

Proyecto piloto- Aguas Subterráneas

Determinación de perímetros de protección de pozos abastecedores de agua para poblaciones urbanas

Autoras

Geóloga Diana Azurica (1)
Geóloga Paula Romina Alvarez (1)
Geóloga Ana Valentina Ribero (1)
Geóloga Alejandra Martínez Marchesoni (2)
Ing. Agr. Mag. Jeanne Marie Terzieff Aldaya (1)

- (1) Dinagua- Dirección Nacional de Aguas- Ministerio de Ambiente
(2) CeReGAS - Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas en América Latina y el Caribe

1. INTRODUCCIÓN

En el marco del Plan Nacional de Aguas (P01/01), y específicamente en el Plan de Cuenca del Río Santa Lucía (P01/04 y P10/01), los acuíferos integran una parte fundamental en la gestión integrada de los recursos hídricos a nivel país. Para ello se hace necesario contar con instrumentos que permitan aplicar acciones en el territorio, garantizando el cuidado y preservación de este recurso, siendo la determinación de perímetros de protección de pozos para abastecimiento a poblaciones una herramienta fundamental para la gestión del territorio.

La Cuenca del Río Santa Lucía (CRSL) interactúa con el Sistema Acuífero Raigón (SAR), el cual representa la mayor reserva de agua subterránea del sur del país en su sector suroeste del departamento de San José, en una superficie de 800 km² de la cuenca (6% del total). En este sector, varios centros urbanos se abastecen de agua subterránea del SAR a través de pozos de captación, significando un aporte importante que complementa a las aguas superficiales en el abastecimiento de agua potable para las poblaciones involucradas. Cabe destacar que este sistema acuífero presenta características hidrogeológicas homogéneas en toda el área considerada, lo cual simplifica su análisis.

Considerando que el país no cuenta con una normativa de perímetros de protección de pozos de abastecimiento humano, se propuso generar este proyecto piloto en estas localidades a fin de fortalecer la gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca (aportando al ODS 6, meta 6.5, indicador 6.5.1, relativo al acceso al agua potable y saneamiento) y mejorar la capacidad de adaptación de las poblaciones en cuanto al abastecimiento de agua potable. Se entiende como perímetros de protección de pozos aquellas zonas en torno a las captaciones de agua destinadas a consumo humano, donde se restringe o recomienda evaluar actividades que potencialmente comprometan la calidad y cantidad de las aguas subterráneas.

Este piloto es parte del resultado 4 del Proyecto “Adaptación en Acción-Cuenca Santa Lucía” financiado por Euroclima+ aprobado en 2019 e iniciado en julio del 2021. Los resultados obtenidos podrán ser incluidos en planes locales y aportarán a la gestión de recursos hídricos de otras cuencas al ser replicados.

2. OBJETIVO

Evaluar la factibilidad de establecer perímetros de protección de pozos de abastecimiento público en relación con los usos del suelo en su entorno en ocho localidades del departamento de San José que extraen agua del Sistema Acuífero Raigón.

3. ÁREA DE ESTUDIO

En el marco de este proyecto se seleccionaron ocho centros urbanos dentro de la CRSL que captan agua exclusivamente del SAR para abastecimiento humano, se localizan sobre el eje de las rutas nacionales 1 y 11: Ruta 1: Villa María, Puntas de Valdez, Libertad y Ciudad del Plata; Ruta 11: Raigón, Villa Rodríguez, Capurro y Pueblo Nuevo.

La red hidrográfica del SAR se caracteriza por la presencia del río San José que corre de noroeste a sureste, como principal entalle que secciona el área del acuífero. Este recibe las aguas de una densa red de arroyos tributarios y vierte las mismas en el Río Santa Lucía (al sureste, Fig. 1).

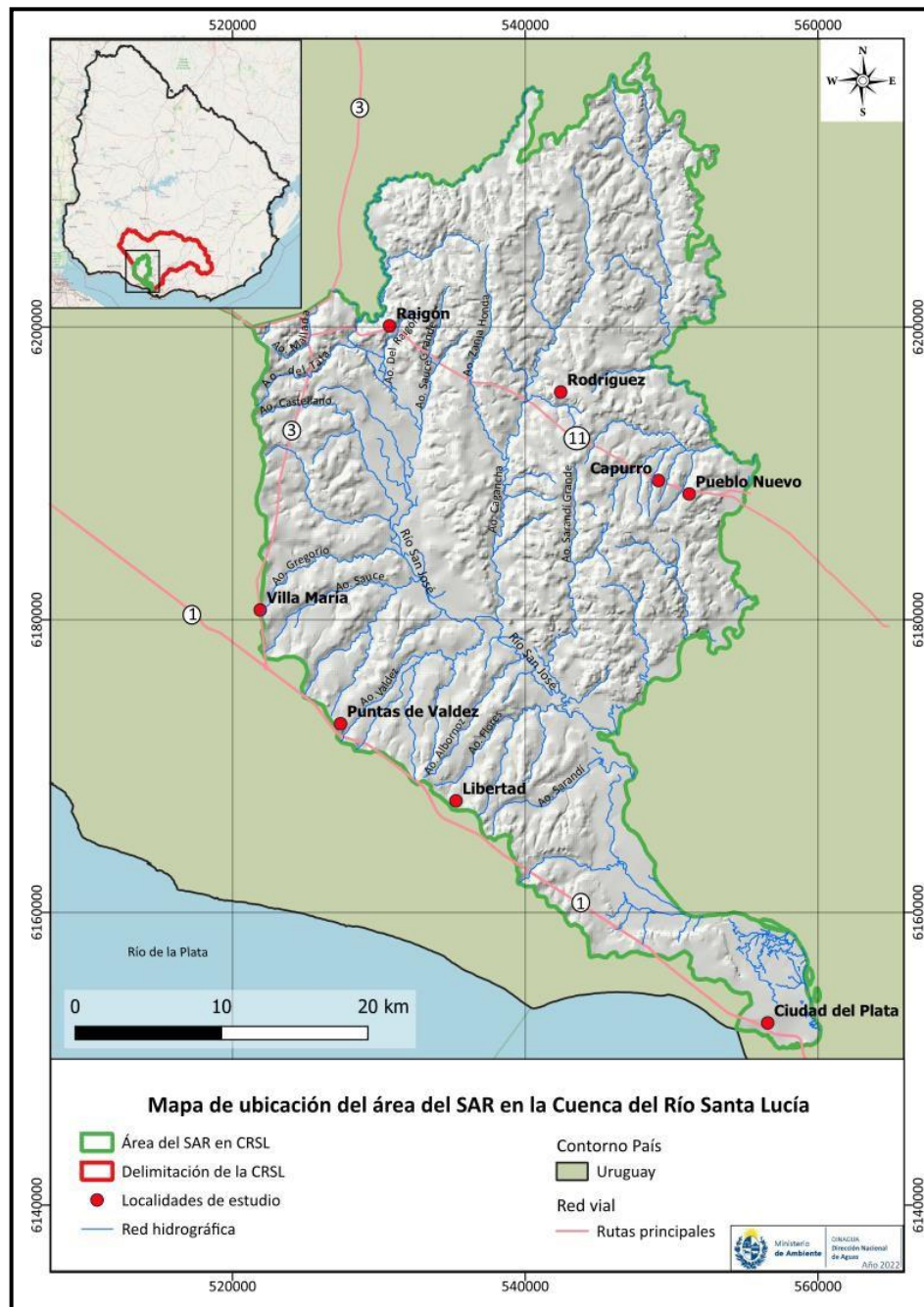


Figura 1: Mapa de localidades y red hidrográfica del área del SAR en la cuenca del Río Santa Lucía dentro del departamento de San José

El 93,7% de la población que vive en estas localidades urbanas, (según datos del Censo 2011), se abastece de aguas subterráneas, cuya administración es realizada por Obras Sanitarias del Estado (OSE). Aquellas personas que no se abastecen de esta fuente se consideran potencialmente beneficiadas ya que el país se encuentra implementando diferentes programas para la conexión de viviendas en áreas urbanas a la red de OSE (Tabla 1).

Tabla 1- Población urbana de las localidades y sistema de abastecimiento de agua

LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	DISCRIMINADA POR		SISTEMA ABASTECIMIENTO AGUA	
		Mujeres	Varones	OSE Red %	Pozo surgente
Ciudad del Plata	32154	16428	15726	85,1	0
Libertad	10164	5310	4854	98,2	1,5
Rodríguez	2604	1356	1248	97,9	1,2
Puntas de Valdez	1491	752	739	98,8	1,0
Raigón	738	393	345	93,6	6,4
Villa María	620	303	317	95,5	4,5
Capurro	517	260	257	93,5	5,4
Pueblo Nuevo	469	243	226	87,2	4,5
Total	48757	25045	23712		

A nivel municipal, considerando que los municipios abarcan más de una localidad urbana el porcentaje de los hogares que cuentan con evacuación del sistema sanitario por red general según el Censo 2011:

- Municipio de Ciudad del Plata, la red de saneamiento es del 0%
- Municipio de Libertad, la red saneamiento es del 54,3%
- Municipio de Rodríguez, la red saneamiento es del 18,9%

Los usos principales del agua subterránea son: riego (85%), industrial (9%) y abastecimiento (6%) (Postiglione et al. 2006).

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El desarrollo de las actividades de este proyecto se engloba en dos grandes bloques temáticos, uno denominado “gabinete” y el otro “campo” que se resumen a continuación:

Gabinete

Este bloque incluye las actividades referidas a: recolección, revisión y procesamiento bibliográfico de antecedentes geológicos e hidrogeológicos de la zona del proyecto aportados por CeReGAS, OSE, INIA, IMFIA, Dinacea y Dinagua (mapas base, pozos, uso del suelo, etc.). De la revisión bibliográfica de las metodologías para establecer perímetros de protección de pozos, se tomó como referencia el texto “Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano. Metodología y aplicación al territorio” (IGME, 2003).

Se planificaron y organizaron las salidas de campo y talleres de divulgación, implicando una coordinación conjunta con los interlocutores designados en territorio de la Intendencia Departamental de San José, OSE, ANEP y Ceibal.

En conjunto con el equipo de comunicación del proyecto Euroclima+ se elaboraron notas para la difusión de actividades efectuadas en campo, los resultados y buenas prácticas para publicar en medios de comunicación.

Se confeccionaron planillas que reúnen la información recabada en campo y los datos de antecedentes procesados, así como los cálculos que surgieron de la aplicación de las metodologías de determinación de perímetros de protección de pozos. A partir de estos datos se diseñaron los perímetros correspondientes a cada uno de los pozos por localidad, donde se observó y comparó el resultado con otros pozos y metodologías aplicadas.

Campo

En el bloque de trabajo de campo se diferencian dos actividades:

- a- Relevamiento y recolección de datos de pozos de agua subterránea: Esta etapa consistió en seis salidas a territorio donde se recorrieron las ocho localidades seleccionadas y cuarenta y seis pozos (Tabla 2), donde se tomó información correspondiente a coordenadas, estado general del pozo, incluyendo, medidas de cercos y casillas de protección, losas sanitarias, datos de pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y temperatura. A su vez se llevó a cabo un reconocimiento de las áreas circundantes a los pozos, donde se identificaron actividades que potencialmente puedan comprometer la calidad y cantidad de las aguas subterráneas. Toda la información fue integrada en planillas y acompañada de registro fotográfico (Figs. 2a, b, c y d).

Tabla 2: Número de pozos de OSE relevados por localidad

Localidad	Raigón	Ciudad Rodríguez	Capurro	Pueblo Nuevo	Puntas de Valdez	Villa María	Libertad	Ciudad del Plata
Pozos OSE relevados	3	5	2	1	3	2	10	20



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 2: (a) Imagen de toma de muestra de agua de la perforación y toma de datos in-situ de parámetros fisicoquímicos; (b) vista interior de la casilla de protección de las perforaciones de OSE; (c) vista de la casilla de protección de la perforación de OSE; (d) reconocimiento del territorio en torno al pozo en el departamento de San José

- b- Talleres de divulgación técnica: se realizaron en total nueve talleres en localidades involucradas en el proyecto, dirigidos a estudiantes de ANEP comprendidos a nivel de enseñanza primaria (4to – 6to año), enseñanza secundaria (4to – 5to año) y escuela agraria de UTU.

5. MARCO TEÓRICO PARA LA DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN DE POZOS

En base a la bibliografía consultada, la información disponible del SAR y los datos recabados de los pozos in-situ, se seleccionaron seis métodos a ser aplicados, los cuales fueron clasificados en función de si el resultado obtenido depende del tiempo de tránsito. Se entiende como tiempo de tránsito, al tiempo que tarda en trasladarse el agua por el subsuelo desde un punto en el perímetro hacia el pozo. En la Tabla 3 se resumen las variables y/o parámetros utilizados en cada uno y las limitaciones que poseen.

- a. Varían en función del tiempo (más de un perímetro):
- i. Método de análisis del sistema de flujo combinado con el cálculo del tiempo de tránsito
 - ii. Método del radio fijo calculado: Ecuación volumétrica
 - iii. Método de Krijgsman y Lobo Ferreira

b. No varían en función del tiempo (único perímetro):

- i. Método del radio fijo calculado: Método de la recarga
- ii. Análisis del sistema de flujo combinado con la ecuación de flujo uniforme
- iii. Método de Rehse para el cálculo del poder depurador de los materiales.

Las variables y/o parámetros que utilizan estos métodos son:

Q = caudal
i = gradiente hidráulico
K = conductividad hidráulica
b = espesor saturado
m_e = porosidad efectiva
S = coeficiente de almacenamiento
N = recarga (del acuífero)
V_e = velocidad eficaz
T = transmisibilidad

Tabla 3: Métodos aplicados junto a las variables utilizadas por cada uno y sus limitaciones

Método	Variable										Limitaciones
	Q	i	K	b	m _e	S	N	T	V _e	Piezometría	
Análisis del sistema de flujo combinado con el cálculo del tiempo de tránsito	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	✓	✓	Flujo bidimensional. Flujo ambiental despreciable. Pozo con alta capacidad de bombeo.
Radio fijo calculado: Ecuación volumétrica	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	Flujo bidimensional. Flujo ambiental despreciable. Pozo con alta capacidad de bombeo.
Radio fijo calculado: Método de la Recarga	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	Flujo bidimensional. Flujo ambiental despreciable. Pozo con alta capacidad de bombeo. Proporciona un área única. Solo válida para valores de tiempo muy grandes.
Análisis del sistema de flujo combinado con la ecuación de flujo uniforme	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	Proporciona un área única para el perímetro de protección. Esta no depende del tiempo de tránsito. Flujo bidimensional. No considera el tiempo de tránsito.

Método de Krijgsman y Lobo Ferreira	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	✓	Aplicable con valores de $x < 18$ aguas arriba y $x > -3,5$ y $m_e > 0.1$ (10%) aguas abajo (1).
Método de Rehse para el cálculo del poder depurador de los materiales	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	✓		Proporciona un área única para el perímetro de protección. Esta no depende del tiempo de tránsito. Es necesario conocer la descripción litológica y longitud de recorrido de los diferentes materiales en la zona no saturada y en la zona saturada.

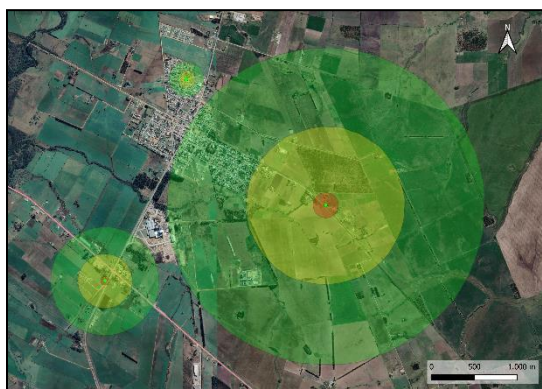
6. RESULTADOS

Se logró aplicar las metodologías de determinación de perímetros de protección en las ocho localidades y se efectuó la divulgación propuesta en los objetivos de este piloto.

Perímetros

Se presentan a continuación los resultados del dibujo de los perímetros obtenidos para cada localidad, utilizando los seis métodos seleccionados.

Rodríguez



(a)



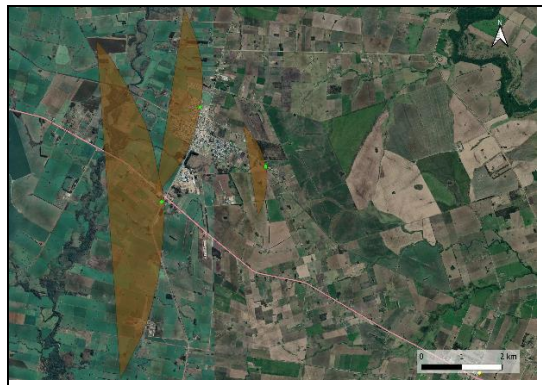
(b)



(c)



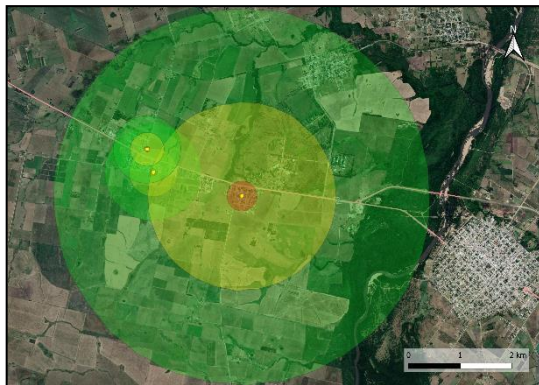
(d)



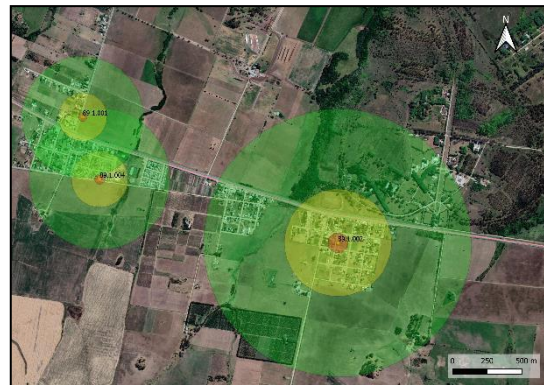
(e)

Figura 3: (a) Método de análisis del sistema de flujo combinado con el cálculo del tiempo de tránsito (rojo= 4 años; amarillo= 25 años; verde= 50 años); (b) Método del radio fijo calculado: Ecuación volumétrica (rojo= 50 días; amarillo= 4 años; verde= 25 años); (c) Método de Krijgsman y Lobo Ferreira (rojo= 50 días; verde= 4 años marrón= 25años); (d) Método del radio fijo calculado: Método de la recarga (marrón= perímetro calculado); (e) Análisis del sistema de flujo combinado con la ecuación de flujo uniforme (marrón= perímetro calculado).

Capurro/Pueblo Nuevo



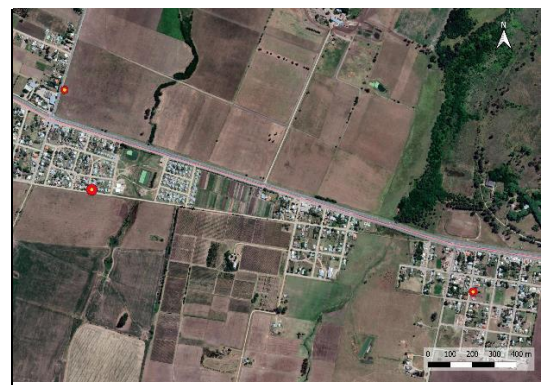
(a)



(b)



(c)



(d)



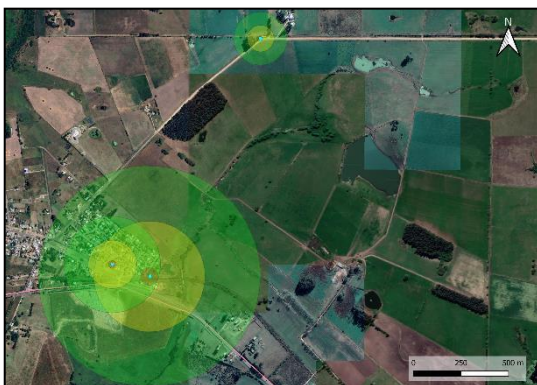
(e)



(f)

Figura 4: (a) Método de análisis del sistema de flujo combinado con el cálculo del tiempo de tránsito (rojo= 4 años; amarillo= 25 años; verde= 50 años); (b) Método del radio fijo calculado: Ecuación volumétrica (rojo= 50 días; amarillo= 4 años; verde= 25 años); (c) Método de Krijgsman y Lobo Ferreira (rojo= 50 días; verde= 4 años marrón= 25años); (d) Método del radio fijo calculado: Método de la recarga(marrón= perímetro calculado); (e) Análisis del sistema de flujo combinado con la ecuación de flujo uniforme (marrón= perímetro calculado); (f) Método de Rehse para el cálculo del poder depurador de los materiales (marrón= perímetro calculado).

Raigón



(a)



(b)



(c)



(d)



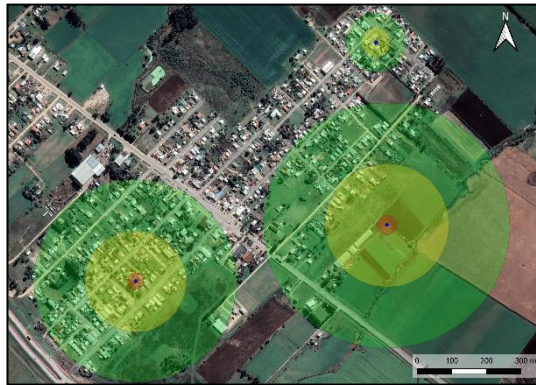
(e)



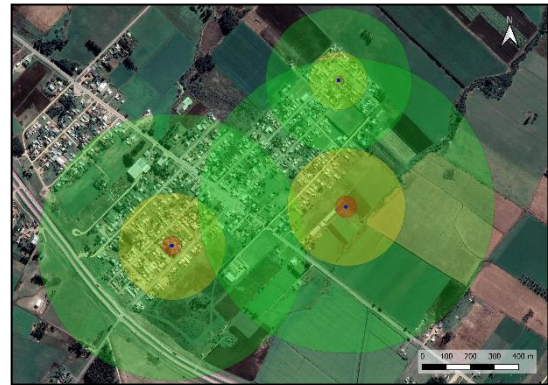
(f)

Figura 5: (a) Método de análisis del sistema de flujo combinado con el cálculo del tiempo de tránsito (rojo= 4 años; amarillo= 25 años; verde= 50 años); (b) Método del radio fijo calculado: Ecuación volumétrica (rojo= 50 días; amarillo= 4 años; verde= 25 años); (c) Método de Krijgsman y Lobo Ferreira (rojo= 50 días; verde= 4 años marrón= 25años); (d) Método del radio fijo calculado: Método de la recarga(marrón= perímetro calculado); (e) Análisis del sistema de flujo combinado con la ecuación de flujo uniforme (marrón= perímetro calculado); (f) Método de Rehse para el cálculo del poder depurador de los materiales (marrón= perímetro calculado).

Puntas de Valdez



(a)



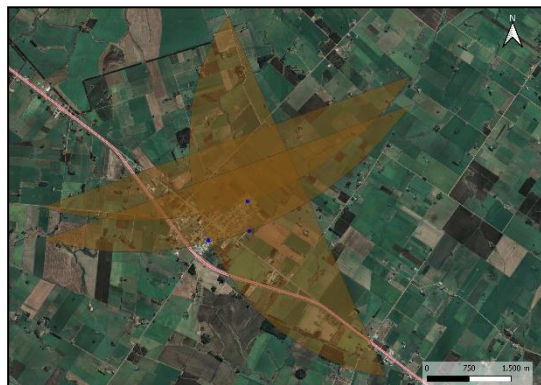
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 6: (a) Método de análisis del sistema de flujo combinado con el cálculo del tiempo de tránsito (rojo= 4 años; amarillo= 25 años; verde= 50 años); (b) Método del radio fijo calculado: Ecuación volumétrica (rojo= 50 días; amarillo= 4 años; verde= 25 años); (c) Método de Krijgsman y Lobo Ferreira (rojo= 50 días; verde= 4 años marrón= 25años); (d) Método del radio fijo calculado: Método de la recarga(marrón= perímetro calculado); (e) Análisis del sistema de flujo combinado con la ecuación de flujo uniforme (marrón= perímetro calculado).

Villa María



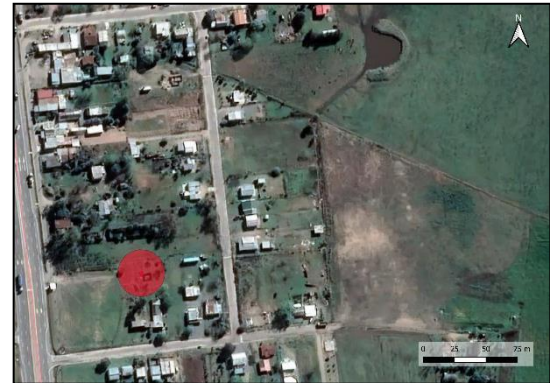
(a)



(b)



(c)



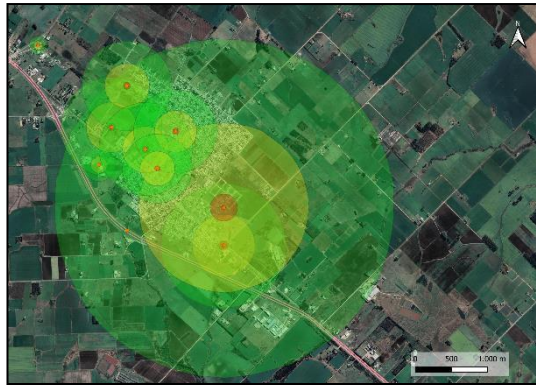
(d)



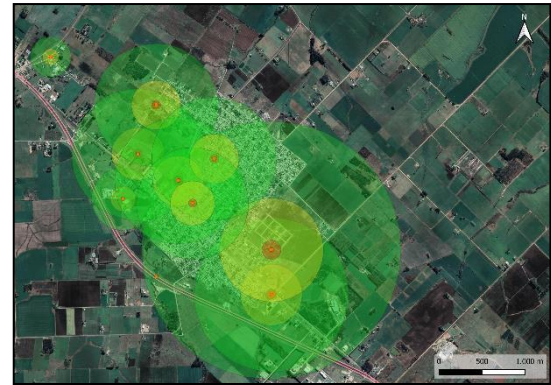
(e)

Figura 7: (a) Método de análisis del sistema de flujo combinado con el cálculo del tiempo de tránsito (rojo= 4 años; amarillo= 25 años; verde= 50 años); (b) Método del radio fijo calculado: Ecuación volumétrica (rojo= 50 días; amarillo= 4 años; verde= 25 años); (c) Método de Krijgsman y Lobo Ferreira (rojo= 50 días; verde= 4 años marrón= 25años); (d) Método del radio fijo calculado: Método de la recarga(marrón= perímetro calculado); (e) Análisis del sistema de flujo combinado con la ecuación de flujo uniforme (marrón= perímetro calculado).

Libertad



(a)



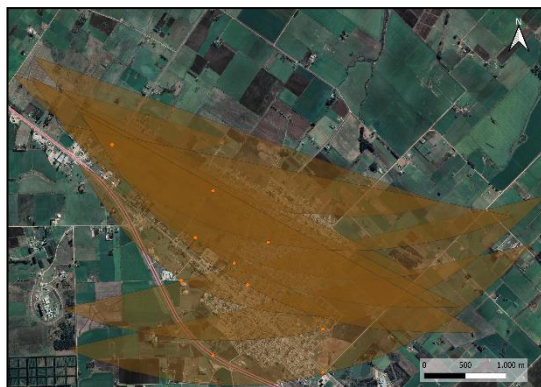
(b)



(c)



(d)



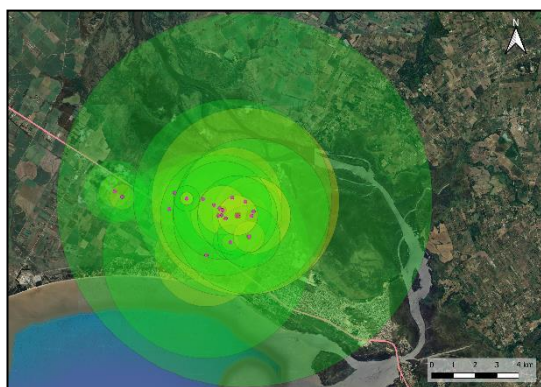
(e)



(f)

Figura 8: (a) Método de análisis del sistema de flujo combinado con el cálculo del tiempo de tránsito (rojo= 4 años; amarillo= 25 años; verde= 50 años); (b) Método del radio fijo calculado: Ecuación volumétrica (rojo= 50 días; amarillo= 4 años; verde= 25 años); (c) Método de Krijgsman y Lobo Ferreira (rojo= 50 días; verde= 4 años marrón= 25años); (d) Método del radio fijo calculado: Método de la recarga(marrón= perímetro calculado); (e) Análisis del sistema de flujo combinado con la ecuación de flujo uniforme (marrón= perímetro calculado); (f) Método de Rehse para el cálculo del poder depurador de los materiales (marrón= perímetro calculado).

Ciudad del Plata



(a)



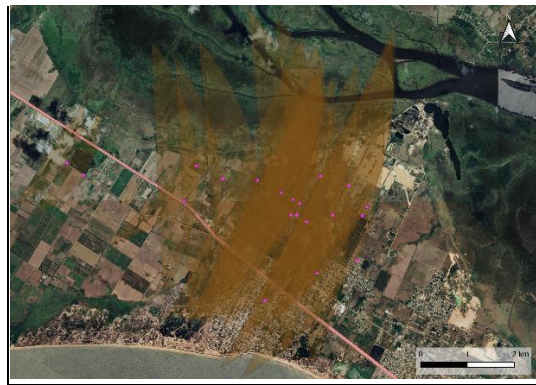
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 9: (a) Método de análisis del sistema de flujo combinado con el cálculo del tiempo de tránsito (rojo= 4 años; amarillo= 25 años; verde= 50 años); (b) Método del radio fijo calculado: Ecuación volumétrica (rojo= 50 días; amarillo= 4 años; verde= 25 años); (c) Método de Krijgsman y Lobo Ferreira (rojo= 50 días; verde= 4 años marrón= 25años); (d) Método del radio fijo calculado: Método de la recarga(marrón= perímetro calculado); (e) Análisis del sistema de flujo combinado con la ecuación de flujo uniforme (marrón= perímetro calculado); (f) Método de Rehse para el cálculo del poder depurador de los materiales (marrón= perímetro calculado).

Divulgación

La etapa de divulgación consistió en talleres efectuados en instituciones educativas con el objetivo de difundir la importancia de las aguas subterráneas como fuente de abastecimiento a las poblaciones de las ocho localidades seleccionadas del departamento de San José, ubicadas dentro de la cuenca del Río Santa Lucía.

Estos talleres se basaron en el principio de que la educación ambiental es una herramienta social para la promoción del uso responsable, eficiente y sustentable de los recursos hídricos en sus distintas dimensiones: social, ambiental, cultural, económica y productiva.

En total se efectuaron nueve talleres dirigidos a estudiantes de ANEP comprendidos a nivel de enseñanza primaria (4to – 6to año), enseñanza secundaria (4to – 5to año) y escuelas agrarias de UTU (Tabla 4).

Tabla 4: Instituciones educativas donde se efectuaron los talleres de divulgación científica

Institución	Clase	Localidad	Nivel
Liceo urbano	5° Humanístico	Rincón de la Bolsa	Educación Secundaria
UTU	1° EMP	Libertad- Ciudad del Plata/ R 1, km 42,500	Escuela agraria
Escuela urbana N° 47	4°-6°	Rodríguez	Educación Primaria
Escuela rural N° 58	4°-6°	Capurro-Pueblo Nuevo	Educación Primaria
Escuela urbana N°66	4°-6°	Ciudad del Plata/R 1 Km 32	Educación Primaria
Liceo	4to	Ciudad Rodríguez	Educación Secundaria
Escuela rural N° 104	4°-6°	Libertad/ R 45 y R 1	Educación Primaria
Escuela rural N° 9	4°-6°	Raigón	Educación Primaria
Escuela suburbana N°26	4°-6°	Punta de Valdez/ R 1 (vieja), Km. 66	Educación Primaria

La actividad se desarrolló en tres partes:

a) Actividades previas preparatorias: En esta instancia se le recomendó al docente material de lectura y visual para trabajar con los estudiantes antes del taller de forma de introducirlos en la temática a abordar (Fig.10e).

b) Desarrollo del taller (60 minutos):

➤ Inicio: Se comenzó con una presentación del equipo y el motivo del taller. Se trabajó en un intercambio de conceptos utilizando preguntas disparadoras (Fig.10a). Los temas fueron:

- Agua potable: características del agua potable, quién la suministra, cómo llega a nuestros hogares, agua dulce y agua salada, agua superficial y agua subterránea.
- Acuíferos: qué son, ejemplos de acuíferos en Uruguay y en San José.
- Perforaciones: características, construcción, operación.
- Cuidado del ambiente: impactos negativos de la actividad del ser humano, ordenamiento territorial.
- Cuidado de los acuíferos: perímetros de protección para las perforaciones, actividades inofensivas y actividades no recomendables.

➤ Desarrollo: se realizó una actividad lúdica donde los estudiantes pensaron en cómo armar una ciudad (a partir del armado de un puzle gigante de 1,20 m x 2,40 m de una imagen Google Earth del área) con sus actividades asociadas, considerando como base el pozo de OSE y los perímetros de protección del mismo (Figs. 10b, c, g).

➤ Cierre: en base a las actividades propuestas anteriormente, se efectuó una puesta en común para dejarles una reflexión final en relación con la temática abordada, tomando como soporte la imagen satelital de su localidad donde se observó la realidad de lo que son los perímetros determinados en el proyecto piloto. Para finalizar la actividad se entregó a cada estudiante una tarjeta de papel plantable, bajo el lema: “hacer visible lo invisible” (Figs. 10d, f).

c) Actividad posterior al taller:

Se entregaron materiales didácticos para leer, ver y jugar a las instituciones y papeleras de cartón. También un póster donde se ilustra el “Ciclo de Uso del Agua”, a fin de ilustrar el recorrido del agua desde la fuente, su potabilización, la distribución, el agua residual y el sistema de saneamiento (Fig. 10g).

Así como una imagen satelital de cada localidad, donde se localizan e ilustran (con fotos) los pozos de OSE y ejemplos simples de perímetros reales obtenidos en el proyecto. Se dejaron papeleras de cartón en cada institución educativa.



(a)



(b)



(c)



(d)



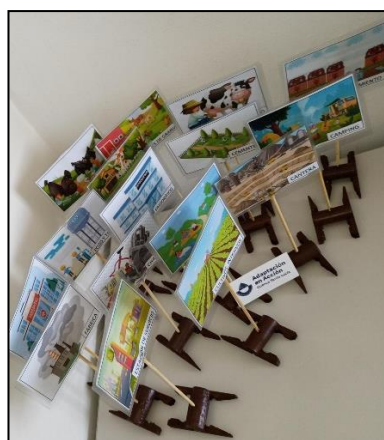
(e)



(f)



(g)



(h)

Figura 10: (a) Presentación de inicio del taller. (b) Armado de puzle por estudiantes de UTU; (c) Escolares arman su ciudad en torno al pozo; (d) Puesta en común durante cierre de taller con liceales; (e) Escolares presentan trabajos realizados previo al taller sobre la temática; (f) Entrega de papel plantable a escolares; (g) Poster sobre el ciclo urbano del agua; (h) Diseño de los banderines que ilustran las diversas actividades que pueden desarrollarse en el territorio.

En cada actividad la participación en cantidad discriminadas por edades y géneros fue variada, tanto de estudiantes como docentes. Esta información se resume en la tabla 5 donde se observan los totales de las nueve instancias de talleres efectuados:

Tabla 5: Participantes de los talleres discriminados en mujeres y varones, así como niveles dentro de los talleres de divulgación científica.

NIVELES	MUJERES	VARONES	TOTALES
ESCOLARES	78	94	172
BACHILLERATO	39	36	75
MAESTROS/DOCENTES	14	5	19
EQUIPO TALLER	8	1	9
TOTALES	139	136	275

7. DISCUSIÓN

Perímetros

Para la base de datos de pozos analizada, compuesta por 46 pozos, se lograron aplicar seis metodologías de perímetros de protección en 41 pozos, en base a la información hidrogeológica disponible.

De las ocho localidades analizadas en este piloto, la mayoría de los pozos están implantados en la zona urbana, por ende, los perímetros calculados pueden no ser aplicables, pues el territorio ya se encuentra intervenido. Sin embargo, estos perímetros de protección de pozos representan una poderosa herramienta que permitirá a los que administran y gestionan, planificar futuros emprendimientos de abastecimiento de agua subterránea a poblaciones, considerando la afectación directa que puede tener el pozo por las actividades desarrolladas en superficie.

Cómo se mencionó anteriormente, las metodologías fueron clasificadas en función de si su cálculo depende o no del tiempo de tránsito.

Con respecto a los métodos basados en la aplicación de tiempos de tránsito, se destaca la flexibilidad que permiten estos a la hora de establecer perímetros de protección, ya que se puede seleccionar la cantidad de perímetros a definir, así como un tiempo de tránsito de interés a evaluar.

Estos métodos permiten diferenciar entre zonas más inmediatas y otras más externas (dependiendo de cuántos perímetros se quieran establecer). En las zonas más inmediatas al pozo es donde se debe tener la mayor precaución en relación con el cuidado del mismo (zona más restrictiva). Mientras tanto, en zonas más externas el cambio en el uso del suelo y la implantación de nuevas actividades requieren de un estudio de impacto ambiental con el propósito de analizar en detalle los impactos directos e indirectos, simples y acumulativos; así como la evaluación de los riesgos derivados. Estos presentan una gran utilidad a la hora de establecer un plan de contingencias y prevención de accidentes, ya que se tiene un tiempo base que indica la rapidez con la cual deben tomarse dichas medidas.

Con respecto a los métodos que no varían en función del tiempo, al obtenerse un único perímetro, no sería posible discriminar zonas de mayor o menor seguridad en relación al pozo, por lo tanto, cualquier actividad que desee realizarse dentro del mismo debe ser analizada con los mismos criterios indicados en el párrafo anterior.

Es importante destacar que el método de Rehse utiliza datos tabulados a partir de la composición geológica (tipo de sedimento y granulometría) y el espesor saturado del acuífero. Para ello, es necesario que los datos utilizados sean a detalle del lugar dónde se encuentra el pozo, al poseer información general del acuífero en muchos casos dio resultados incongruentes (números negativos) y no pudo ser aplicado.

Divulgación

Los talleres se desarrollaron de forma exitosa, lográndose efectuar más de los previstos inicialmente. Se visitaron nueve centros educativos abarcando siete localidades y diferentes franjas etarias formativas.

Se visibilizó de forma clara el empoderamiento de los estudiantes frente a la temática del cuidado de las aguas subterráneas, lográndose un intercambio y retroalimentación de conocimiento entre las partes. Fue interesante ver cómo lograron visualizar las construcciones que veían en su localidad y asociarlas a lo que realmente son, perforaciones que le suministran agua potable.

Esta temática fue muy bien recibida y generó una puerta para poder seguir ampliando principalmente desde ANEP, OSE y los propios educadores. Se unificaron conceptos con OSE en relación con el agua potable y saneamiento.

La coordinación interinstitucional fue muy buena, lográndose un fortalecimiento en este sentido, en todo el desarrollo del proyecto. La prueba está en que la Intendencia de San José solicitó a la administración formalmente replicar este piloto en la localidad de Kiyú. Considerado como una herramienta fundamental a incluir en los planes de ordenamiento territorial que la intendencia lleva adelante.

El juego didáctico propuesto de forma inédita por el equipo de trabajo (puzle gigante y banderines) fue el centro de atención en los talleres y logró generar el impacto esperado, en todos los ámbitos (institucional, educativo, público objetivo) obteniéndose como proyecto a futuro generar una versión virtual del mismo en la plataforma de OSE y CEIBAL.

8. RECOMENDACIONES Y LECCIONES APRENDIDAS

A partir del objetivo propuesto para este proyecto piloto de perímetros de protección de pozos, se destaca que, de los resultados obtenidos y su divulgación, se vio la necesidad de intercambio y retroalimentación de conocimiento para una gestión integrada de las aguas subterráneas, destacando el empoderamiento que esto genera en las comunidades que son abastecidas exclusivamente de este recurso.

También se observó la necesidad de planificar con más tiempo la agenda de talleres a los centros educativos para prever contingencias (Asambleas Técnico Docentes u otro tipo de evento). Por otro lado, el tiempo previsto de 60 minutos se vio que era acotado para el desarrollo fluido del taller, es recomendable tener la previsión de informar que puede llegar a extenderse hasta 90 minutos.

Todos los resultados obtenidos en este piloto aportan al cumplimiento del Plan Nacional de Aguas, el cual se encuentra en parte enmarcado por el Art.47 de la Constitución de la República, donde se establece que el acceso al agua potable y saneamiento constituyen un derecho humano fundamental. Además, representan una mejora para la gestión integrada de los recursos hídricos con énfasis en las aguas subterráneas, particularmente, del Sistema Acuífero Raigón, en el marco de la adaptación al cambio climático y la resiliencia urbana, bajo el lema que identificó al año 2022, que es “hacer visible lo invisible”.

Con respecto a los perímetros, se concluye que pueden representar una herramienta esencial para el ordenamiento del territorio, donde se debe evaluar para cada caso específico el método más conveniente a utilizar. Como reflexión final, se sugiere también agregar un perímetro fijo arbitrario para cada pozo, donde solo se permitirá el accionar de los operarios de OSE.

Agradecimientos:

Por su colaboración a lo largo de todo el proyecto piloto a Pablo García Ordenamiento Territorial - Intendencia de San José, por OSE a Arthur Osorio Supervisor de Funcionamiento - San José y Lic. Comunicación Ana Laura Pardo (Responsabilidad Social); por CeReGAS Geólogos Alberto Manganelli Director Ejecutivo y Lucía Samaniego; finalmente por Dinagua Geóloga Ximena Lacués y Lic. Comunicadora Julia Proto. Y a las instituciones que directa o indirectamente colaboraron con el desarrollo de este proyecto.



Obras Sanitarias del Estado

