



*Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*. Revista digital del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG). Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG). Universidad Nacional de Luján, Argentina.

<http://www.revistageosig.wixsite.com> (ISSN 1852-8031)

Luján, Año 11, Número 15, 2019, Sección II: Metodología. pp. 1-14

---

## **SIG COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LOS SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

**Silvina Medus - Olga Cifuentes - Daniela Escudero**

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Bahía Blanca

[silvina\\_medus@yahoo.com.ar](mailto:silvina_medus@yahoo.com.ar)

### **RESUMEN**

La gestión de los servicios de abastecimiento de agua requiere información organizada para planificar a corto, mediano y largo plazo. Es por ello, que el objetivo es mostrar cómo la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) puede mejorar la eficiencia y calidad del servicio. Se pretende ofrecer una herramienta de divulgación, para mostrar algunas potencialidades del SIG, tomando como caso de estudio la localidad turística costera de Monte Hermoso, Provincia de Buenos Aires (Argentina). Como metodología, se recopila información, se realiza una descripción de la gestión en sus distintas etapas de captación, tratamiento, almacenamiento, distribución y comercialización, se seleccionan indicadores y se implementan los resultados en un SIG. Finalmente, se concluye mostrando las ventajas de la digitalización y centralización de la información en un SIG que facilita la gestión del abastecimiento de agua y su planificación futura.

**Palabras clave:** SIG, Gestión abastecimiento de agua

### **ABSTRACT**

The management of water supply services requires organized information in order to plan in the short, medium and long term. For this reason, the goal is to show how the implementation of a Geographic Information System (GIS) can improve the efficiency and quality of the service. It is intended to offer a tool, to show the GIS potential, taking as a case study the coastal tourist location of Monte Hermoso, Province of Buenos Aires (Argentina). As a methodology, information is collected, a description of the management is made (catchment, treatment, storage, distribution and commercialization), indicators are selected and the results are implemented in a GIS. The conclusion explains how digitized and centralized information in a GIS facilitates the management of water supply and its future planning.

## **INTRODUCCIÓN**

La gestión de los servicios de abastecimiento de agua (captación, transporte, tratamiento, almacenamiento, distribución, y comercialización) requiere de información organizada para planificar a corto, mediano y largo plazo. Esta información no siempre se encuentra disponible en forma ordenada. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta útil para organizarla, centralizarla y poder visualizar distintos escenarios.

Es por ello que, este trabajo pretende ser un instrumento de divulgación, para mostrar las potencialidades del uso de un SIG en la gestión de los servicios de abastecimiento de agua, tomando como caso de estudio la localidad turística costera de Monte Hermoso, Provincia de Buenos Aires (Argentina).

Como metodología, se recopiló información de las distintas etapas de la gestión, se realizó una descripción de las mismas, se identificaron y seleccionaron indicadores. El trabajo describe las potencialidades del SIG, implementando la información obtenida.

Posteriormente, se utilizó el SIG para representar el ejido urbano de la localidad, se generaron capas con información relacionada al servicio de abastecimiento y se usaron funciones de geoproceto para analizar los resultados.

La implementación del SIG permitió arribar a conclusiones y recomendaciones.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Inicialmente, se recopiló información respecto a la gestión del servicio de abastecimiento de agua corriente de la localidad de Monte Hermoso, para poder visualizar algunos de los alcances de la herramienta propuesta. A partir de la descripción de la gestión, se identificaron y seleccionaron como indicadores: número de pozos - sus coordenadas geográficas - edad - tipo de bomba - caudal - altura de elevación - potencia - vida útil - radios de influencia; cisterna y tanque de almacenamiento y distribución - sus coordenadas geográficas - capacidades; redes de distribución - material - diámetros - longitudes - cobertura; otros. Además, se identificaron y geoposicionaron puntos singulares que podrían afectar la calidad del recurso (subterráneo y/o superficial) como basurales, plantas de tratamiento de efluentes, industrias, estaciones de servicio, entre otros. Para este trabajo la información fue procesada seleccionando aquellos indicadores que permitían mostrar visualmente las ventajas de la implementación del SIG para la gestión. Indicadores como volumen anual facturado; costos del m<sup>3</sup> de agua corriente, así como calidad de agua de cada pozo no fueron incorporados en esta oportunidad.

Los indicadores permiten medir tendencias y evaluar si estas son positivas o negativas, en función de objetivos planteados. Para que los mismos puedan ser relevados y sus resultados comparados en el tiempo, deben contar con una ficha metodológica estandarizada que contemple: Nombre del Indicador, Descripción, Fórmula, Unidad, Fuente de Datos, Confiabilidad. Para el caso de estudio, los indicadores que se volcaron

en el SIG tenían ficha metodológica construida por Caruso (2010 y 2017) y Di Martino (2014).

Respecto a la captación de agua, se actualizó la información preexistente (Caruso, 2017; Di Martino, 2014), sobre la gestión del servicio de agua corriente municipal. Hubiera sido conveniente también contar con datos de pozos particulares de captación domiciliaria pero no se tuvo acceso a dicha información (no relevada o no disponible).

La información se volcó en un SIG a fin de centralizarla en una plataforma geográfica y facilitar la visualización, el mantenimiento y el análisis espacial de la misma. Se utilizó el software ArcGIS 9.2, 2008.

Se generaron los radios de influencia de cada pozo según parámetros hidrogeológicos para detectar las superposiciones que se muestran en Figura 1 y las zonas de interferencia que se resumen en Tabla 1.

Se volcaron, en las tablas asociadas a las capas, algunos de los indicadores mencionados precedentemente, correspondientes al año 2013 (Di Martino, 2014).

Se elaboraron conclusiones y recomendaciones.

## **RESULTADOS**

La implementación en un SIG de los indicadores seleccionados de la gestión del servicio de abastecimiento de agua para el caso en estudio, permite visualizar mediante una única herramienta, tendencias de los mismos, áreas sensibles en la gestión como superposición de radios de influencia, puntos singulares, entre otros.

A continuación, se presentan las etapas de la gestión del servicio de abastecimiento de agua, con un breve marco teórico soporte, asociado a algunas de las aplicaciones y resultados que se pueden obtener del SIG, resaltando sus potencialidades.

### **Captación de agua**

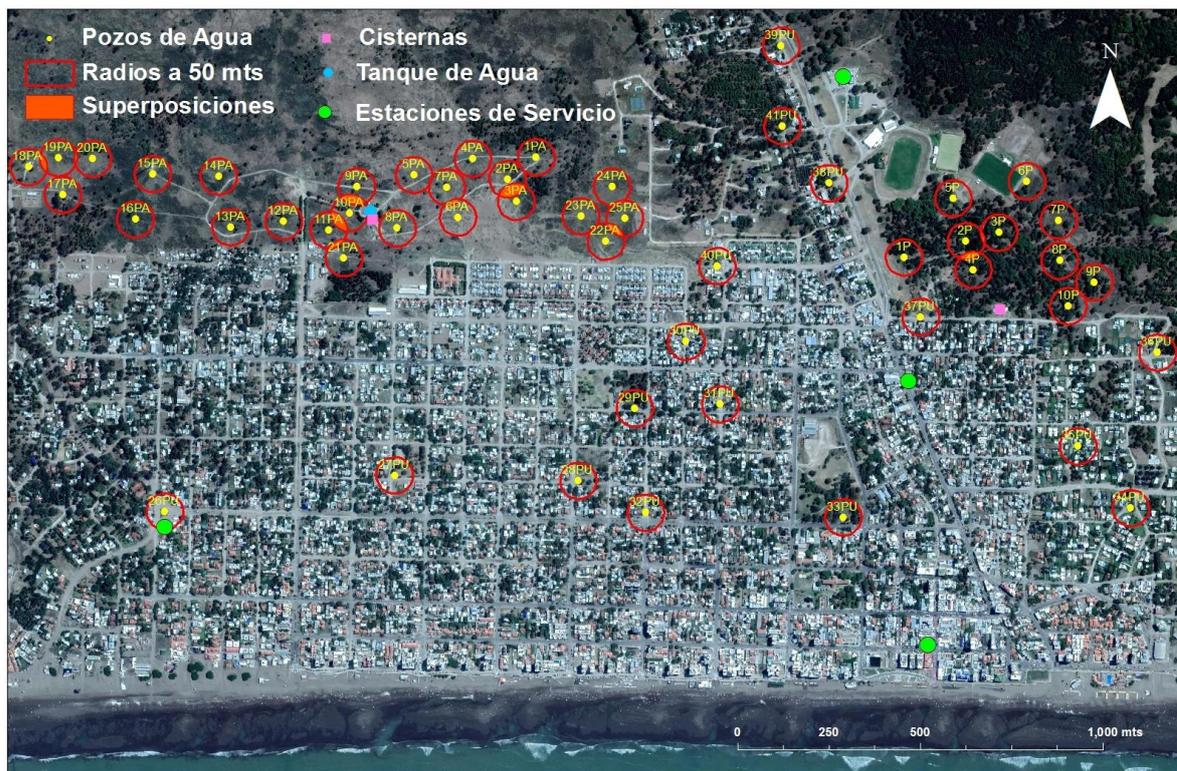
Di Martino et al (2012), expresa "que la superposición e interferencia de los conos de abatimiento de los pozos de bombeo, provoca un aumento de los descensos y una disminución del caudal específico, en tanto y en cuanto los mismos no estén separados una distancia teórica  $d = 2 R$ , siendo R el radio del cono de depresión."

La misma autora, plantea que "el radio efectivo de cada pozo para la localidad de Monte Hermoso puede asumirse, con criterio racional, en el orden de los 50 m. Con lo que la distancia óptima entre perforaciones, y a efectos de anular o minimizar la interferencia entre ellos, puede establecerse en 100 m."

En base a lo expresado, una vez geoposicionadas las 51 perforaciones de captación de agua subterránea de abastecimiento de dicha localidad, fueron volcadas en un SIG, generando con centro en cada una de ellas y un radio de 50 m. De esta manera, se pudieron visualizar los pozos cuyos radios de influencia se superponen (Figura 1). Esto

permitió armar la Tabla 1, que indica las distintas superposiciones que se visualizan para este radio. En esta condición, se observa que la mayoría de los pozos del campo de bombeo han sido emplazados a una distancia entre sí, acorde a la separación óptima admitida en la bibliografía de referencia (Di Martino et al, 2012). Sin embargo, un funcionamiento simultáneo y continuo en el tiempo de todos los pozos (condición que se da en la localidad turística en temporada estival con demandas máximas de agua) podría reducir el espesor saturado y por lo tanto, la transmisividad induciendo mayores descensos de los niveles de agua o una merma en el caudal de extracción de algunos pozos. Lo que se traduce en gastos energéticos innecesarios y mayores costos en las tarifas.

**Figura 1.** Perforaciones con Radios de Influencia de 50 m.



Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Earth, 2018

Si se considerara que, para el área de Monte Hermoso, las magnitudes calculadas de los radios de influencia están en el rango de valores admitidos para los acuíferos libres, los que suelen variar entre 10 y 500 m (Custodio et al, 1983), se podrían utilizar las aplicaciones del SIG, variando los radios para crear nuevos escenarios de superposición. La Figura 2, permite observar la situación con radios de 75 ó 100 m, y detectar rápidamente las superposiciones que se podrían detectar, las que también se vuelcan en Tabla 1.

**Figura 2.** Perforaciones con Radios de Influencia a 75 m y a 100 m.



**Fuente:** Elaboración propia.

Por lo que, la implementación de esta herramienta permite identificar los pozos que, funcionando alternativamente, evitarían efectos no deseados, con mayor eficiencia de bombeo de agua, haciendo un uso más eficiente de la energía y minimizando costos en tarifas.

Por otro lado, en localidades costeras, el SIG permite identificar rápidamente aquellas perforaciones cercanas a la línea de pleamar, cuyos conos de depresión avancen sobre la misma, pudiendo originar intrusión salina, comprometiendo la calidad de agua para el abastecimiento. Existen casos en los que, por este motivo, se han inutilizado parcial o totalmente los acuíferos. Esta condición no se detectó en Monte Hermoso, para los escenarios de perforaciones con radios de influencia de 50, 75 o 100 m (Figuras 1 y 2).

El SIG permite asociar planillas con la información relevada de cada pozo: profundidad de la perforación, coordenadas geográficas, datos de la bomba (tipo, potencia, capacidad de bombeo, material, válvulas, año de construcción, año de instalación). Además, se podrían agregar otros datos sobre mantenimiento, sus fechas, rutinas y otros, facilitando la actualización de datos y su visualización espacial. En Tabla 2, se muestra la información relevada y asignada a cada perforación del área de estudio. Como ejemplo, en la Figura 3 se observa la vinculación en el SIG de la información del caso particular el pozo 21PA.

**Tabla 1.** Superposición radios de influencia.

Pozo N°	Superposición de Radios				
	50 m	75 m	Ejes de pozo incluidos en radio de 75 m de otro pozo	100 m	Ejes de pozo incluidos en radio de 100 m de otro pozo
1PA		2,3 PA		2,3,4	2
2PA	3 PA	1,3,4 PA	3	1,3,4,6,7	1,3
3PA	2 PA	1,2 PA	2	1,2,4,6,7, 23	2
4PA		2,7 PA		1,2,3,5,6,7	
5PA	7 PA	7 PA		4,6,7,8,9	
6PA	7 PA	7 PA		2,3,4,5,7,8	
7PA	5, 6 PA	4,5,6 PA		2,3,4,5,6,8 PA	
8PA		10 PA		5,6,7,9,10,11,21 PA	
9PA	10 PA	10,11 PA		5,8,10,11 PA	
10PA	9, 11 PA	8,9,11,21 PA	9,11	8,9,11,12,21 PA	9,11
11PA	10, 21 PA	9,10,12,21 PA	10	8,9,10,12,21 PA	10,21
12PA		11,13 PA	10	10,11, 13, 21 PU	
13PA		12,14 PA		12,14 PA	
14PA		13 PA		13,15 PA	
15PA		16 PA		14,16,20 PA	
16PA		15 PA		15 PA	
17PA		18,19,20 PA		18,19,20 PA	
18PA	19 PA	17,19 PA		17,19,20 PA	
19PA	18, 20 PA	17,18,20 PA		17,18,20 PA	
20PA	19 PA	17, 19 PA		15,17,18,19 PA	
21PA	11 PA	10, 11 PA		8, 10, 11, 12 PA	11
22PA	23, 25 PA	23,25 PA		23,24,25 PA	23
23PA	22 PA	22, 24, 25 PA		3,22,24,25 PA	22
24PA	25 PA	23, 25 PA		22,23,25 PA	25
25PA	22, 24 PA	22, 23, 24 PA		22,23,24 PA	22,24
26PU					
27PU					
28PU					
29PU					
30PU					
31PU					
32PU					
33PU					
34PU					
35PU					
36PU					
37PU				1P, 4P	
38PU					
39PU					
40PU					
41PU					
1P				37 PU, 2P, 4P	
2P	3, 4 P	3, 4, 5 P		1P, 3P,4P, 5P	3P,4P
3P	2 P	2, 4 P		2P,4P,5P,6P,7P,8P	2P
4P	2 P	2,3 P		37PU, 1P, 2P, 3P	2P
5P		2 P		2P, 3P	
6P		7 P		3P,7P	
7P		6, 8 P		3P,6P,8P	
8P		7, 9, 10 P		3P, 7P, 9P, 10P	
9P	10 P	8, 10 P		8P,10 P	10P
10P	9 P	8, 9 P		8P, 9P	9P

**Referencias** PA: Planta de Agua - PU: Planta Urbana - P. Zona del Pinar

**Fuente:** Elaboración propia.

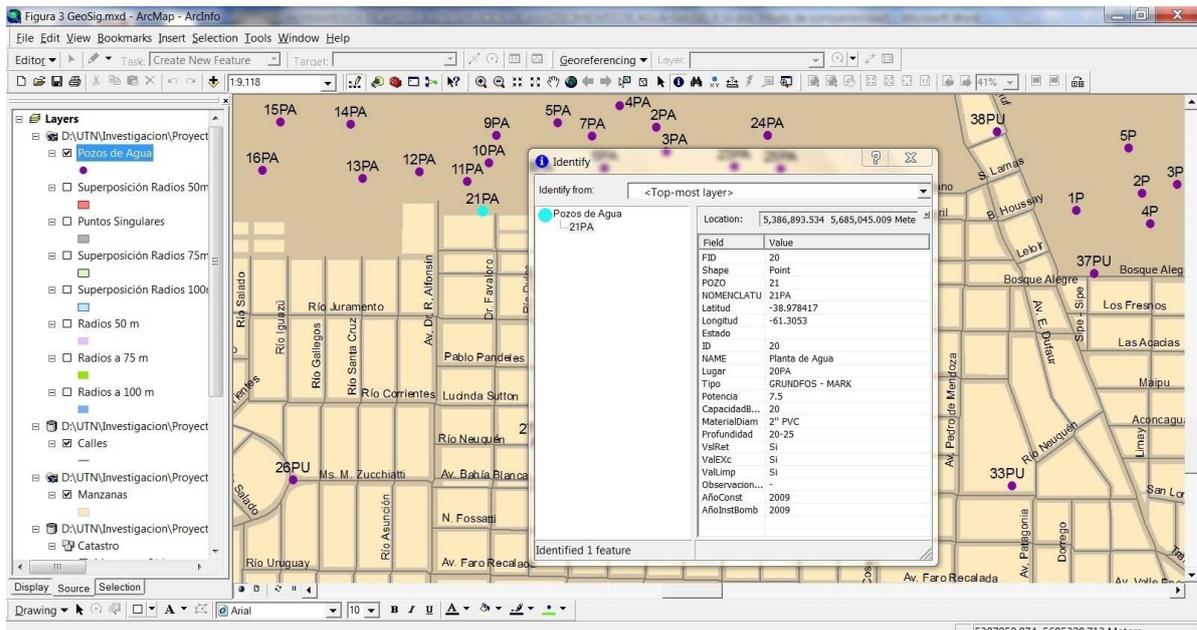
**Tabla 2. Información asociada a cada pozo.**

Actualización de información Diciembre 2017														
LUGAR	POZO N°	COORDENADAS		MARCA	CARACTERÍSTICAS BOMBA							OBSERVACIONES	AÑO CP (1)	AÑO IB (2)
		LATITUD	LONGITUD		POTENCIA	CAUDAL BOMBEO	DIAMETRO MATERIAL	PROF.	VÁLVULA RETENCIÓN	VÁLVULA EXCLUSA	VÁLVULA LIMPIEZA			
					[HP]	[m³/h]	[pulg]	[m]						
Planta de Agua	1PA	S38 58,559	W61 17,951	GRUNDFOS - MARK	5.50	20-25	2" PVC	21	Si	Si	Si	Material galvanizado	1985	1985
Planta de Agua	2PA	S38 58,591	W61 18,006	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2" PVC	21	Si	Si	Si	Material galvanizado	1985	1985
Planta de Agua	3PA	S38 58,625	W61 17,99	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si	-	2008	2008
Planta de Agua	4PA	S38 58,560	W61 18,071	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2" PVC	21	Si	Si	Si	Material galvanizado	1985	1985
Planta de Agua	5PA	S38 58,583	W61 18,183	GRUNDFOS	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	No	Imposibilidad técnica	2008	2008
Planta de Agua	6PA	S38 58,647	W61 18,101	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2 ½ "	20-25	Si	Si	Si	-	2008	2008
Planta de Agua	7PA	S38 58,602	W61 18,121	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2 ½ "	28	Si	Si	No	Imposibilidad técnica	2008	2008
Planta de Agua	8PA	S38 58,662	W61 18,216	GRUNDFOS - MARK	5.50	20-25	2" PVC	21	Si	Si	Si	Material galvanizado	1985	NO
Planta de Agua	9PA	S38 58,599	W61 18,292	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2 ½ "	21	Si	Si	Si	Material galvanizado	1985	NO
Planta de Agua	10PA	S38 58,639	W61 18,306	GRUNDFOS - MARK	5.50	20-25	2" PVC	20-25	Si	Si	Si	-	2008	2008
Planta de Agua	11PA	S38 58,663	W61 18,346	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2 ½ "	20-25	Si	Si	Si	-	2008	2008
Planta de Agua	12PA	S38 58,649	W61 18,431	GRUNDFOS	5.50	20	2 ½ "	21	Si	Si	Si	Material galvanizado	1985	1985
Planta de Agua	13PA	S38 58,657	W61 18,532	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2 ½ " PVC	21	Si	Si	Si	Material galvanizado	1985	1985
Planta de Agua	14PA	S38 58,581	W61 18,533	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2 ½ " PVC	21	Si	Si	Si	Material galvanizado	1985	1985
Planta de Agua	15PA	S38 58,576	W61 18,678	GRUNDFOS	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si	-	1985	1985
Planta de Agua	16PA	S38 58,643	W61 18,712	Sin bomba (2016) Ni Datos								Fuera de servicio		
Planta de Agua	17PA	S38 58,605	W61 18,849	GRUNDFOS - MARK	7.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si	-	2009	2009
Planta de Agua	18PA	S38 58,563	W61 18,913	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si	-	2009	2009
Planta de Agua	19PA	S38 58,55	W61 18,856	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si	-	2009	2009
Planta de Agua	20PA	S38 58,552	W61 18,791	GRUNDFOS - MARK	7.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si	-	2009	2009
Planta de Agua	21PA	S38 58,705	W61 18,318	GRUNDFOS	7.50	20	2 ½ " PVC	20-25	Si	Si	Si	-	1997	1997
Planta de Agua	22PA	S38 58,686	W61 17,821	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si	Fuera de servicio		
Planta de Agua	23PA	S38 58,648	W61 17,868	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si	Fuera de servicio		
Planta de Agua	24PA	S38 58,605	W61 17,808	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si	Fuera de servicio		
Planta de Agua	25PA	S38 58,652	W61 17,785	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si	Fuera de servicio		
Planta Urbana	26PU	S38 59,079	W61 18,664	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2 ½ " PVC	20-25	Si	Si	Si		1993/03	
Planta Urbana	27PU	S38 59,030	W61 18,228	GRUNDFOS	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si		1993/03	
Planta Urbana	28PU	S38 59,042	W61 17,88	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si		1993/03	
Planta Urbana	29PU	S38 58,935	W61 17,771	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2 ½ " PVC	20-25	Si	Si	Si		1993/03	
Planta Urbana	30PU	S38 58,837	W61 17,672	ROTORPUMP	5.5	20	2 ½ " PVC	20-25	Si	Si	Si		1993/03	
Planta Urbana	31PU	S38 58,931	W61 17,609	GRUNDFOS	5.50	20	2 ½ " PVC	20-25	Si	Si	Si		1993/03	
Planta Urbana	32PU	S38 59,091	W61 17,753	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si		1993/03	
Planta Urbana	33PU	S38 59,102	W61 17,379	GRUNDFOS	5.50	20	2 ½ " PVC	20-25	Si	Si	Si	Material galvanizado	1993/03	
Planta Urbana	34PU	S38 59,094	W61 16,834	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si. Bronce	Si. PVC 1.5"		1993/03	
Planta Urbana	35PU	S38 59,001	W61 16,932	SIN BOMBA F/S	5.50	20	2 ½ " PVC	20-25	Si	Si. Bronce	Si. PVC 1.5"	Fuera de servicio	1993-03	
Planta Urbana	36PU	S38 58,863	W61 16,779	GRUNDFOS	5.50	20	2" PVC	20-25	Si	Si	Si		1993/03	
Planta Urbana	37PU	S38 58,805	W61 17,227	GRUNDFOS	5.50	20	2 ½ " PVC	20-25	Si	Si	Si		1993/03	
Planta Urbana	38PU	S38 58,604	W61 17,397	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2"	20-25	Si	Si	Si		1993/03	
Planta Urbana	39PU	S38 58,398	W61 17,484	GRUNDFOS	5.50	20	2 ½ " PVC	20-25	Si	Si	Si 3"		1993/03	
Planta Urbana	40PU	S38 58,725	W61 17,611	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	2 ½ " PVC	20-25	Si	Si	Si		1993/03	
Planta Urbana	41PU	S38 58,518	W61 17,484	GRUNDFOS - MARK	5.50	20	" Galvanizad	20-25	Si	Si	Si		1993/03	
Zona Pinar	1P	S38 58,716	W61 17,257	ROTORPUMP	4.5	15	2" PVC	20-25	Si	Si. Bronce	Si. Pvc 1,2	-	2011	2011
Zona Pinar	2P	S38 58,693	W61 17,139	ROTORPUMP	4.5	15	2" PVC	20-25	Si	Si. Bronce	Si. Pvc 1,2	-	2011	2011
Zona Pinar	3P	S38 58,681	W61 17,076	ROTORPUMP	4.5	15	2" PVC	20-25	Si	Si. Bronce	Si. Pvc 1,2	Fuera de servicio	2011	2011
Zona Pinar	4P	S38 58,736	W61 17,126	ROTORPUMP	4.5	15	2" PVC	20-25	Si	Si. Bronce	Si. Pvc 1,2	Fuera de servicio	2011	2011
Zona Pinar	5P	S38 58,629	W61 17,162	ROTORPUMP	4.5	15	2" PVC	20-25	Si	Si. Bronce	Si. Pvc 1,2	-	2011	2011
Zona Pinar	6P	S38 58,605	W61 17,022	ROTORPUMP	4.5	15	2" PVC	20-25	Si	Si. Bronce	Si. Pvc 1,2	-	2011	2011
Zona Pinar	7P	S38 58,664	W61 16,963	ROTORPUMP	4.5	15	2" PVC	20-25	Si	Si. Bronce	Si. Pvc 1,2	-	2011	2011
Zona Pinar	8P	S38 58,724	W61 16,962	ROTORPUMP	4.5	15	2" PVC	20-25	Si	Si. Bronce	Si. Pvc 1,2	-	2011	2011
Zona Pinar	9P	S38 58,757	W61 16,897	ROTORPUMP	4.5	15	2" PVC	20-25	Si	Si. Bronce	Si. Pvc 1,2	-	2011	2011
Zona Pinar	10P	S38 58,792	W61 16,947	ROTORPUMP	4.5	15	2" PVC	20-25	Si	Si. Bronce	Si. Pvc 1,2	-	2011	2011

(1) Año CP: Año de Construcción del Pozo (2) Año IB: Año de Instalación de la Bomba

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 3.** Visualización de datos asociados al Pozo 21PA.



**Fuente:** Elaboración propia en base a ArcMap.

## Tratamiento y almacenamiento de agua

Caruso et al (2010), expresan que en Monte Hermoso el órgano de control (Autoridad del Agua), realiza periódicamente análisis microbiológicos y fisicoquímicos del agua de los pozos.

El agua recibe sólo un tratamiento de cloración, para obtener agua microbiológicamente potable. En cuanto a los parámetros físico-químicos, los resultados de cada uno de los 51 pozos geoposicionados, así como los máximos admitidos por la legislación vigente, se encuentran tabulados en Di Martino (2014). Estos indicadores pueden ser volcados en un SIG para visualizar los comprometidos en calidad, evaluar sus tendencias, y asociarlos con puntos singulares cercanos que los podrían estar afectando. Queda pendiente en esta presentación, la visualización de los parámetros de calidad de cada pozo, por el volumen de datos a volcar.

En cuanto al almacenamiento del agua, el SIG permite mostrar sus coordenadas geográficas, identificar si es cisterna, tanque de almacenamiento y/o distribución, material, capacidad, cotas de fondo de tanque y nivel máximo de pelo de agua, así como medir rápidamente las distancias a puntos más alejados, más altos o más bajos de la red.

Para el caso particular de Monte Hermoso, la localidad posee en la planta de agua un volumen de reserva de 2.000 m<sup>3</sup>, almacenados en una cisterna a nivel de piso de 1.000 m<sup>3</sup> y un tanque elevado de regulación de igual volumen, ambos en un mismo predio (Figura 1). Además, cuenta con otra cisterna a nivel de piso de 1000 m<sup>3</sup> en un predio municipal en el Paseo del Pinar. Desde esta última se inyecta agua corriente a la red para alimentar el Este de la ciudad y aliviar la demanda (Figura 1).

## **Distribución de agua**

En lo que respecta a la red de distribución de agua corriente, la implementación del SIG ofrece potencialidades cuando se dispone de información. A través de esta herramienta se pueden visualizar calles, niveles de las mismas, longitudes de red con sus correspondientes tipos de caños, material, diámetro nominal, tipo de juntas, clase; cotas de terreno natural, cotas de intrados de cañerías, pendientes de los distintos tramos; hidrantes, tipo de hidrantes; estado de mantenimiento de cada uno; cañerías principales, secundarias y subsidiarias. Además, se puede volcar en la coordenada geográfica correspondiente, el detalle de nudo o esquina especial, con indicación de número de piezas, descripción, material, lo que facilita el rápido acceso a las mismas cuando se requiere encontrarlas o identificar el tipo de accesorio, cuando es necesario realizar reparaciones, agilizando así la gestión.

En las conducciones de transporte de alta presión, también se pueden identificar materiales y cada una de las piezas especiales como válvulas de cierre, válvulas de desagüe o limpieza, válvulas de aire, columnas de ventilación, válvulas de retención, dispositivos antiarriete, entre otros (con sus diámetros, materiales, estado, último mantenimiento). Además, pueden incluirse anclajes, accidentes geográficos, vías de comunicación, cruces de ferrocarriles, rutas, cursos de agua o depresiones de terreno y puntos fijos de nivelación de referencia. Incluso, se pueden vincular videos de reparaciones anteriores como antecedente, para que quede disponible la historia de ese punto y no se dependa del conocimiento de quienes estuvieron en ese momento. Así, se mejoraría el proceso de trabajos de emergencia en campo, teniendo la información actualizada y de fácil acceso.

El uso del SIG facilita las inspecciones en campo y el mantenimiento de la red, que requieren información detallada de la ubicación y características de los componentes de la red (Croswell, 2009).

Para el caso de Monte Hermoso, la red de agua corriente cargada en el SIG tiene una longitud aproximada de 85 km. En la Figura 4, se puede observar que la planta urbana, que posee la mayor densidad poblacional, se encuentra totalmente cubierta. Además, se identificaron las áreas que no cuentan con el servicio (parte del Barrio Parque Dufaur, Las Dunas y Sauce Grande). Por el nivel de detalle mencionado, para la implementación de la red de agua corriente, se deja pendiente su visualización en SIG en este caso.

**Figura 4.** Cobertura de la red de agua corriente.



**Fuente:** Elaboración propia.

### Comercialización

Para la comercialización del agua corriente, el proveedor del servicio requiere de información actualizada sobre el número total de partidas y el número de partidas con servicio de agua, así como superficies cubiertas de cada partida si el servicio no fuera medido, como es el caso de la localidad de estudio. El SIG, mediante imágenes satelitales, permite visualizar rápidamente la variación en el tiempo de las superficies cubiertas declaradas o no por el usuario, como se muestra en la Figura 5, permitiendo actualizar rápidamente las tarifas. También resulta útil mostrar los tipos de usuarios (pequeños y grandes consumidores), y su respectiva ubicación; áreas de cobertura del servicio (Figura 4), tarifas, costos del servicio, forma de pago, otros.

**Figura 5.** Variación de superficies cubiertas.



Fuente: Google Earth (2011, 2018).

El servicio de agua corriente de Monte Hermoso no es medido. Se cobra a través de una tasa en función del valor básico de la propiedad. Una ordenanza municipal establece

distintas fórmulas de cálculo y coeficientes según sea la actividad comercial desempeñada y la utilización del servicio. Por ello, no tributan todos por igual, frente a la actividad desarrollada.

### **Reconocimiento de puntos singulares**

Se consideran puntos singulares o focos de posible contaminación de acuíferos, a las actividades relacionadas con procesos derivados de derrames, de eliminación o depósito de desechos líquidos y/o sólidos, como efluentes cloacales y/o industriales, o vertederos de residuos sólidos urbanos a cielo abierto que podrían lixiviar. Es importante identificar estos puntos singulares y sus áreas para relacionarlos con los radios de influencia de los pozos de bombeo de agua para consumo humano, ya que podrían aportar cargas contaminantes. Si estos radios los involucran podrían comprometer al acuífero y en consecuencia las condiciones sanitarias de la población.

Para el caso de estudio, se evaluaron como puntos singulares el vertedero a cielo abierto, la ex planta depuradora cloacal, las lagunas de estabilización de efluentes cloacales y las estaciones de servicios, identificados en la Figura 6.

El SIG permitió verificar que tanto el vertedero a cielo abierto como las lagunas de estabilización de efluentes cloacales, se encuentran a una distancia superior a los 50 m del radio de influencia del pozo más cercano a cada uno de ellos. En particular, el vertedero de residuos se encuentra aguas arriba de algunos pozos de captación, aproximadamente a 900 m de distancia, lo que indicaría la necesidad de hacer un seguimiento de la calidad de agua y sus tendencias. El software también permitió calcular el área del mismo, ubicado a unos 3km al NO del centro de la localidad, el que en 2017 contaba con unas 2,5 ha. A futuro se podría hacer un seguimiento de su avance. Pues es una fuente puntual, continua y de disposición directa sobre el terreno excavado. Se trata de un sitio de acumulación de residuos sin control, donde se encuentran desechos (orgánicos, chatarra, productos oleosos, baterías, plásticos, restos de poda, inertes, etc) donde la producción de lixiviados está en relación directa con las precipitaciones, la pendiente del terreno, el tipo de cobertura, el grado de humedad y la densidad aparente de los residuos.

Las estaciones de servicio son otro de los elementos antrópicos de mayor afectación en la problemática de la contaminación de las aguas subterráneas en zonas urbanas, sobre todo antes de la década del 90 cuando no existían firmes regulaciones en cuanto al almacenamiento y manipulación de los combustibles (Lexow, 2016). En Monte Hermoso actualmente funcionan dos estaciones de servicio, una con más de 50 años de antigüedad y la otra inaugurada hace seis años (2012). Además, existen dos estaciones de servicio no operativas. Mediante la implementación del SIG, se pudo individualizar las estaciones de servicio actualmente operativas y observar que las mismas se encuentran fuera del radio de influencia de 100 m del pozo más cercano. Se puede observar en la Figura 1, que una de estas se encuentra en el radio de influencia de 50 m del pozo 26PU. En la Figura 2, se observa que se vería más involucrada, con escenarios de radios que varían entre los 75 y 100 m. Si bien las regulaciones aplicadas desde 1993, por la Secretaría de Energía, en cuanto a la construcción y vigilancia de las estaciones de servicio, han mejorado la situación, con frecuencia ocurren situaciones que provocan fugas de combustibles. Éstas son fuentes puntuales y potencialmente

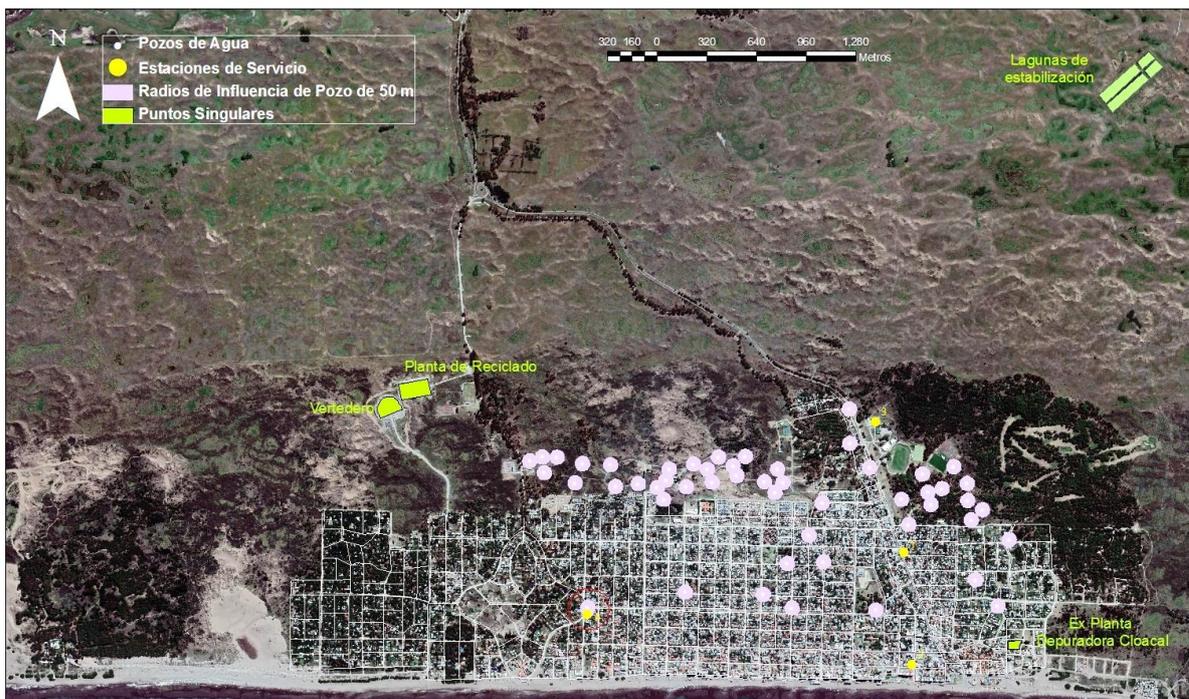
contaminantes del acuífero freático, con hidrocarburos livianos. Las causas más probables de una posible fuga son las roturas de las cisternas de almacenamiento subterráneo del producto o la avería del sistema de cañerías.

Por ello, es importante medir distancias de las estaciones de servicio a los radios de influencia de las perforaciones cercanas, para evaluar si los mismos las involucran.

En cuanto a la ex planta depuradora, que hoy deriva sus efluentes a lagunas de estabilización, quedó dentro del área urbana y a más de 50 m del pozo más cercano, como se observa en la Figura 6.

Las lagunas de estabilización se encuentran al NE del núcleo urbano, ocupando unas 6 ha. En la Figura 6, se pueden ubicar dichos terrenos asociándoles las características de los mismos (ej. tipo de suelos). Para el caso de estudio: “son terrenos arenosos friables de origen eólico que se extienden hasta unos 8 - 10 m de profundidad” (Lexow, 2016). Además, se pueden incorporar características técnicas de las lagunas, por ejemplo: “fueron impermeabilizadas utilizando una base de tosca y cemento” (Lexow, 2016).

**Figura 6.** Puntos Singulares.



**Fuente:** Elaboración propia en base a Google Earth, 2018.

## CONSIDERACIONES FINALES

El trabajo presenta algunas de las potencialidades de uso de un SIG en los servicios de abastecimiento de agua, como herramienta útil para la planificación, que unifica y permite mostrar rápidamente la información.

Uno de los ejemplos más representativos es la visualización de superposiciones en las áreas de influencia de los pozos de bombeo. Esto facilita la gestión del funcionamiento

de los mismos. Al identificarlos, permite desvincular aquellos que no sean estrictamente necesarios, a fin de lograr mayor eficiencia en la captación de agua de cada perforación y minimizar los consumos energéticos.

Para el caso de estudio, hubiera sido deseable incorporar al SIG la localización de perforaciones domiciliarias particulares, para poder observar además las superposiciones adicionales de sus radios de influencia.

En cuanto a la implementación de la red de agua en un SIG, la representación espacial georreferenciada, permite el diseño y planificación de proyectos de ampliación, mantenimiento y mejora de operaciones en campo, conociendo el estado de una reparación en tiempo real, conectándose con los usuarios en forma más dinámica.

En esta presentación, queda pendiente incorporar las tendencias de evolución de viviendas censadas, construcciones declaradas y no declaradas, para valorar posibles escenarios a futuro en las demandas urbanas.

Además, como se mencionó precedentemente, por el nivel de detalle que demanda la implementación en SIG de la red de distribución de agua corriente, la misma será incorporada en un futuro artículo.

Si bien en esta oportunidad, para el caso de estudio, no se pudo implementar en el SIG la totalidad de la información relevante para la gestión del abastecimiento de agua en una localidad (porque esa información no existía o no estaba disponible), el documento pretende ser una guía para los prestadores del servicio, a fin de que paulatinamente la misma sea relevada, a fin de poder contar con ella al momento de la carga del SIG.

En la elaboración del presente trabajo se utilizó como soporte el ARCGIS 9.2, pero es importante destacar la existencia del software QGIS, de distribución gratuita, que es completo y ofrece todas las funcionalidades necesarias para la implementación de servicios de abastecimiento de agua.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Caruso M.J.; Cifuentes O.; Vaquero M.C. (2010). Impacto del turismo sobre los servicios de agua corriente y desagües domiciliarios. Estudio de Caso: Monte Hermoso (Pcia. Buenos Aires). En *CD Anales Congreso Latinoamericano de Investigación Turística*, Montevideo (Uruguay), 22 al 24 de Septiembre 2010. ISBN 978-9974-98-057-0. Eje 3. Publicación 70. 26 pags. En:[https://www.frbb.utn.edu.ar/frbb/info/secretarias/scyt/grupos\\_investigacion/utn//geia/Partido-de-Monte-Hermoso/Monte-Hermoso/Impacto-del-turismo-sobre-los-servicios-de-agua-corriente-y-desagues-domiciliarios.pdf](https://www.frbb.utn.edu.ar/frbb/info/secretarias/scyt/grupos_investigacion/utn//geia/Partido-de-Monte-Hermoso/Monte-Hermoso/Impacto-del-turismo-sobre-los-servicios-de-agua-corriente-y-desagues-domiciliarios.pdf)

Caruso M.J.; Cifuentes O. (2017). Estrategia para mitigar el impacto del turismo sobre los servicios de agua y su energía asociada. Caso: Destinos litorales del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Eje Temático: Turismo, Políticas y Desarrollo. *VII Simposio Internacional y XIV Jornadas Nacionales de Investigación-Acción en Turismo*. CONDET 2017: Desafío del Turismo para el Desarrollo sostenible. En:

[http://noticias.unsam.edu.ar/wp-content/uploads/2017/09/Resumenes\\_CONDET\\_20172.pdf](http://noticias.unsam.edu.ar/wp-content/uploads/2017/09/Resumenes_CONDET_20172.pdf)

Croswell P.L. (2009). *The GIS Management Handbook*. Kessey Dewitt Publications, Frankfort, Kentucky, USA. ISBN 978-0-9824093-0-5.

Custodio E.; Llamas R. (1983). *Hidrología subterránea*. Segunda Edición Corregida. Tomo I. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 1166 pp.

Di Martino C.; Cifuentes O.; Albouy R.; Marcos A.; Caló J. (2012). Evaluación preliminar del funcionamiento de la batería de pozos de abastecimiento en Monte Hermoso. Argentina. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*. Editada por ASAGAI Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería. ISSN 2422-5703 en línea. ISSN 1851-7838 impreso. Buenos Aires, Argentina. 29:73 - 81. En: <http://www.editoriasasagai.org.ar/ojs/index.php/rgaia/article/view/24>

Di Martino C. (2014). Sustentabilidad del recurso hídrico subterráneo de Monte Hermoso. *Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental*. UTN Facultad Regional Bahía Blanca. En: [http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/tesis\\_Di\\_Martino\\_FRBB.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/tesis_Di_Martino_FRBB.pdf)

ESRI ®, **ArcGIS 9.2**™. Copyright 1999-2008. ESRI Inc. All Rights Reserved. En: [www.esri.com](http://www.esri.com)

Lexow C.; Di Martino C.; Lafont D.; Albouy R.; Marcos A. (2016). Identificación y cuantificación de la carga contaminante al acuífero freático en la localidad de Monte Hermoso. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*. Editada por ASAGAI Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería. ISSN 1851 7838 (impresa). ISSN 2422 5703 (on line). Buenos Aires. Argentina. 37:37-44. En: <http://www.editoriasasagai.org.ar/ojs/index.php/rgaia/article/download/116/103>

QGIS Quantum GIS 3.4 Brighton (2018) En: <https://qgis.org>

© Silvina Medus, Olga Cifuentes y Daniela Escudero

Medus, S.; Cifuentes, O.; Escudero, D. 2019. SIG como herramienta de apoyo a los servicios de abastecimiento de agua. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*. 11(15) Sección II:1-14

On-line: [www.revistageosig.wixsite.com/geosig](http://www.revistageosig.wixsite.com/geosig)

Recibido: 20 de enero de 2019

Aceptado: 7 de junio de 2019