

# VARIACIÓN TEMPORAL DE LA DEMANDA HÍDRICA EN LA COMARCA TURÍSTICA SERRANA DE VENTANIA

Delgado M. I.<sup>ab</sup>, de Antueno L.<sup>ac</sup> y Gaspari F. J.<sup>ac</sup>

<sup>a</sup>*Cátedra de Manejo de Cuencas Hidrográficas. FCAYF. Universidad Nacional de La Plata.  
ARGENTINA*

<sup>b</sup>*División Ficología, Museo de La Plata, UNLP. CONICET. ARGENTINA*

<sup>c</sup>*Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena. CEIDE. FCAYF. Universidad  
Nacional de La Plata. ARGENTINA*

e-mail: [cuencas@agro.unlp.edu.ar](mailto:cuencas@agro.unlp.edu.ar)

## RESUMEN

*La región serrana de Ventania, en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, se encuentra actualmente en gran crecimiento económico y demográfico producto del auge turístico, que viene desarrollándose desde la década de 1990. Es por ello, que el objetivo del presente trabajo fue estimar la demanda hídrica para consumo humano en varias localidades de la comarca serrana bonaerense. Se realizó un análisis demográfico para la estimación del crecimiento poblacional en los centros urbanos de Saldungaray, Sierra de la Ventana, Tornquist, Villa La Gruta y Villa Ventana, utilizando los datos provenientes de censos oficiales y aplicando los métodos de Tasa geométrica decreciente y Proyección lineal. Se determinó un 35,7% de aumento en la población en el período censado, y un 40,9 % para el período proyectado. A partir de datos pluviométricos locales registrados en el Partido de Tornquist (período 1982-2018) se calculó una precipitación media anual de 778,6 mm, visualizándose en los tres últimos años (2016-2018) una disminución del 16% respecto del valor medio del período, expresado en el análisis de tendencia climática. Utilizando los resultados alcanzados en la estimación del consumo medio diario por habitante, de acuerdo con lo establecido en las regulaciones del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento, se estableció la demanda hídrica para consumo humano, observándose una relación inversa entre estas estimaciones de consumo y la disponibilidad hídrica en la región.*

*Palabras clave:* Turismo, Crecimiento demográfico, Tendencia pluvial

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se considera que el crecimiento económico incrementará la demanda del recurso hídrico para todos los usos y servicios, de este modo la urbanización presionará sobre el recurso hídrico, procurando obtener un suministro adecuado tanto en calidad como en cantidad. A su vez, el cambio climático interactuará con estos procesos, en la mayoría de los casos incrementando sus efectos (OMS, 2010). Es así que en la competencia por el recurso hídrico es atribuible a la combinación de diferentes factores (Irmak, 2010).

La región serrana de Ventania, en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, se encuentra actualmente en gran crecimiento económico y demográfico producto del auge turístico, que viene desarrollándose desde la década de 1990. Es así que la principal actividad económica en los últimos años se ha basado en el turismo (principalmente turismo rural en estancia y el ascenso a cerros característicos de la región), superando generalmente a la oferta en las épocas pico. Tal es la dimensión de esta actividad económica actualmente, que se ha creado la Asociación para el Desarrollo Turístico de la Comarca de Sierra de la Ventana. La misma posee su mayor extensión en el Municipio de Tornquist y está conformada por las localidades de Tornquist, Villa serrana La Gruta, Corredor Ruta 76, Villa Ventana, Sierra de la Ventana y Saldungaray. Se ha observado en los últimos años un crecimiento exponencial en la construcción de complejos turísticos, especialmente cabañas, tanto para habitantes permanentes como para suministrar servicios al enorme afluente turístico, el cual tiene períodos críticos de afluencia en el receso invernal, el estival y los feriados largos, como el de Semana Santa. Vinculado a este territorio serrano se encuentra el Parque Provincial Ernesto Tornquist, el cual fue creado en el año 1937 para proteger el pastizal natural serrano y constituye uno de los principales atractivos turísticos de la región.

Por otro lado, la población estable de la región también se ha incrementado notablemente en los últimos años, contribuyendo al aumento en la demanda de recursos (Delgado, 2012). Se considera que un mejor entendimiento respecto del efecto que los cambios en el uso del suelo pueden ejercer a nivel hidrológico, permitirá mejorar la estimación de sus consecuencias hidrológicas (Woldesenbet et al., 2017), contribuyendo al manejo sustentable de los recursos, así como a la planificación de un futuro ordenamiento territorial. Entendiendo al ordenamiento territorial como un instrumento de planificación del desarrollo sostenible, el cual tiene por objetivo la adecuación de las actividades económicas en los espacios geográficos más recomendables, buscando el equilibrio entre la mejor calidad de vida de la población y la optimización del uso sostenible de los recursos naturales (Carlevari y Carlevari, 2007). Dentro de este marco, el turismo como actividad productiva es un agente activo y en desarrollo, mundialmente reconocido como una de las actividades económicas más rentables.

Por lo expuesto anteriormente es que el objetivo del presente trabajo fue estimar la variación temporal de la demanda hídrica para consumo humano en varias localidades de la comarca serrana bonaerense.

## MÉTODOS

### Disponibilidad hídrica

A partir de datos pluviométricos mensuales registrados en el Partido de Tornquist (período 1982-2018) cuya fuente corresponde a la Cooperativa Rural Limitada - Los Vascos Cereales, aportados por el Ing. Agr. Ponciano Cárdenas (M.A.A.), se calculó la precipitación media anual y mensual, así como su tendencia.

Se realizó una recopilación bibliográfica de trabajos científicos donde se presentan balances hídricos para la región, tales como Casado et al. (2007), Delgado (2012), Guzmán Guaraca (2020).

### Población estable y afluencia turística

Se realizó un análisis demográfico para la estimación del crecimiento poblacional en los centros urbanos de Saldungaray, Sierra de la Ventana, Tornquist, Villa La Gruta y Villa Ventana (ver Fig. 1), utilizando los datos poblacionales provenientes de censos oficiales correspondiente al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC, 2020), y aplicando los métodos de Tasa Geométrica Decreciente (TGD) y Proyección Demográfica por Ajuste Lineal (ALTH), los cuales se describen a continuación según la metodología recomendada del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSa).

La proyección poblacional se realizó para los años 2020 y 2030.



Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio (elaborado a partir de Google Earth).

### **Proyección Demográfica por Ajuste Lineal de la Tendencia Histórica (ALTH)**

La proyección demográfica de cada localidad por ALTH se efectuó aplicando la recta de ajuste resultante de la regresión lineal de los valores de población total registrados en los últimos tres censos. La población futura se obtuvo con la Ec. 1.

$$P_n = a + b.n \quad (1)$$

Donde  $P_n$  es la población total al año dado (número de habitantes),  $n$  es el número de años medidos desde el año calendario inicial de la proyección hasta el año calendario en análisis;  $a$  y  $b$  son coeficientes de la recta de ajuste y se obtienen aplicando el método de mínimos cuadrados.

El principio de este método es que la recta que mejor se ajusta a un conjunto de datos que muestran una ordenación de tendencia lineal, es aquella para la cual la suma de los cuadrados de los residuos es mínima. Se denomina residuo a la diferencia entre un valor estimado y un valor observado.

### **Proyección Demográfica por Tasa Geométrica Decreciente (TGD)**

De acuerdo con el ENOHSa, el método de TDG es comúnmente empleado en localidades que han sufrido un aporte inmigratorio o un incremento poblacional significativo en el pasado reciente, debido a factores que generan atracción demográfica tales como la instalación de parques industriales, mejores niveles de ingreso y/o calidad de vida, nuevas vías de comunicación, entre otros, y cuyo crecimiento futuro previsible sea de menor importancia. En el caso en estudio se asocia a la actividad económica local, generada principalmente a partir del turismo.

El método utiliza para la proyección futura la expresión geométrica de la Ec.2.

$$P_n = P_0(1 + i)^n \quad (2)$$

Donde,  $P_n$  es la estimación de población al año “ $n$ ”;  $P_0$  es la población base (cantidad de habitantes), que por lo general corresponde al último censo;  $i$  es la tasa media anual de proyección.;  $n$  es el número de años transcurridos entre la población base y el año de proyección.

Este método define la tasa media anual a emplear basándose en un análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos inter-censales, por lo tanto, se toman como punto de partida los valores extraídos de los tres últimos censos del INDEC (1991-2001-2010).

Las tasas medias anuales históricas se calculan a través de las Ec. 3 y 4.

$$i_I = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \quad (3)$$

$$i_{II} = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1 \quad (4)$$

Donde,

$i_I$  = Tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo período censal.

$i_{II}$  = Tasa media anual de variación de la población durante del último período censal.

$P_1$  = Número de habitantes correspondientes al primer Censo en estudio.

$P_2$  = Número de habitantes correspondientes al penúltimo Censo en estudio.

$P_3$  = Número de habitantes correspondientes al último Censo.

$n_1$  = Número de años del período censal entre el primero y segundo Censo.

$n_2$  = Número de años del período censal entre el segundo y el último Censo.

Para definir la tasa con que se proyectó en cada período, se compararon tasas  $i_I$  e  $i_{II}$ . Si  $i_{II}$  es mayor que  $i_I$  se toma el promedio de ambas y en caso de ser menor se adopta el valor de la tasa  $i_{II}$ . Una vez definidas las tasas que se utilizaron para la proyección se aplicó para cada período la expresión general.

De forma complementaria, se analizó la variación en el flujo de turismo a lo largo del año, de modo de poder discriminar su incidencia temporal en períodos de recesos y en fines de semana largo. Según el ENOHSa, en aquellas localidades donde se produzcan variaciones temporarias de población durante el año (debido al turismo o a determinadas actividades temporarias) se debe estudiar la situación existente (capacidad de alojamiento, afluencia de turistas, demanda de trabajadores temporarios, etc.) y definir la población temporaria actual, el período en el que ocupa la localidad y la distribución espacial de la misma. Asimismo, se deben analizar las tendencias de evolución de la actividad que da origen a esa población temporaria y formular las hipótesis de proyección y distribución espacial de la misma acordes con dichas tendencias, dentro del período de diseño.

### Estimación de la demanda hídrica para consumo

La demanda hídrica ( $D_n$ ) para consumo humano fue estimada para las cinco localidades en estudio, a partir del cálculo del consumo medio diario por habitante, de acuerdo con lo establecido en las regulaciones del ENOHSa.

Se denomina consumo medio diario de agua potable o dotación diaria efectiva, a la cantidad de agua promedio consumida en el año  $n$  por cada habitante servido, y se expresa según la Ec.5.

$D_n (\text{Its/hab} \cdot \text{día}) = \frac{\text{Consumo residencial en el año } n}{\text{población total servida en el año } n} =$	(5)
---	-----

Para su estimación se tuvo en cuenta la variación registrada en la población estable a nivel regional, así como sus proyecciones a futuro, incluyendo además las demandas adicionales generadas por los picos de afluencia turística.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados alcanzados por el análisis de los datos pluviométricos mensuales locales se presentan en la Fig. 2, siendo el período más húmedo entre octubre y marzo.

La precipitación anual para el Partido de Tornquist (período 1982-2018) se expresa en la Fig. 3, estimándose una precipitación media anual de 778,6 mm. El año de mínimo valor pluvial fue el 2003 alcanzando 513 mm, mientras que para el año 1992 llovieron 1224 mm, siendo el mayor valor del período analizado. En particular, como se muestra en la Fig.2, el año 2003 presentó la mayor cantidad de lluvia sólo durante el último trimestre, mientras que en el año 1992 los máximos ocurrieron en el primer trimestre del año.

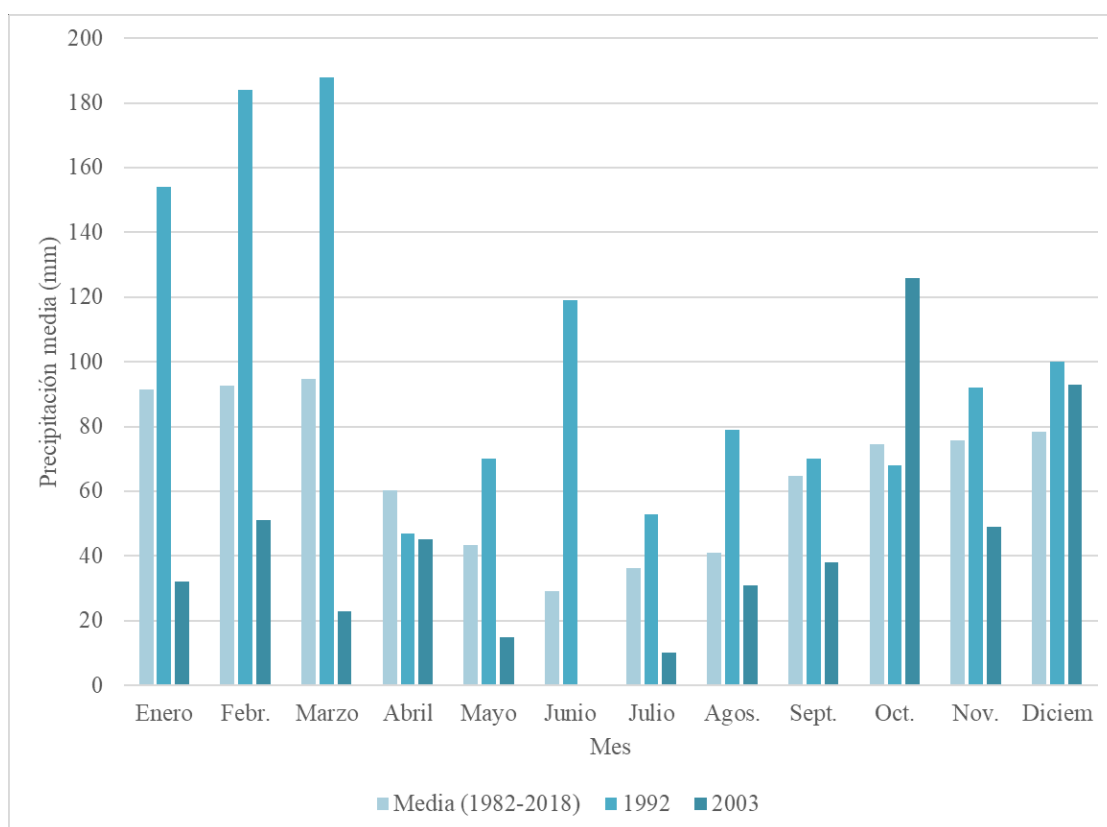


Figura 2. Precipitación media mensual (1982-2018) y de los años 1992 (mínima precipitación anual) y 2003 (máxima precipitación anual).

En la Figura 3 se presenta la precipitación total anual para el periodo 1982 - 2018, donde se visualiza una tendencia negativa de ocurrencia en el registro, lo cual coincide con los resultados alcanzados por Delgado (2012) para el período 1980 - 2006, utilizando datos provenientes de otras estaciones meteorológicas de la región.

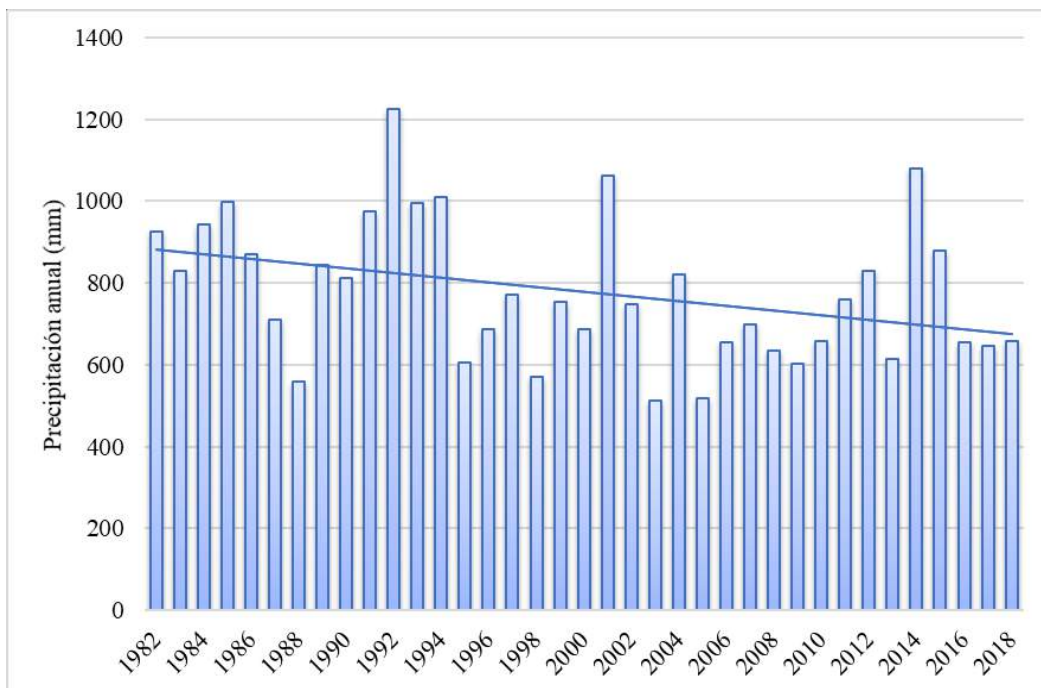


Figura 3. Precipitación total anual del período 1982-2018 con línea de tendencia.

A partir del análisis de la tendencia climática se observó una disminución promedio del 16% en los últimos tres años (2016-2018), respecto del valor medio del período.

Los balances hídricos obtenidos a partir de bibliografía refieren a la disminución de precipitaciones, así como a la ocurrencia de balances hídricos negativos. Casado et al. (2007), al analizar la variación de la disponibilidad hídrica en una cuenca específica enmarcada en la Comarca Serrana, alegan que el déficit hídrico resultante de períodos secos se prolonga en el tiempo más allá de la caída de las primeras lluvias que caracterizan el inicio del período húmedo. Dichos autores resaltan que la sucesión de períodos húmedos y secos de un año a otro es frecuente en el área. Por su parte, Guzmán Guaraca (2020), al calcular los balances a partir de datos provenientes de distintas estaciones meteorológicas de la región (período 1988-2017), detecta para el último decenio (2008-2017) la incidencia de los mayores períodos de consumo de reserva útil.

Tabla I. Datos censales para las localidades estudiadas.

Localidad	Datos censales INDEC		
	1991	2001	2010
Saldungaray	1.210	1.292	1.351
Sierra de la Ventana	895	1.514	2.165
Tornquist	5.635	6.066	6.473
La Gruta	8	41	52
Villa Ventana	100	446	609
Total	7.848	9.359	10.650

En lo que hace a la variación demográfica, en la Tabla I se presenta la población de las cinco localidades analizadas según los censos nacionales de los años 1991, 2001 y 2010, representando su suma el 97% de la población total del partido de Tornquist.

Se analizó el grado de ajuste de la población censada de cada localidad a las dos proyecciones realizadas, para determinar la de mejor representatividad. La Tabla II presenta las proyecciones calculadas por ambos métodos y el valor finalmente adoptado. La Figura 4 evidencia el crecimiento poblacional registrado de acuerdo con los últimos tres censos nacionales, y su tendencia proyectada hasta el año 2030.

Tabla II. Proyecciones poblacionales (en habitantes): años 2020 y 2030.

Localidad	Proyección lineal		Tasa Geo. Dec.		Valor adoptado	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Saldungaray	1.429	1.503	1.420	1.492	1.424	1.497
Sierra de la Ventana	2.815	3.483	3.221	4.793	3.221	4.793
Tornquist	6.911	7.352	6.957	7.478	6.934	7.415
La Gruta	79	102	68	88	79	102
Villa Ventana	907	1.176	861	1.217	884	1.196
Total	12.140	13.615	12.527	15.068	12.542	15.004

En Sierra de la Ventana, el método de las Tasas Geométricas Decrecientes presentó un mejor ajuste, en La Gruta esto se dio para el método de Proyección Lineal, y en las tres localidades restantes ambos ajustes resultaron similares, adoptando el promedio de los valores calculados (ver Fig.4 y Tabla II).

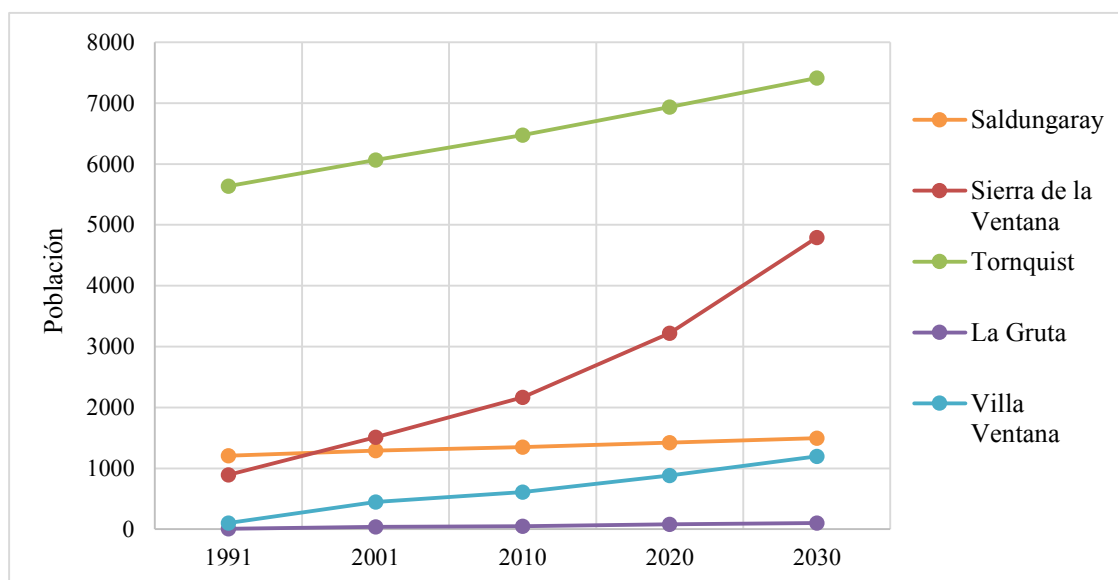


Figura 4. Población censada y proyectada.



A partir del análisis de la variación demográfica se determinó un 35,7% de aumento en la población en el período censado, y a su vez un 40,9 % de aumento para el período proyectado.

A partir de los resultados alcanzados en la estimación del consumo medio diario por habitante, de acuerdo con lo establecido en las regulaciones del ENOHSa, para poblaciones con menos de 5.000 habitantes y sin medidores de consumo de agua, se consideró una demanda hídrica para consumo humano de 200 l/hab.día, dotación diaria efectiva (Dn). La variación en la demanda de recurso se expresa como caudal medio diario anual (l/d) en la Tabla III, obtenido a partir de multiplicar la cantidad de habitantes de cada localidad por Dn.

Tabla III. Valores estimados de caudal medio diario anual (l/d).

Localidad	Caudal medio diario anual (l/d)				
	1991	2001	2010	2020	2030
Saldungaray	242.000	258.400	270.200	284.823	299.480
Sierra de la Ventana	179.000	302.800	433.000	644.287	958.672
Tornquist	1.127.000	1.213.200	1.294.600	1.386.807	1.482.951
La Gruta	1.600	8.200	10.400	15.736	20.403
Villa Ventana	20.000	89.200	121.800	176.754	239.289
Total	1.569.600	1.871.800	2.130.000	2.508.406	3.000.795

Hasta aquí para las proyecciones poblacionales y de demanda hídrica se tuvo en cuenta solamente a la población asentada en las distintas localidades de la Comarca Serrana, por lo tanto, si consideráramos además los picos de turismo que recibe la región, la demanda hídrica se vería aún más acentuada.

En cuanto al incremento de la población estacional debido al turismo, según la Secretaría de Turismo del Municipio de Tornquist y el Departamento de Estadísticas Turísticas de la Dirección de Desarrollo y Calidad Turística, de la Provincia de Buenos Aires, el mayor porcentaje de ocupación de plazas disponibles durante el año ocurre para el fin de semana largo de Semana Santa, alcanzando en la mayoría de los casos el 100%. Por otro lado, durante enero de 2020 la ocupación varió entre 46 y 70% según la localidad. La cantidad de plazas disponibles actualmente para cada localidad se presenta en la Tabla IV (Secretaría de Turismo de Tornquist, 2020), junto con la estimación de las plazas ocupadas, obtenidas al considerar los porcentajes de ocupación.

Cabe mencionar que, dada la falta de información sobre la tendencia de aumento en la cantidad de plazas turísticas en la zona, y las variaciones ocasionadas a raíz de la Pandemia COVID-19, se estudió sólo la demanda turística con los valores actuales, años 2019-2020.

Tabla IV. Plazas turísticas disponibles y ocupadas (Fuente: Secretaría de Turismo de Tornquist) y demanda hídrica estimada.

Localidad	Plazas dis.	Plazas ocupadas		Caudal medio diario anual (l/d)	
	Año 2020	Enero 2020	Sem. Sta. 2019	Enero 2020	Sem. Sta. 2019
Saldungaray	8	5	8	1.000	1.600
Sierra de la Ventana	1.587	1.000	1.587	200.000	317.400
Tornquist	318	147	318	29.400	63.600
La Gruta	84	51	84	10.200	16.800
Villa Ventana	1.147	803	1.147	160.600	229.400
Total	3.144	2.006	3.144	401.200	628.800

La Figura 5 presenta una tendencia creciente de la demanda hídrica de la población estable (en la línea con marcadores). Para el año 2020 se presenta además el valor de la demanda turística actual (junto con el de la población estable para el año 2020), tanto para el mes de enero como para Semana Santa.

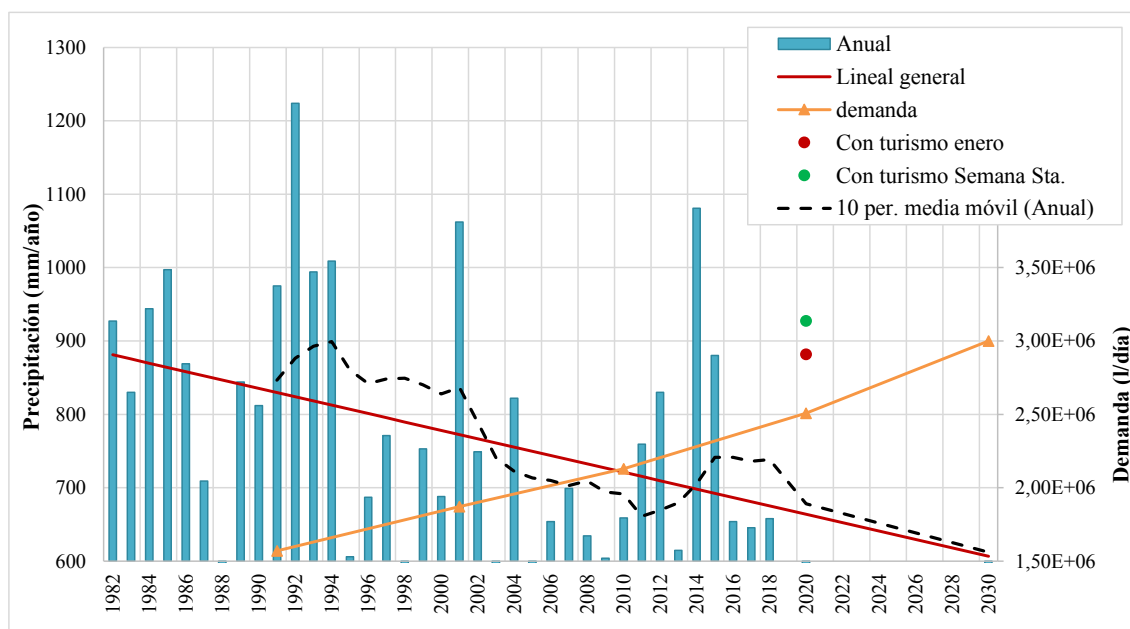


Figura 5. Relación precipitación – demanda.

En base al análisis conjunto de los resultados obtenidos se observa una relación inversa entre las estimaciones de consumo y disponibilidad hídrica en la región. Esta diferencia se ve aún más incrementada cuando se tiene en cuenta la demanda adicional de recurso generada por la concentración de afluencia turística en determinados períodos.

## CONCLUSIONES

A partir de los resultados alcanzados se pudo demostrar la relación inversa que existe entre la demanda de recurso hídrico por parte de la población local y la disponibilidad del mismo a nivel regional en la Comarca Serrana. Esta situación se hace aún más

evidente cuando se incorpora al análisis el turismo, considerado un actor de gran relevancia en los últimos años.

En ese caso, y más aún al considerar que su afluencia se concentra principalmente en dos épocas muy características (receso de verano y Semana Santa), es que la necesidad de una correcta planificación de las actividades en el territorio se torna aún más evidente, de modo de asegurar una correcta provisión del recurso tanto en la actualidad como en el corto y largo plazo.

## AGRADECIMIENTOS

La financiación de este trabajo fue desarrollada por el Proyecto denominado “Estudio de los servicios hidrológico-ambientales para aportar a la sustentabilidad de la Región Serrana Bonaerense”, del Programa de Incentivos a los Docentes - Investigadores - Secretaría de Política Universitaria – Ministerio de Educación de la Nación. Proyectos I+D 2016. Director: Dra. Fernanda Gaspari. Acreditado. Proy. N° 11/A286. 2016-2019.

## REFERENCIAS

- Carlevari I. y R. Carlevari. *La Argentina. Geografía económica y humana*. 14° edición. Alfaomega grupo editor. 543 pp. (2007).
- Casado, A., Gil, V. y Campos, M.A. Consecuencias de la variación de la disponibilidad hídrica en la cuenca del arroyo El Belisario, Buenos Aires, Argentina. *Huellas*, 11: 9-26. (2007).
- Delgado, M. I. *Comportamiento hidrológico en ambientes serranos. Estudio de caso cuenca del Arroyo Belisario. Provincia de Buenos Aires*. Tesis Doctoral en Ingeniería. FCEIA, Universidad Nacional de Rosario. Pp. 200. (2012).
- Guzmán Guaraca, A. *Localización histórica/potencial de humedales en la cuenca serrana del Río Sauce Chico y su importancia en la provisión de servicios ecosistémicos*. Tesis de Maestría en Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas. FCAYF, Universidad Nacional de La Plata. Pp. 132. (2020).
- INDEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Censos de Población. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-2-41> (2020).
- Irmak, S. Nebraska water and energy flow measurement, modeling, and research network (NEBFLUX). *Transactions of the ASABE*. Vol.53(4): 1097-1115. (2010).
- OMS. Organización Mundial de la Salud. *Vision 2030, The resilience of water supply and sanitation in the face of climate change*. Technical report. Pp 47. (2010).
- Secretaría de Turismo de Tornquist.. Plazas disponibles por localidad. [www.sierrasdelaventana.tur.ar](http://www.sierrasdelaventana.tur.ar) (2020).
- Woldesenbet, T.A., Elagib, N.A., Ribbe, L., Heinrich, J. Hydrological responses to land use/cover changes in the source region of the Upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *Sci. Total Environ.* 575, 724–741. (2017).