro	15.60
478	Urbi Villa del Prado etapa I	11.50
479	Urbi Villa del Prado etapa II	8.62
480	Urbi Villa del Rey Almendros III	13.33
481	Urbi Villa del Rey Castaño IV	8.40
482	Urbi Villa del Rey Castaño II	10.83
483	Urbi Villa del Rey Castaños III	10.87
484	Urbi Villa del Rey etapa I	13.50
485	Urbi Vila del Rey etapa II y III	13.33
486	Valle Bonito	15.92
487	Valle de los Almendros	9.00
488	Valle de Santa Mónica	20.30
489	Valle del Lago	21.71
490	Valle del Márquez	16.17
491	Valle del Portal	12.92
492	Valle del Sol	19.83
493	Valle Dorado	13.50
494	Valle Escondido	19.25
496	Valle Grande	19.50
496	Valle Hermoso	20.12
497	Valle Verde	20.30
498	Villa California	14.33
499	Villa Colonial I	13.22
500	Villa Colonial II	10.33
501	Villa Colonial III	9.87
502	Villa de los Corceles	11.71
503	Villa de Parras	17.67
504	Villa de Seris	18.00
505	Villa de Seris sur	18.00
506	Villa del Pitic	16.25
507	Villa del real	12.25
508	Villa Dorada	11.25
509	Villa Florencia	14.60
510	Villa Fontana	12.75
511	Villa Guadalupe	13.17
512	Villa Hermosa	19.67
513	Villa Lourdes	9.40

514	Villa Mercedes	11.75
515	Villa Merlot	10.00
516	Villa Residencial Bonita	12.50
517	Villa Satélite	24.41
518	Villa Sol	16.30
519	Villa Sonora	13.46
520	Villa Surena	15.40
521	Villa Toscana Residencial	18.70
522	Villa Verde	10.10
523	Villas de Cortes I	11.75
524	Villas de Cortes II	12.00
525	Villas del Cortijo	12.80
526	Villas del Mediterráneo	13.66
527	Villas del Palmar	9.75
528	Villas del Rey	11.40
529	Villas del Rosario	14.42
530	Villas del Sur	13.75
531	Villas Residencial	13.00
532	Viñedos	12.75
533	Virreyes 1	15.80
534	Virreyes 2	14.42
535	Villa del Lago	19.58
536	Vista del Sol	20.40
537	Vista Real	20.00
538	Y Griega	17.25

Anexo IV

**COLONIAS Y EL PORCENTAJE DE INTERSECCIÓN EN EL AGEB
Concentrado para determinar el consumo de agua en el AGEB**

Concentrado para determinar el consumo de agua en el AGEB

CVEGEO	AGEB	COLONIAS – PORCENTAJE EN EL AGEB	CONSUMO COLONIA (M ³)	CONSUMO AGEB (Lts)
2603000010023	0023	TULIPANES (91.33%) -	12.125	11,073
2603000010076	0076	LAURA ALICIA FRIAS DE LOPEZ NOGALES (0.31%)	7.458	23
2603000010080	0080	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	no datos	No datos
2603000010095	0095	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	no datos	No datos
2603000010108	0108	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010112	0112	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010127	0127	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010131	0131	SANTA BARBARA (60.96%)	7.583	4622
2603000010146	0146	LOS ANGELES X (2%)	6.500	130
2603000010150	0150	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010165	0165	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
260300001017A	017A	CAFE COMBATE (1.03%)	6.000	62
2603000010184	0184	LAS DILIGENCIAS (43.91%) GALA II (10.52%)	2.042 10.500	2001
2603000010199	0199	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010201	0201	VISTA REAL (5.84%)	1.667	97
2603000010216	0216	VISTA REAL (4.62%)	1.667	77
2603000010220	0220	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010235	0235	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
260300001024A	024A	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010254	0254	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010269	0269	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010273	0273	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010288	0288	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010292	0292	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010305	0305	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
260300001031A	031A	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010324	0324	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010339	0339	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010343	0343	PASEO SAN ANGEL (18.19%) PASEO REAL RESIDENCIAL (64.96%) SOLEIL RESIDENCIAL (20.77%) PUERTA ESMERALDA (29.14%)	10.330 8.875 9.667 3.167	10,575
2603000010358	0358	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010362	0362	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010377	0377	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010381	0381	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010396	0396	PUERTA REAL RESIDENCIAL VII (24.78%)	10.083	2499

2603000010409	0409	PUERTA REAL RESIDENCIAL VI (56.17%)	10.083	5664
2603000010413	0413	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000010428	0428	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000011746	1746	LEY 57 (19.47%) JESUS GARCIA (25.52%)	15.333 16.000	7069
603000011750	1750	LEY 57 (11.74%) APOLO (48.45%) JESUS GARCIA (4.45%) PRADOS DEL SOL (18.98%)	15.333 15.250 16.00 14.417	27,959
260300001177A	177A	JESUS GARICA (22.32%) APOLO (26.86%)	16.000 15.250	7,667
2603000011799	1799	OLIVARES (11.62%) CHOYAL (20.33%) PUESTA DEL SOL (17.7%)	16.458 9.917 15.250	6713
2603000011835	1835	BALDERRAMA (26.13%)	12.083	3157
260300001184A	184A	LOS ROSALES (100%) JESUS GARCIA (20.62%)	16.792 16.000	20,091
2603000011854	1854	LOMA LINDA (73.29%) JESUS GARCIA (6.88%)	17.083 16.000	13,621
2603000011869	1869	BALDERRAMA (21.59%)	12.083	2609
2603000011873	1873	MODELO (83.28%)	20.010	16,664
2603000011888	1888	ISSSTE FEDERAL (100%) PERIODISTA (78.78%) CONSTITUCION (32.53%)	15.083 25.833 19.833	41,886
2603000011905	1905	OLIVARES (19.46%)	16.458	3203
260300001191A	191A	OLIVARES (17.19%) SAN BENITO (3.22%) BALDERRAMA (1.4%)	16.458 12.500 12.083	3401
2603000011924	1924	BALDERRAMA (8.3%) SAN BENITO (11.02%)	12.083 12.500	2380
2603000011939	1939	SAN BENITO (16.48%)	12.500	2060
2603000011943	1943	SAN BENITO (8.27%) MODELO (16.5%)	12.500 20.010	4335
2603000011958	1958	CONSTITUCION 66.31%) PITIC (23.91%)	19.833 27.861	19,813
2603000011996	1996	SAN BENITO (16.99%)	12.500	2124
2603000012000	2000	SAN BENITO (16.59%)	12.500	2124
2603000012015	2015	CRUZ GALVEZ (100%) CENTRO (3.77%) COUNTRY CLUB II (100%) 5 DE MAYO (18.24%) CONTRY CLUB (18.2%)	15.080 10.583 14.333 10.583 12.750	34,063
260300001202A	202A	5 DE MAYO (65.92%) LOMAS DEL PITIC (100%) EL ENCANTO (100%) MEDITERRANEO RESIDENCIAL (100%) LOS ALTOS RESIDENCIAL (100%) CONTRY CLUB (65.74%) CAMPESTRE RESIDENCIAL (100%) GOLF (100%) CERRADA EL ENCANTO (100%)	10.583 17.167 4.500 No datos 16.833 12.750 9.500 No datos 4.500	67,861

2603000012049	2049	VALLE VERDE (100%) LA HUERTA (100%) VALLE HERMOSO (71.24%) VALLE ESCONDIDO (41.32%)	20.300 17.500 20.120 19.250	60,088
2603000012068	2068	CENTRO (16.61%)	10.583	1758
2603000012072	2072	VALLE HERMOSO (27.16%) VALLE GRANDE (89.38%) UNIVERSIDAD (100%) VALLE ESCONDIDO (57.51%)	20.120 19.500 18.250 19.250	52,214
2603000012087	2087	CENTRO (13.61%)	10.583	1440
2603000012091	2091	CENTRO (12.31%) EL MARIACHI (18.24%)	10.583 12.583	3598
2603000012195	2195	EL JITO (46.83%) TIRO AL BLANCO (67.65%) PEDREGAL DE LA VILLA (24.49%)	13.292 13.167 14.917	18,785
2603000012208	2208	PEDREGAL DE LA VILLA (42.08%)	14.917	6277
2603000012246	2246	EL MIRADOR (100%) FLORESTAS VILLA SAUCES (100%) CONDOMINIO SAN PABLO (100%) DUNAS (100%) AMPLIACION EL MIRADOR (100%) EL TRIUNFO (61.45%) FLORESTA CIRUELOS (100%) FLORESTA VILLA FRESNOS (100%)	11.750 11.167 2.792 12.833 11.750 12.458 11.167 11.167	80,280
2603000012250	2250	SAN JUDAS TADEO (100%) CHULO (100%) AMPLIACION LADRILLERAS (100%) UNION LADRILLEROS (72.66%) REAL DEL BOSQUE (100%) MISION (15.22%) CERRO COLORADO (100%)	8.333 No datos No datos 9.679 15.000 12.958 No datos	32,338
2603000012265	2265	NORBERTO ORTEGA (59.12%) MARTIRES DE CANANEA (55.79%) VIRREYES (33.94%)	15.917 16.292 15.110	23,628
2603000012299	2299	LOMAS DE MADRID (40.81%) JACINTO LOPEZ (17.3%)	16.667 15.50	9483
2603000012335	2335	JARDINES (54.72%) LEY 57 (13.16%) SAN DIEGO - ATARDECERES (100%) CONJUNTO ARIZONA (100%) ATARDECERES (36.05)	14.250 15.333 16.580 14.583 16.208	46,826
260300001234A	234A	LOPEZ PORTILLO (12.07%) LOMAS DE MADRID (33.09%) LEY 57 (4.69%)	17.500 16.667 15.333	8357
2603000012354	2354	LOPEZ PORTILLO (45.41%) LEY 57 (4.76%)	17.500 15.333	8677
2603000012373	2373	SAHUARO FINAL (53.86%) BUENOS AIRES 100%) CAMINO REAL (49.83%)	15.170 13.042 14.000	28,189
2603000012388	2388	FONHAPO (69.86%) NUEVA PALMIRA (100%) INTERNACIONAL (78.99%) PRIVADA PALMIRA (100%)	13.583 13.542 12.000 No datos	32,510
2603000012405	2405	MISION (67.35%)	12.958	8727
2603000012443	2443	BUGAMBILIA (57.53%) SACRAMENTO (89.86%) COLINAS (92.03%) CUARTEL 15A (36.27%)	16.667 16.333 17.833 21.042	86,154

		PRIV CORDOVA (100%) PASEO DEL PALMAR (100%) COLINAS II (87.93%)	No datos 22.167 17.833	
2603000012458	2458	CATALINAS RES(100%) PRIV VICTORIA (100%) TERRAZAS DEL MIRADOR (100%) MISION DEL SOL (56.05%) MISION SAN IGNACIO (100%) CUARTEL XV (22.72%) COLINAS II (12.07%) COLINAS (7.97%) SACRAMENTO (22.2%)	18.167 20.667 3.666 15.250 11.750 17.958 17.833 17.833 16.330	74,073
2603000012462	2462	CUARTEL XV (74.76%) LOMA LINDA (6.67%)	17.958 17.083	14,565
2603000012477	2477	STA LUCIA (100%) LA JOLLA DIAMANTES(100) LA JOLLA ESMERALDAS(100) LA JOLLA ZAFIROS(100) LOMAS ALTAS(100) LOMA LINDA(17.55) CUARTEL PITIC(100) LOMAS DE BARROCAN(100) LOMAS DEL PITIC (100%) SANLUIS(19.36)	17.500 1.666 31.417 25.417 12.625 17.083 7.000 13.833 17.167 2.660	130,138
2603000012481	2481	CAMPESTRE RESIDENCIAL (100%) FERROCARRILERA (5.47%)	9.500 No datos	9500
2603000012509	2509	ALVARO OBREGON (34.97%) SAHUARO (2.88%)	15.333 14.750	5787
2603000012513	2513	LAS PLAZAS (71.35%) ADOLFO LOPEZ MATEOS (80.71%) ALVARO OBREGON (2.28%)	15.833 17.167 17.167	25,543
2603000012528	2528	BUENA VISTA (100%) HACIENDA DEL SOL (100%) SAHUARO FINAL (100%) NUEVO SAHUARO (51.96%) SAHUARO (7.58%)	12.917 12.000 15.170 12.583 14.750	47,743
2603000012532	2532	SAHUARO (23.93%)	14.750	3530
2603000012547	2547	ALVARO OBREGON (29.4%) SAHUARO (5.24%)	15.333 14.750	8810
2603000012551	2551	ALVARO OBREGON (27.66%) LAS PLAZAS (28.65%) 22 DE SEPTIEMBRE (100%)	15.333 15.833 17.000	25,777
2603000012566	2566	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000012570	2570	PARQUE INDUSTRIAL (100%) -	No datos	No datos
2603000012585	2585	RANCHO BONITO (100%) NUEVO SAHUARO (48.04%) JEREZ DEL VALLE (100%) VALLE DORADO (100%) SAN ISIDRO (100%) SONACER II (100%) SAHUARO (5.91%) SONACER I (25.66%)	16.830 12.583 14.192 13.500 13.420 14.500 14.750 14.500	83,059
2603000012602	2602	PARQUE INDUSTRIAL DYNATECH (100%)	No datos	No datos
2603000012617	2617	LA MANGA (100%) CAMPO GRANDE (100%)	18.292 12.417	30,709
2603000012621	2621	REAL DEL LLANO (100%) VILLAS DEL MEDITERRANEO (100%) PASEO DE LAS MISIONES (100%)	5.792 10.000 18.167	61,434

		REAL DE QUIROGA (76.4%) EL CONQUISTADOR (100%) LA ENCANTADA PRIV TESOROS (48.54%)	15.000 5.458 21.750	
2603000012636	2636	QUINTA EMILIA (100%) OBISPOS RESIDENCIAL (100%) OBISPOS II (100%) REAL DE QUIROGA (23.6%) REAL DE MONTEJO (100%) EL LLANO (32.16%) PRIV. QUINTA EMILIA (100%)	20.060 13.167 19.600 15.000 26.420 18.625 20.060	108,837
2603000012640	2640	EL LLANO (57.84%) SAN ANDRES (100%) CORONADO (100%) CAPISTRANO (100%) NAZAREO (100%) ALTA CALIFORNIA (100%) CAMPANARIO (100%) SEMINARIO (100%) TIERRA BLANCA (100%) ALTA CALIFORNIA IV ETAPA (100%)	18.625 20.000 21.927 18.958 16.792 27.710 18.625 21.920 21.710 21.710	200,125
2603000012655	2655	STAU-UNIVERSIDAD (100%) RESIDENCIAL MONTEBELLO (100%) RESIDENCIAL NAVARRETE (100%) SANTA FE (100%)	18.960 14.833 15.458 15.540	64,791
2603000012706	2706	VILLA DEL PITIC (89.52%) UNIVERSIDAD (100%) LOS SAUCES (4.1%) REVOLUCION II (100%) REVOLUCION (92.62%) HACIENDA DE LA FLOR (100%)	14.500 18.250 13.333 18.000 16.080 17.000	81,670
2603000012710	2710	MONACO (100%) MARSELLA (100%) JARDINES DE MONACO (100%) PEÑASCO (100%) LAVERBENA II (100%) LA VERBENA (80.42%) GENOVA (100%) RIO GRANDE (100%) LAS PRADERAS PRIV ROSALES (100%) PRADERAS NORTE (100%) PRADERAS ETAPA IV (100%)	18.833 13.625 15.083 17.870 12.000 12.000 11.750 17.042 12.271 12.271 12.271	152,666
260300001273A	273A	EL JITO (53.17%) TIRO AL BLANCO (32.35%) PEDREGAL DE LA VILLA (2.05%)	13.292 13.167 14.917	11,579
2603000012744	2744	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000012763	2763	URBI ALAMEDA LOS ENCINOS II RESIDENCIAL (100%) URBI VILLA DEL REY III (100%) URBI VILLA DEL REY II ETAPA II Y III (100%)	2.083 10.870 8.917	21,870
2603000012778	2778	PALO VERDE (36.87%) VILLA SURENA (100%)	16.426 15.400	21,546
260300001280A	280A	CERESO (87.82%)	No datos	No datos
2603000012852	2852	CENTRO DE ABASTOS (98.61%) PARQUE INDUSTRIAL (73.14%) PARQUE INDUSTRIAL SONORA (100%)	No datos No datos No datos	No datos
		B. JUAREZ (23.3) PROGRESISTA (11.72%) ISABELES (100%) LAS AVES (100%) H AYT0 (100%)	16.417 15.500 13.583 16.250 5.875	

2603000012886	2886	VIÑEDOS I(48.03%) BELLA VISTA (62.81%) STA ISABEL (21.71%) LIBERTAD (52.1%7) CONDESA (40.49%) SAN JAVIER (35.84%)	12.750 14.875 12.166 15.583 14.458 16.330	61,883
2603000012890	2890	ATARDECERES (63.62%) STA ISABEL (69.21%) SONOMEX NORTE (100%) BELLA VISTA (37.19%) CONDESA (56.84%) STA MARIA (100%) LAS TORRES (23.76%) BENITO JUAREZ (1.24%)	16.208 12.166 16.500 14.875 14.458 15.830 15.167 16.417	68,619
2603000012903	2903	LEY 57 (14.06%) POPULAR (100%) FRANCISCO VILLA (72.57%)	15.333 16.500 13.083	28,150
2603000012918	2918	LEY 57 (18.9%) FRANCISCO VILLA (26.52%) JESUS GARCIA (6.76%)	15.333 13.083 16.00	7449
2603000012922	2922	LAS TORRES (74.66%) STA ISABEL (8.16%) ISSSTESON (100%)	15.167 12.166 16.500	28,816
2603000012937	2937	EL TORREON (95.3%) RAQUET CLUB II (100%) LOS CANARIOS (100%) LAS ALAMEDAS (100%) VILLA SATELITE (46.41%)	21.167 27.170 20.333 19.333 24.410	98,330
2603000012941	2941	RAQUET CLUB I (100%) PLAZA LAS FRANQUICIAS (100%) RINCON DE LA HERRADURA (100%) VILLA SATELITE (52.18%)	23.250 No datos 10.000 24.410	45,987
2603000012956	2956	METRO CENTRO (100%) LOS ARCOS (39.34%) PALMAR DEL SOL (100%) LAS GRANJAS (28.84%)	23.167 17.667 14.583 12.708	48,370
2603000012960	2960	LOS ARCOS (60.3%)	17.667	10,653
2603000012975	2975	LAS GRANJAS (57.94%) FUENTES DEL CENTENARIO (9.98%)	12.7078 15.083	8868
260300001298A	298A	PRADOS DEL CENTENARIO (100%) CENTENARIO (6.82%) SAN ANTONIO (100%) FUENTES DEL CENTENARIO (57.5%)	23.958 18.625 18.370 15.083	52,298
2603000012994	2994	LAS GRANJAS (12.9%) ISSSTESON CENTENARIO (100%) LA MOSCA (100%) FUENTES DEL CENTENARIO (32.35%)	12.708 17.917 17.417 15.083	41,853
2603000013009	3009	PITIC (24.64%) PERIODISTA (20.89%)	27.861 18.583	10,747
2603000013013	3013	PITIC (27.37%) MIRADOR PITIC (100%)	7.625 27.861	35,487
2603000013028	3028	PITIC (22.67%)	27.861	6316
2603000013032	3032	CENTENARIO (78.4%)	18.625	14,602
2603000013047	3047	CENTENARIO (13.40%) LAS PALMAS (100%) EL MALECON (100%)	18.625 16.417 16.083	34,996
2603000013051	3051	LAS VILLAS (100%) SAN PABLO (100%) EUSEBIO KINO ISSSTESON (100%)	9.083 9.960 14.333	35,845

		VILLA DE SERIS (16.39%)	15.083	
2603000013066	3066	CERRO DE LA CRUZ (100%) VILLA DE SERIS (34.34%)	12.875 15.083	18,054
2603000013070	3070	VILLA DE SERIS (48.09%) EMILIANO ZAPATA (16.7%)	15.083 14.833	9731
2603000013085	3085	EMILIANO ZAPATA (47.25%) PARQUE INDUSTRIAL (100%) EQUIPAMIENTO EDUCATIVO (100%) SOLIDARIDAD (VILDOSOLA ZONA SUR) (100%)	14.833 No datos No datos 7.830	14,830
2603000013225	3225	DIVISION DEL NORTE (54.53%) NORBERTO ORTEGA (13.42%) VIRREYES (66.06%) MACHI LOPEZ (13.83 %) -MARTIRES DE CANANEA (13.83%)	No datos 15.917 15.110 No datos No datos	12,118
260300001323A	323A	MIGUEL HIDALGO (47.37%)	15.583	7382
2603000013244	3244	HEBERTO CASTILLO (37.33%) VILLAS DEL REY (50.41%) VILLA SONORA (25.07%) INSURGENTES (29.2%) VILLA GUADALUPE (18.79%)	13.417 11.400 13.460 13.917 13.170	20,659
2603000013259	3259	INSURGENTES (47.59%) ALBORADA (41.44%)	13.917 13.042	12,028
2603000013263	3263	INSURGENTES (13.68%) LOPEZ PORTILLO (45.41%) LOMAS DE MADRID (15.35%) LOMAS DE LINDA VISTA (11.04%)	13.917 17.500 16.667 12.333	13,770
2603000013278	3278	ALBORADA (58.27%) LOMAS DELINDA VISTA (88.96%) LOPEZ PORTILLO (16.41%) LEY 57 (6.5%)	13.042 12.333 17.500 15.333	22,439
2603000013282	3282	SAN LUIS (40.91%)	2.660	2843
2603000013297	3297	CAFE COMBATE (47.39%) SAN LUIS (39.64%) PARQUE INDUSTRIAL PIMEX (100%)	6.000 2.660 No datos	3898
260300001330A	330A	RANCHITO (47.95%) PEMEX (100%) FERROCARRILERA (97.68%) FERROCARRILERA II (42.47%) LA METALERA (4.14%)	15.708 No datos No datos No datos 20.375	8375
2603000013314	3314	LA METALERA (95.71%) LAS AMAPOLAS NORTE (20.89%) LAS AMAPOLAS SUR (24.22%) BELLA VISTA (199%)	20.375 19.417 19.917 14.875	43,256
2603000013329	3329	FERROCARRILERA (50.75%) LAS AMAPOLAS NORTE (68.05%) LAS AMAPOLAS SUR (66.69%) ZONA INDUSTRIAL (6.78%)	No datos 19.417 19.917 No datos	26,496
2603000013333	3333	LAS QUINTAS (66.98%) QUINTAS GALICIA (21.19%)	13.750 14.708	12,326
2603000013348	3348	RESIDENCIAL DE ANZA (100%) LAS QUINTAS (23.64%) PASEO DEL SOL (100%) QUINTA GALICIA (77.14%) CONDOMINIO HACIENDA REAL (100%)	16.830 13.750 14.500 14.708 No datos	45,926
2603000013352	3352	CENTRO (11.47%) ANGEL FLORES (4.82%)	10.583 No datos	1214
2603000013367	3367	CENTRO (8.65%) ANGEL FLORES (32.42%)	10.583 No datos	

		CASA BLANCA II (100%) CASA BLANCA (62.6%)	16.167 16.167	27,203
2603000013371	3371	CERRO DE LA CAMPANA (100%) LAS PILAS (100%) LA MATANZA (92.52%) ANGEL FLORES (62.73%)	13.916 13.417 16.667 No datos	42,753
2603000013386	3386	CASA BLANCA (62.6%) SAN JUAN (100%) CERRADA NORWALK (100%) LA MATANZA (7.48%)	16.167 16.420 12.500 16.667	40,287
2603000013390	3390	EL APACHE (52.35%) RESIDENCIAL PIMA (34.17%) SAN ANGEL (9.16%)	11.417 17.000 11.916	12,877
2603000013418	3418	LAS PRADERAS SUR (FOVISSSTE) (100%) FOVISSSTE I Y II (100%) PALO VERDE (2.98%)	12.271 10.083 16.426	22,843
2603000013422	3422	PALO VERDE (18.98%)	16.426	3118
2603000013437	3437	PALO VERDE (14.68%) VILLA HERMOSA (8.35%)	16.426 16.416	3782
2603000013441	3441	EMILIANO ZAPATA (35.54%) PALO VERDE (4.04%)	14.833 16.426	5935
2603000013456	3456	VILLA HERMOSA (43.64%) PALO VERDE (2.03%)	16.417 16.426	7498
2603000013460	3460	NUEVO HERMOSILLO (44.67%) ALTAMIRA (18.51%)	11.333 9.417	6805
260300001483A	483A	NUEVO HERMOSILLO (18.62%) ALTAMIRA (34.07%)	11.333 9.417	5319
2603000014844	4844	SOLIDARIDAD (24.01%) MIGUEL HIDALGO (25.1%)	16.170 15.583	7794
2603000014859	4859	PRIV RESIDENCIALES (88.43%) CUMBRES RES(100%) CUCURPE II (100%) LORETO (100%) LA PALOMA (100%) EL DORADO (100%) SABINOS (100%) BRETANA (100%)	No datos 15.167 10.000 26.583 22.958 26.167 28.958 24.750	154,583
2603000014863	4863	VILLAS DE CORTES (100%) VILLA COLONIAL (100%) ALTO VALLE (76.42%) BANUS (100%) VILLA SONORA (75%) VILLAS DEL REY (49.59%) VILLA GPE (49.23%) INSURGENTES (8%)	10.088 8.667 10.833 No datos 13.460 11.400 13.170 13.917	50,379
2603000014878	4878	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
260300001490A	490A	SOLIDARIDAD IV ETAPA (51.1%) SOLIDARIDAD (12.01%)	15.000 16.170	9607
2603000014914	4914	SOLIDARIDAD (17.18%)	16.170	2778
2603000014929	4929	VILLAS DEL CORTIJO (100%) EL CORTIJO UNISON (87.99%) HEBERTO CASTILLO (11.72%) SOLIDARIDAD (4.02%)	12.800 5.096 13.417 16.170	20,119
2603000014933	4933	VILLA TOSCANA (100%) CERRADA CUCURPE (100%) VALLE DE STA MONICA (100%) SAN LORENZO (91.47%) TOSALI (100%) ALTOS DE ARAGON (100%)	18.700 9.083 20.300 15.870 3.333 1.333	75,441

		PASEO LA COLINA (45.02%)	18.167	
2603000014948	4948	CHULA VISTA (100%) RENACIMIENTO (77.25%)	No datos 10.792	8337
2603000014952	4952	TERRANOVA (76.75%) LAS CARRETAS (100%) RENACIMIENTO (4.76%)	7.250 No datos 10.792	6078
2603000014967	4967	NUEVO HERMOSILLO (20.59%) RENACIMIENTO (17.38%) ALTAMIRA (3.6%)	11.333 10.792 9.417	4548
2603000014971	4971	LAS DILIGENCIAS (55.53%) TERRANOVA (23.14%) NUEVO HERMOSILLO (13.15%)	2.042 7.250 11.333	4302
2603000014986	4986	PERISUR (100%) VALLE DEL MARQUEZ (19.84%)	15.750 13.833	18,494
2603000014990	4990	VALLE DEL MARQUEZ (79.82%)	13.833	11,042
2603000015005	5005	PARQUE INDUSTRIAL (23.95%)	No datos	No datos
2603000015039	5039	MARGARITAS OLIVOS (73.65%) PASEO MARGARITAS (100%) ROSARIO IBARRA DE PIEDRA (80.91%) CUATRO OLIVOS (94.9%) SIERRA VISTA (56.9%)	14.750 No datos 16.920 14.333 14.750	46,548
2603000015043	5043	PUEBLO ALTO (100%) PORTON DEL ARCO (100%) COLINA BLANCA (100%) ARCADIA (100%) LA VENTANA (100%) BACHOCO(100%) SIERRA VISTA(43.1%) PASEO LA COLINA (54.98%)	No datos 34.833 18.917 19.833 9.750 18.667 14.750 18.167	118,345
2603000015058	5058	HEBERTO CASTILLO (28.95%) JACINTO LOPEZ (19.68%)	13.417 15.500	6935
2603000015062	5062	RINCON AGRADABLE (100%) JACINTO LOPEZ (32.54%)	16.920 15.500	21,964
2603000015077	5077	OLIVARES (8.44%) BALDERRAMA (3.26%)	16.458 12.083	1785
2603000015081	5081	OLIVARES (9.09%) BALDERRAMA (2.71%)	16.458 12.083	1823
2603000015096	5096	BALDERRAMA (18.17%)	12.083	2195
2603000015109	5109	BALDERRAMA (18.34%)	12.083	2216
2603000015113	5113	MISION DEL REAL (94.41%) CUARTEL 15A (63.73%) LEY 57 (5.96%) RESIDENCIAL KINO (100%) MISION DEL SOL (18.75%) PRADOS DEL SOL (31.24%) PRADOS DE BUGAMBILIA (27.36%) BUGAMBILIA (1.51%)	16.333 21.042 15.333 16.583 15.250 17.417 19.167 16.667	60,123
2603000015128	5128	APOLO (24.69%) JESUS GARCIA (9.05%) PRADOS DEL SOL (49.11%) PRADOS DE BUGAMBILIA (72.64%) BUGAMBILIA (37.75%) PRADOS DE BUGAMBILIA II (100%)	15.250 16.000 17.417 19.167 16.667 11.500	45.481
2603000015132	5132	PALO VERDE (1.73%) PALO VERDE INDEUR (46.29%) LOS OLIVOS (6.67%) VILLA HERMOSA (1.22%)	16.426 13.545 12.208 16.417	7569

2603000015151	5151	ADOLFO DE LA HUERTA (81.04%) CUAUHTEMOC (30.33%) LOS ALAMOS (27.1%)	16.208 13.750 14.833	21,325
2603000015166	5166	Y GRIEGA (57.78%) LOS ALAMOS (72.82%) ADOLFO DE LA HUERTA (17.16%) CUAUHTEMOC (6.09%)	17.250 14.833 16.208 13.750	24,387
2603000015170	5170	CUAUHTEMOC (40.15%)	13.750	5521
2603000015185	5185	Y GRIEGA (42.22%) CUAUHTEMOC (21.9%)	17.250 13.750	10,294
260300001519A	519A	LOS NARANJOS (77.39%)	15.333	11,866
2603000015202	5202	RANCHITO (31.16%) NARANJOS (18.4%)	15.708 15.333	7715
2603000015217	5217	RINCONADA DE LA CRUZ (100%) COLOSO (56.38%) RANCHITO (16.26%)	1.375 8.583 15.708	8768
2603000015221	5221	TIROCAPES (58.46%) LAS MINITAS (5.45%)	15.080 10.750	9402
2603000015236	5236	APACHE (41.83%) TIROCAPES (40.89%) PALO VERDE (3.26%)	11.417 15.080 16.426	11,477
2603000015240	5240	CENTRO (14.9%)	10.583	1577
2603000015255	5255	CENTRO (14.44%) CHINO ABELARDO (100%)	10.583 16.333	17861
260300001526A	26A	SAHUARO (13.46%) PARADA CANO (31.4%)	14.750 14.833	6643
2603000015274	5274	SAHUARO (10.95%) PARADA CANO (68.6%) INTERNACIONAL (11.66%)	14.750 14.833 12.000	13,190
2603000015289	5289	SAHUARO (6.36%) SAHUARO FINAL (13.68%) CAMINO REAL (24.17%) INTERNACIONAL 3.31%)	14.750 14.750 14.000 12.000	6737
2603000015293	5293	CAMINO REAL (34.67%) SAHUARO (9.37%)	12.000 14.750	5542
2603000015306	5306	MISION DEL ARCO (100%) MISIONEROS (64.11%) UNION DE COLONOS (71.07%) CONQUISTADORES (100%)	12.250 13.000 16.830 11.250	43,795
2603000015310	5310	PROGRESISTA (22.41%) SAN JAVIER (64.16%) VIÑEDOS I (51.35%) UNION DE COLONOS (18.58%) LIBERTAD (7.59%)	15.500 16.330 12.750 16.830 15.583	24,788
2603000015325	5325	MIRASOLES (100%)	14.083	14,083
260300001533A	533A	SONACER I (74.20%) PARQUE INDUSTRIAL LA LABOR (100%)-	14.500 No datos	10,759
2603000015344	5344	MIGUEL HIDALGO (21.65%) LA PRIMAVERA (43.82%) BENITO JUAREZ (31.67%)	15.583 14.083 16.417	14,744
2603000015359	5359	BENITO JUAREZ (39.66%) PROGRESISTA (24.98%) MARTIREZ DE CANANEA (11.05%) LA PRIMAVERA (22.77%)	16.417 15.500 16.292 14.083	15,389
2603000015363	5363	EL MARIACHI (49.14%) COLOSO (43.42%)	12.583 8.583	9910
		CAÑADA DE LOS NEGROS (100%) 5 E MAYO (15.83%)	5.042 10.583	

2603000015378	5378	EL MARIACHI (32.62%) CENTRO (2.87%) CONTRY CLUB (16.06%)	12.583 10.583 12.750	13,172
2603000015382	5382	CARMEN SERDAN (36.2%) JACINTO LOPEZ (26.35%)	15.000 15.500	9514
2603000015397	5397	EUSEBIO KINO ISSSTESON (67.56%) CARMEN SERDAN (37.66%)	12.083 15.000	13,812
260300001540A	540A	EUSEBIO KINO (32.44%) CARMEN SERDAN (26.09%) JACINTO LOPEZ (4.05%) CNOP (100%)	14.333 15.000 15.500 14.250	23,441
2603000015414	5414	JARDINES (38.18%)	14.250	5441
2603000015429	5429	SAN BENITO (13.39%)	12.500	1674
2603000015433	5433	SAN BENITO (12.97%)	12.500	1621
2603000015448	5448	NACAMERI (100%) RESIDENCIAL PIMA (65.83%) SAN ANGEL (23.17%)	17.000 17.000 11.916	30,952
2603000015452	5452	SAN ANGEL (67.67%) PALO VERDE (2.26%) EL APACHE (3.18%)	11.916 16.426 11.317	8794
2603000015467	5467	PIMENTEL (32.79%) OLIVARES (3.84%)	16.000 16.458	5878
2603000015471	5471	PIMENTEL (67.21%) OLIVARES (6.77%)	16.000 16.458	11,868
2603000015486	5486	CHOYAL (65.85%)	9.917	6530
2603000015490	5490	SAHUARO INDECO (100%) CHOYAL (13.45%) PUESTA DEL SOL (80.03%)	14.750 1.333 15.250	28,781
2603000015503	5503	LUIS ENCINAS (77.35%)	16.417	12,699
2603000015518	5518	LUIS ENCINAS (22.65%) CUARTEL ZONA (100%)	1.417 No datos	321
2603000015522	5522	OLIVARES (11.94%)	16.458	1965
2603000015537	5537	OLIVARES (11.26%)	16.458	1853
2603000015560	5560	EL ESPLENDOR (100%) MURANO (100%) CASA BONITA II (100%) CASA BONITA RESIDENCIAL (100%)	9.670 9.125 9.750 11.208	39,753
2603000015575	5575	SOLIDARIDAD (5.51%) PRIMERO HERMOSILLO (81.34%) REAL DEL COBRE (100%) REAL DEL CARDO (100%) VALLE DEL PORTAL 67.08%)	16.170 16.000 10.583 No datos 12.920	33,142
260300001558A	558A	SOLIDARIDAD (5.4%) NORBERTO ORTEGA (25.09%) DIVISION DEL NORTE (38.81%) PRIMERO HERMOSILLO (17.65%)	16.170 15.917 No datos 16.000	7691
2603000015594	5594	SOLIDARIDAD (20.75%)	16.170	3355
2603000015607	5607	FUENTES EL MEZQUITAL (70.62%)	14.417	10,181
2603000015611	5611	VILLA SOL (93.6%) FUENTES EL MEZQUITAL (29.38%)	16.300 14.417	19,493
2603000015626	5626	MARTIRES DE CANANEA (17.48%) PROGRESISTA (40.74%) PLAZA REAL (85.37%) CAMINO REAL NORTE (33.58%) MISIONEROS (15.37%)	16.292 15.500 11.625 12.083 13.000	25,142

2603000015630	5630	UNION LADRILLEROS (13.6%) AMPLICACION LADRILLERAS (17.47%)- NUEVA CASTILLA (100%) VIRREYES (29.77%) PLAZA REAL (13.34%) CERRO COLORADO (100%)	9.670 No datos 12.750 15.110 11.625 No datos	20,114
2603000015645	5645	MISION (13.77%) SAHUARO (12.98%) NUEVA ESPAÑA (77.11%) BUENA AVENTURA (100%) ALVARO OBREGON (1.68%)	12.958 14.750 12.178 No datos 15.333	13,347
260300001565A	565A	MISION (3.54) MISIONEROS (20.52) SAN BERNARDO 1 Y 2 Y 3 (100) NVA ESPAÑA(22.89) INALAMBRICA(100) SAN JERONIMO(100) V FONTANA(100) LIBERTAD(39.08) PLAZA GRANDE(100) ADOLFO LOPEZ(16.29) ALVARO OBREGON (3.87)	12.958 13.000 13.830 12.178 1.333 13.790 12.750 15.583 15.833 17.167 15.333	72,938
2603000015664	5664	ARBOLEDAS (53.56%)	9.125	4887
2603000015679	5679	ALTAMIRA (19.87%) NUEVO HERMOSILLO (2.14%) ALTARES II (2.95%)	9.417 11.333 10.167	2413
2603000015683	5683	LOS LAGOS (100%) MEZQUITAL DEL ORO (100%)- PUERTA GRANDE (100%) FLAMINGOS (100%) PUERTA GRANDE RESIDENCIAL (100%) LOS PORTALES (20.71%) LLANO VERDE (100%) CASA GRANDE A Y B (100%) PORTAL DEL LAGO (36.18%) -	44.375 No datos 24.000 No datos 24.000 18.042 19.583 29.330 No datos	145,024
2603000015698	5698	VISTA DEL LAGO (100%) LOS PORTALES(74.76%) PORTAL DEL LAGO (63.82%) VALLE DEL LAGO (100%) VILLA FLORENCIA (100%) VALLE BONITO (100%) ALCALA RESIDENCIAL (100%) LAS QUINTAS (7.89%) VALLE DEL LAGO II(100%)	19.580 18.042 No datos 18.583 14.600 15.920 17.000 13.750 18.583	118,839
2603000015700	5700	SAN BOSCO (100%) SAN JUAN BOSCO II (14.34%) SAN FRANCISCO (18.93%)	11.333 2.208 10.750	13,682
2603000015715	5715	SOLIDARIDAD V (60.91%) MIGUEL ANGEL JIMENEZ (100%) FCO ROMERO (100%) NUEVA VICTORIA (100%) VALLE DEL PORTAL (32.92%)	8.080 23.458 6.917 No datos 12.920	39,551
260300001572A	572A	SOLIDARIDAD ETAPA III (90%) SOLIDARIDAD IV ETAPA (19.43%)	No datos 15.000	2915
2603000015734	5734	SOLIDARIDAD IV ETAPA (28.67%) SOLIDARIDAD (6.79%)	15.000 16.170	5398
2603000015749	5749	VILLA COLONIAL (100%)	8.667	8667
2603000015753	5753	GALA (13.2%)	10.500	1386
2603000015768	5768	CASA LINDA (100%)	13.250	13,250

2603000015772	5772	LAS MINITAS (83.07%) CERRADA DE MINAS (52.98%) REAL DE MINAS (6.07%)	10.750 2.000 6.167	10,363
2603000015823	5823	PALO VERDE (2.04%) PALO VERDE INDEUR (40.14%) EL MEZQUITE (100%)	16.426 13.545 14.000	19,772
2603000015838	5838	PALO VERDE (9.24%)	16.426	1518
2603000015842	5842	PALO VERDE (1.33%) PALO VERDE INDEUR (9.87%) LOS OLIVOS (6.11%)	16.426 13.545 12.208	2289
2603000015857	5857	LOS OLIVOS (9.48%)	12.208	1157
2603000015861	5861	ARCO IRIS (100%)	7.880	7880
2603000015876	5876	LOS OLIVOS (33.59%) HACIENDA LOS LIRIOS (13.22%) -	12.208 No datos	4100
2603000015880	5880	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000015895	5895	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000015908	5908	SOLIDARIDAD ETAPA III (5%)	No datos	No datos
2603000015912	5912	SOLIDARIDAD ETAPA III (5%)	No datos	No datos
2603000015927	5927	CAFE COMBATE (10.04%)	6.000	600
2603000015965	5965	EL CORTIJO (100%) LOS MANANTIALES (37.67%)	5.792 10.042	9574
260300001597A	597A	SAN SEBASTIAN SECC VILLA BONITA (100%) LA CARIDAD (35.75%) RETORNO DE LA MISION (100%)	11.420 10.667 10.620	25,853
2603000015984	5984	VILLAS DEL PALMAR (52.47%) VILLA DORADA (100%) SAN LUIS REY (100%) VILLAS DEL CORTES (18.77%)	5.750 11.250 7.958 10.088	24,121
2603000015999	5999	VILLAS DEL CORTES (80.04%) VILLA COLONIAL (100%) LA CARIDAD (28.19%)	10.088 8.667 10.667	19,741
2603000016003	6003	4 DE MARZO INVASION (100%) NUEVO HORIZONTE (100%) LOMAS DEL NORTE Y DEL PARAISO (88.52%) LA CARIDAD (13.24%)	12.500 9.667 13.333 10.667	35,384
2603000016018	6018	VILLAS RESIDENCIAL (71.71%) PASEO LAS PALMAS (91.14%) CERRADA LA CARIDAD (100%) VILLAS DEL PALMAR (45.45%) LA CARIDAD (22.82%) LOMAS DEL NORTE Y PARAISO (11.48%)	13.000 10.083 8.708 5.750 10.667 13.333	33,797
2603000016022	6022	PILARES (100%) LOS MANANTIALES (62.33%)	6.500 10.042	12,759
2603000016037	6037	EL ENCANTO (100%)	4.500	6259
2603000016041	6041	VILLA DEL REAL (37.57%) ARANDANOS RESIDENCIAL (6.28%)	11.083 10.625	4827
2603000016056	6056	ARANDANOS RESIDENCIAL (100%) MINIPARQUE INDUSTRIAL (100%)	10.625 No datos	10,630
2603000016060	6060	VILLA DEL REAL (34.2%) PRIVADAS DEL REAL (40.21%)	11.083 13.000	9010
2603000016075	6075	LUIS DONALDO COLOSIO III ETAPA (100%) SAN FRANCISCO (80.83%)	10.900 10.750	19,589
260300001608A	608A	CAFE COMBATE (16.33%)	6.000	980
2603000016107	6107	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos

2603000016111	6111	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000016126	6126	ADOLFO LOPEZ MATEOS (35%) HACIENDA LOS ALCATRACES (9.78%)	17.167 No datos	6010
2603000016130	6130	LOS OLIVOS (43.59%) ADOLFO LOPEZ MATEOS (30%)	12.208 17.167	10,472
2603000016145	6145	LOS GIRASOLES (100%) ADOLFO LOPEZ MATEOS (35%)	14.833 17.167	20,840
260300001615A	615A	VILLA HERMOSA (44.75%) PALO VERDE INDEUR (2.42%)	16.417 16.426	7746
2603000016164	6164	ALTARES II (97.05%)	10.167	9867
2603000016179	6179	ARBOLEDAS (24.32%)	9.125	2220
2603000016183	6183	ARBOLEDAS (14.8%)	9.125	1350
2603000016198	6198	GALA (56.63%) SIERRA CLARA (54.85%)	10.500 1.583	6808
2603000016200	6200	LAS LOMAS (SECC DEL MIRADOR (94.22%) LAS LOMAS DEL SUR (100%) LAS LOMAS DEL SOL (100%) EL PARAISO REAL DEL PARQUE (100%) - PRIVADAS DEL BOSQUE (100%) PRIVADA LAS LOMAS (100%) c. LA CAMPANA(91.62%) LAS LOMAS SEC SEC (100%) 5	11.667 5.000 9.542 No datos 12.545 12.875 13.916 9.250	72,957
2603000016215	6215	PEDREGAL DE LA VILLA (28.74 AKIWIKI (100%) LAS LOMAS (11.59%)-	14.917 17.250 No datos	21,537
260300001622A	622A	LAS LOMAS LOS MANZANOS(100) LAS LOMAS CASTANOS(100) LAS LOMAS LOS ALMENDROS(100) URBI VILLA DEL REY S(LOS ALMENDROS II y III(100) URBI VILLA DEL REY CASTANOS II (100%) URBI VILLA DEL REY CASTAÑOS III (100%) URBI VILLA DEL REY CASTAÑOS IV (100) URVI VILLA DEL REY LOS MANZANOS(100) LAS LOMAS DE CORTES(91.49) LAS LOMAS (100)	5.958 3.958 2.750 8.917 10.830 10.870 8.400 No datos 8.250 12.875	72,118
2603000016234	6234	SOLIDARIDAD ETAPA II (5%)	No datos	No datos
2603000016304	6304	PRIVADAS DEL REAL (28.52%)	13.000	3710
2603000016319	6319	VILLA DEL REAL (37.57%) NUEVO PROGRESO (69.57%)	11.083 9.250	10,594
2603000016323	6323	SOLIDARIDAD ETAPA II (95%)	No datos	No datos
2603000016338	6338	MANUEL GOMEZ MORIN (100%)	13.042	13,040
2603000016342	6342	SOLIDARIDAD (2%)	16.700	334
2603000016357	6357	PASEO DE LAS PALMAS (8.86%)	10.083	893
2603000016361	6361	RINCON DE PALMAS (100%)	6.750	6750
2603000016376	6376	LOS ANGELES (57.31%)	6.500	3720
2603000016380	6380	CAFE COMBATE (8.58%)	6.000	515
2603000016395	6395	AMPLIACION REAL DE MINAS (54.69%) LAS MINITAS (8.85%)	No datos 10.750	951
2603000016408	6408	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000016412	6412	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000016427	6427	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos

2603000016431	6431	ALTARES (1.07%)	10.833	116
2603000016446	6446	ALTARES (11.4%)	10.833	1235
2603000016450	6450	ALTARES (13.07%)	10.833	1410
2603000016465	6465	ALTARES (10.49%) VISTA REAL (33.15%)	10.833 1.667	1689
260300001647A	647A	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000016624	6624	JORGE VALDEZ MUÑOZ (100%) PRIVADAS DEL REAL (31.27%)	11.417 13.000	15,485
2603000016639	6639	LAURA ALICIA FRIAS DE LOPEZ NOGALES (74.87%)	7.458	5584
2603000016643	6643	CORDOBA RESIDENCIAL (100%) PRIVADAS DEL REAL III (100%) PRIVADAS DEL REAL II (100%) VILLA DEL REAL (8.24%)	8.208 13.208 13.208 11.083	35,533
2603000016658	6658	PUEBLO ESCONDIDO (100%) PUEBLO DEL ANGEL (100%) TUMACACORI (42.23%) PUEBLO ALEGRE (36.34%)	11.042 12.273 13.750 11.625	33,339
2603000016662	6662	PUBLITOS CDA. GUARIJIOS (100%) TUBAC (100%) PUEBLITOS CDA. KIKAPU (100%) OPATAS (100%) PUEBLO ALEGRE (63.66%) TUMACACORI (55.77%)	10.917 12.100 10.917 11.958 11.625 13.750	60,960
2603000016677	6677	PRIVADA DEL SAUCE (95.41%) PRIVADA DEL BOSQUE (100%) NUEVO PROGRESO (14%)	12.667 12.545 9.250	25,930
2603000016681	6681	PUEBLO DEL ORO (100%) PUEBLO BONITO (100%) PUEBLITOS CDA. KIKAPU(100%) PUEBLITOS CDA. PAPAGOS (100%) PIMAS (63.02%)	12.167 13.542 10.917 10.917 12.833	55,637
2603000016696	6696	SANTA BARBARA (26.17%)	7.583	1980
2603000016709	6709	VILLA CALIFORNIA (100%)	14.330	14,330
2603000016713	6713	LOS ANGELES (2%)	6.500	13
2603000016728	6728	VILLAS RESIDENCIAL (71.71%)	13.000	9322
2603000016732	6732	LOS ANGELES (18.84%)	6.500	1224
2603000016747	6747	COLINAS DE SAN JAVIER (100%)	No datos	No datos
2603000016751	6751	CAFE COMBATE (4.4%)	6.000	264
2603000016766	6766	SIERRA CLARA (45%) AGUALURCA (86.78%) GALA (6.37%)	1.583 11.667 10.500	11,505
2603000016770	6770	GALA (21.85%) GALA II (25.52%) VALLE DE LOS ALMENDROS (10.56%)	10.500 10.500 4.250	5424
2603000016785	6785	GALA (19.93%) GALA II (3.26%)	10.500 10.500	2434
260300001679A	679A	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000016802	6802	ALTARES (7.2%)	10.883	783
2603000016817	6817	ALTARES (24.6%)	10.883	2680
2603000016821	6821	ALTARES (4.72%)	10.883	514
2603000016836	6836	ALTARES (8.13%)	10.883	884

2603000016840	6840	ALTARES (12.13%)	10.883	1320
2603000016855	6855	COSTA DEL SOL (100%)	8.750	8750
260300001686A	686A	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000016874	6874	HACIENDA LOS ALCATRACES (90.22%)	No datos	No datos
2603000016889	6889	HACIENDA LOS LIRIOS (86.78%)	No datos	no datos
2603000016893	6893	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000016906	6906	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000016910	6910	REAL DE MINAS (88.75%) LAS MINITAS (1.39%)	6.167 10.750	5620
2603000016925	6925	PASEO SAN ANGEL (43.16%) TULIPANES (31.06%) PASEO SAN ANGEL III (8.25%)	10.333 12.125 10.333	9080
260300001693A	693A	PASEO SAN ANGEL II SEC LAS PLACITAS II (58.72%) PASEO SAN ANGEL II SEC LAS PLACITAS I (100%) – PASEO SAN ANGEL II SECC CERRADA LAS PLACITAS (65.74%) PASEO SAN ANGEL (38.55%)	11.833 11.833 11.833 10.333	30,542
2603000016944	6944	REAL DEL CARMEN RESIDENCIAL (82.9%) CASA REAL (6.36%) PASEO SAN ANGEL II SECC LAS PLACITAS II (27.93%) PASEO SAN ANGEL II SECC LAS PLACITAS V (100%) PASEO SAN ANGEL II CERRADA LAS PLACITAS (34.26%)	11.830 8.833 11.833 11.833 11.833	29,559
2603000016959	6959	VILLA BONITA (25.77%)	9.917	2550
2603000016963	6963	VILLA BONITA (30.18%) MONTECARLO (38.17%)	9.917 16.167	9161
2603000016978	6978	MONTECARLO (22.24%) PORTAL DEL PITIC (100%)	16.167 8.458	12,055
2603000016982	6982	MONTECARLO (39.59%) VILLA BONITA (8.38%)	16.167 9.917	7231
2603000016997	6997	VILLA DE PARRAS (66.12%)	17.670	11,680
2603000017001	7001	LAURA ALICIA FRIAS DE LOPEZ NOGALES (12.48%)	7.458	931
2603000017016	7016	LAURA ALICIA FRIAS DE LOPEZ NOGALES (9.53%)	7.458	711
2603000017020	7020	PUEBLO DEL SOL 8(100%)	11.583	11,583
2603000017035	7035	PALO FIERRO (48.17%)	6.833	3291
260300001704A	704A	LOS ANGELES X ETAPA (55.89%) LOS ANGELES (12.52%)	No datos 6.500	793
2603000017054	7054	PUERTA REAL RESIDENCIAL (36.71%)	10.083	3701
2603000017069	7069	PALERMO SECCION PARTANA (83.17%) PALERMO SECCION VENETO (20.81%)	21.708 21.000	18,490
2603000017073	7073	CAFE COMBATE (1.01%)	6.000	10
2603000017088	7088	URBI VILLA DEL REY II (5.66%) LAS LOMAS SECC LOS ALMENDROS (9.1%)	10.830 2.750	863
2603000017092	7092	AGUALURCA (7.67%)	11.667	895
2603000017105	7105	ALTARES (0.14%)	10.833	15
260300001711A	711A	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos

2603000017124	7124	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017139	7139	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017143	7143	AMPLIACION REAL DE MINAS (45.31%)	No datos	No datos
2603000017158	7158	REAL DEL CARMEN II (56.85%)	9.670	5490
2603000017162	7162	TULIPANES (31.41%)	12.125	3810
2603000017177	7177	VILLA BONITA (32.83%)	9.917	3256
2603000017181	7181	VILLA DE PARRAS (33.88%)	17.670	5980
2603000017196	7196	VILLA MERCEDES (43.35%)	11.750	5094
2603000017209	7209	LIRIOS (100%)	No datos	No datos
2603000017213	7213	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017228	7228	PUEBLITOS SECC. LOS ALAMOS (100%)	11.708	11,710
2603000017232	7232	VILLA VERDE (71.49%) PRIVADA SAN GERMAN (100%)	7.22 9.58	16,800
2603000017247	7247	CERRADA DIAMANTE (100%)	13.917	13,920
2603000017251	7251	PALO FIERRO (51.83%)	6.833	3540
2603000017266	7266	PIMAS (15.82%) TORREPLATA (16.47%)	12.833 8.200	3380
2603000017270	7270	LOMAS DE REFORMA (100%)	6.917	6920
2603000017285	7285	VILLAS RESIDENCIAL (18.68%)	13.000	2430
260300001729A	729A	PRIV MIXCOAC (95%)	11.083	10,530
2603000017302	7302	PALERMO SECCION VENETO (78.34%)	21.000	16,450
2603000017317	7317	PASEO SAN ANGEL II (89.18%) TULIPANES (7.62%)	10.333 12.125	10,136
2603000017321	7321	PARQUE INDUSTRIAL DYNATECH SUR (79.56%)	No datos	No datos
2603000017336	7336	GALA II (18.81%)	10.500	1975
2603000017340	7340	VALLE DE LOS ALMENDROS (52.96%)	4.250	2250
2603000017355	7355	MAYORCA (100%) ALTARES (2.28%) ALTAMIRA (23.94%)	9.125 10.833 9.417	11,631
260300001736A	736A	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017374	7374	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017389	7389	VILLAS DEL SUR (46.02%) AGAVES RESIDENCIAL (100%)	8.333 7.292	3830
2603000017393	7393	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017406	7406	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017410	7410	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017425	7425	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
260300001743A	743A	REAL DE MINAS (4.08%)	6.167	296
2603000017444	7444	CASA REAL (56.81%) REAL DEL CARMEN II 33.95%) REAL DEL CARMEN IV (74.15%) REAL DEL CARMEN III (90.11%)	8.833 9.670 11.000 10.920	26,303
2603000017459	7459	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017463	7463	SALVATIERRA RESIDENCIAL (100%) LA RIOJA (100%)	19.208 15.000	34,210

2603000017478	7478	RESIDENCIAL PARQUE VERSALLES (100%)	22.958	22,960
2603000017482	7482	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017497	7497	VILLA MERCEDES (23.34%)	11.750	2740
260300001750A	750A	BENET RESIDENCIA (100%) SAN JUAN BOSCO II (83.1%) PUERTA REAL RESIDENCIAL (62.42%) PUERTA REAL RES IV (18.87%)	10.500 2.208 10.083 10.083	20,531
2603000017514	7514	PALMA DORADA (75.3%)	8.792	6620
2603000017529	7529	LA CAMPIÑA (100%) TIERRA COLORADA (100%) VILLA MERLOT RESIDENCIAL (100%)	11.750 5.750 10.000	27,500
2603000017548	7548	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017552	7552	PRIVADAS DEL REAL SECC. NORTE (16.97%)	13.000	2210
2603000017567	7567	VILLA VERDE (10.97%)	10.100	1110
2603000017571	7571	PIMAS (19.98%) TORREPLATA (10.56%)	12.833 8.200	3433
2603000017586	7586	VALLE DE LOS ALMENDROS (36.48%) GALA II (1.8%)	4.250 10.500	1739
2603000017603	7603	ALTARES (0.54%)	10.833	5850
2603000017618	7618	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017622	7622	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017637	7637	CERRADA DE MINAS (20.48%)	2.000	410
2603000017641	7641	REAL DEL CARMEN IV (24.84%)	11.000	2732
2603000017656	7656	VILLA BONITA IX XX XI Y XII (15.51%)	9.917	1540
2603000017660	7660	VILLA BONITA IX XX XI Y XII (16.23%)	9.917	1610
2603000017675	7675	VILLA BONITA IX XX XI Y XII (10.24%)	9.917	1015
260300001768A	768A	VILLA BONITA IX XX XI Y XII (6.3%)	9.917	625
2603000017694	7694	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017707	7707	LA ENCANTADA PRIV TESOROS (51.46%) COMPOSTELA (100%) LA ENCANTADA PRIV AZULEJOS (100%) LA ENCANTADA PRIV ALEBRIJES (100%) LA ENCANTADA PRIV EYENDAS (100%)	21.750 22.292 21.750 21.750 21.750	98,892
2603000017711	7711	PUERTA REAL RESIDENCIAL III (51.64%)	10.083	5210
2603000017726	7726	PALMA DORADA (24.7%)	8.792	2170
2603000017798	7798	VILLA VERDE II (86.39%) VILLA VERDE (8.87%) VILLA VERDE II (10%)	20.30 20.30 20.30	21,371
2603000017800	7800	TIERRA NUEVA (28.3%)	4.000	1132
2603000017815	7815	TORRE PLATA (69.03%) ROMANZA RESIDENCIAL (100%)	8.200 10.120	15,780
260300001782A	782A	SANTA BARBARA (4.37%)	7.583	331
2603000017834	7834	LAS VISTAS (100%) PALERMO SECCION FERRARA (100%)	No datos 15.000	15,000
2603000017849	7849	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017853	7853	PUERTA DE HIERRO (100%)	6.250	6250
2603000017868	7868	GALA II (78.68%)	10.500	8260

2603000017872	7872	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017887	7887	ALTARES (2.8%)	10.833	303
2603000017891	7891	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017904	7904	QUINTAS DEL SOL RESIDENCIAL I (100%)	3.170	3200
2603000017919	7919	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000017923	7923	VILLAS DEL SUR (53.98%)	No datos	No datos
2603000017938	7938	REAL DEL CARMEN V (100%) CASA REAL (36.83%)	4.917 8.833	8170
2603000017942	7942	REAL DEL CARMEN RESIDENCIAL (82.9%)	11.830	9810
2603000017957	7957	SOLEIL RESIDENCIAL (32.64%)	9.667	3155
2603000017961	7961	AZORES RESIDENCIAL (100%)	No datos	No datos
2603000017976	7976	VILLA BONITA IX XX XI Y XII (4.24%)	9.917	420
2603000017980	7980	VILLA BONITA IX XX XI Y XII (30.36%)	9.917	4010
2603000017995	7995	VILLA BONITA IX XX XI Y XII (5.48%)	9.917	543
260300001800A	800A	VILLA BONITA IX XX XI Y XII (9.06%)	9.917	898
2603000018014	8014	VILLA DE LOS CORCELES (100%)	8.375	8400
2603000018029	8029	LOS ARROYOS (100%) LOS ARROYOS I (71.03%)	9.625 11.190	17.575
2603000018033	8033	LA CHOLLA (85.12%) LA CHOLLA II (100%)	13.000 12.333	23,398
2603000018048	8048	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018052	8052	PUERTA REAL VI (100%)	10.083	10,100
2603000018067	8067	PUERTA REAL RESIDENCIAL VII (39.03%)	10.083	3935
2603000018071	8071	SAN MARCOS (100%) SAN MARCOS II (63.53%)	10.000 10.000	16,400
2603000018090	8090	LA CAMPIÑA III IV Y V (52.63%)	11.750	6184
2603000018103	8103	LAURA ALICIA FRIAS DE LOPEZ NOGALES (2.81%)	7.458	210
2603000018118	8118	VILLAS DE TURIN (7.94%)	No datos	No datos
2603000018122	8122	PRIVADAS DEL REAL SECC. NORTE (67.1%)	No datos	No datos
2603000018137	8137	PUERTA REAL RESIDENCIA III (48.35%) PUERTA REAL RESIDENCIAL IV (79.78%) VILLA MERCEDES (25.88%)	10.083 10.083 11.750	15,959
2603000018141	8141	QUINTA REAL (49.6%) CERRADA DE MINAS (19.85%)	2.583 2.000	1678
2603000018211	8211	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018226	8226	VILLAS DE TURIN (4%)	No datos	No datos
2603000018230	8230	VILLAS DE TURIN (15.01%)	No datos	No datos
2603000018245	8245	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
260300001825A	825A	VILLA VERDE III (83.51%)	10.100	8434
2603000018264	8264	CASALTA RESIDENCIAL (34.69%)	No datos	No datos
2603000018279	8279	TIERRA NUEVA (35.94%)	4.000	1440
2603000018283	8283	LOS PINOS RESIDENCIAL (100%)	6.917	6920
2603000018298	8298	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018300	8300	ARANJUEZ RESIDENCIAL (46.7%)	4.667	2180

2603000018315	8315	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
260300001832A	832A	MIXCOAC (5%)	11.083	550
2603000018334	8334	ALTO VALLE (23.54%)	10.833	2550
2603000018349	8349	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018353	8353	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018368	8368	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018372	8372	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018387	8387	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018391	8391	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018404	8404	OASIS DEL SOL (100%)	11.000	11,000
2603000018419	8419	PUERTA ESMERALDA (57.57%) CERRADA DE MINAS (6.69%) QUINTA REAL (4.08%)	3.167 2.000 2.583	2062
2603000018423	8423	QUINTA REAL (15.65%)	2.583	404
2603000018438	8438	SOLEIL RESIDENCIAL (23.96%)	9.667	2320
2603000018442	8442	PASEO REAL REDICENCIAL (34.97%)	8.875	8875
2603000018457	8457	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018461	8461	LOS ARROYOS I (28.96%)	11.190	4241
2603000018476	8476	LA CHOLLA (7.11%)	13.000	924
2603000018480	8480	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018495	8495	LA CAMPIÑA III IV Y V (13.62%)	11.750	1600
2603000018508	8508	LA CAMPIÑA III IV Y V (15.28%)	11.750	1795
2603000018512	8512	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018527	8527	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018531	8531	PUERTA REAL RESIDENCIAL VII (30.15%)	10.083	3040
2603000018546	8546	LAS GLORIAS (100%)	No datos	No datos
2603000018550	8550	SAN MARCOS II (36.47%)	10.000	3650
2603000018601	8601	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018616	8616	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018620	8620	CASALTA RESIDENCIAL (50.64%)	No datos	No datos
2603000018635	8635	TIERRA NUEVA (2.2%)	4.000	100
260300001864A	864A	ARANJUEZ RESIDENCIAL (53.3%)	4.667	2490
2603000018654	8654	OASIS SOLANA (100%)	9.670	9670
2603000018669	8669	PUERTA ESMERALDA (7.57%)	3.167	240
2603000018673	8673	QUINTA REAL (27.67%)	2.583	715
2603000018688	8688	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018692	8692	SOLEIL RESIDENCIAL (17.99%)	9.667	1740
2603000018705	8705	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
260300001871A	871A	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018724	8724	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018739	8739	VILLA LOURDES (100%)	3.292	3290

2603000018743	8743	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018758	8758	LA CHOLLA (7.56%)	13.000	983
2603000018866	8866	VISTA REAL (20.06%)	1.667	334
2603000018870	8870	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018885	8885	URBI VILLA DEL PRADO (45.79%)	5.541	2540
260300001889A	889A	URBI VILLA DEL PRADO (51.17%)	5.541	2835
2603000018902	8902	PUERTA REAL RESIDENCIAL VII (5.11%)	10.083	515
2603000018917	8917	PUERTA REAL RESIDENCIAL VI (38.95%)	10.083	3930
2603000018921	8921	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018936	8936	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018940	8940	LAS CUEVAS (100%)	No datos	No datos
2603000018955	8955	PASEO DEL PEDREGAL (91.33%)	10.000	9133
260300001896A	896A	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018974	8974	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018989	8989	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos
2603000018993	8993	SIN ASIGNACION CAMPO DE COLONIA	No datos	No datos