

Gestión Hídrica y Gobernanza de Cuencas en la Agenda del Cambio Climático (CC)

El aspecto subterráneo de la Gobernanza ante el CC

por Luis Mérida - OSSE Mar del Plata

General Pueyrredon es un pequeño partido en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires que abarca unos 1.500 km², con dos ciudades Mar del Plata y Batán que alberga a unos 900.000 habitantes, siendo el agua abastecida por OSSE de origen subterráneo, por lo cual los cambios en el acuífero no se percibe tan rápidamente, como los que se abastecen de aguas superficiales, ya que tiene velocidades más lentas que le otorgan una inercia y seguridad de abasto mayor. Sin embargo, después de tres años de sequía nos encontramos, al igual que otros servicios a lo largo del país, en una situación controlada pero comprometida por causas relacionadas con el CC.

Para llevar adelante el servicio se cuenta con un sistema de tres acueductos que toman aproximadamente el 70% del suministro, completándolo con un sistema de impulsión directa que toma el resto del área, para llegar a abastecer al 95% de la población con unos 146 Hm³, que lo tornan como una de las pocas ciudades de esta envergadura con el 100% abastecida con aguas subterráneas. El sistema se compone con más de 300 pozos y reservas de alrededor de 80.000 m³.

Podemos mencionar algunos ejemplos de afectación por el CC como la bajante del Río Paraná y los incendios que desde 2020 se suceden en todas las latitudes y continúan en la actualidad. Sin embargo, esencialmente, lo que existe es un aumento de la temperatura, de eventos extremos y una afectación virulenta, dada en los últimos treinta años por las consecuencias del fenómeno de “El Niño-oscilación sur” (ENOS). Esta situación provoca una mayor vulnerabilidad ante el CC, que requiere, por lo tanto, adaptarse y mitigar sus efectos. Desde el año 2000, planteamos una gestión por riesgo climático con un aumento en la resiliencia de la empresa y del partido con estrategias específicas a prueba de clima y medidas *no regrets (no lamentarse)*. En efecto, se pueden hacer obras de mayor volumen o extensión territorial de la que a futuro pueda ser requerida. Estas decisiones parecían en el siglo pasado como excesivas, sin embargo la realidad que vivimos por las consecuencias del CC terminaron mostrando que eran las correctas.

En base a los pronósticos por modelos y los escenarios climáticos, pretendemos tener una gestión sustentable, que es en lo que se basa el Plan Director de Gestión Sustentable (PDGS) que hemos enunciado en el año 2007.

Indudablemente, hay que tener en cuenta el tema climático. Si consideramos los efectos locales del CC nuestra gestión se basa en el ascenso del nivel del mar, que provoca un aumento de la intrusión mariana y un menor recurso disponible en el acuífero. La primera estrategia, tal vez la más obvia pero no sencilla, es realizar el traslado de la extracción a zonas más altas y continentales, con el fin de evitar la salinización de los pozos por ascenso del nivel del mar.

Plan Director

Podemos observar la situación de partida del estudio realizado entre 2004 y 2009 que derivó en el PDGS de la empresa.

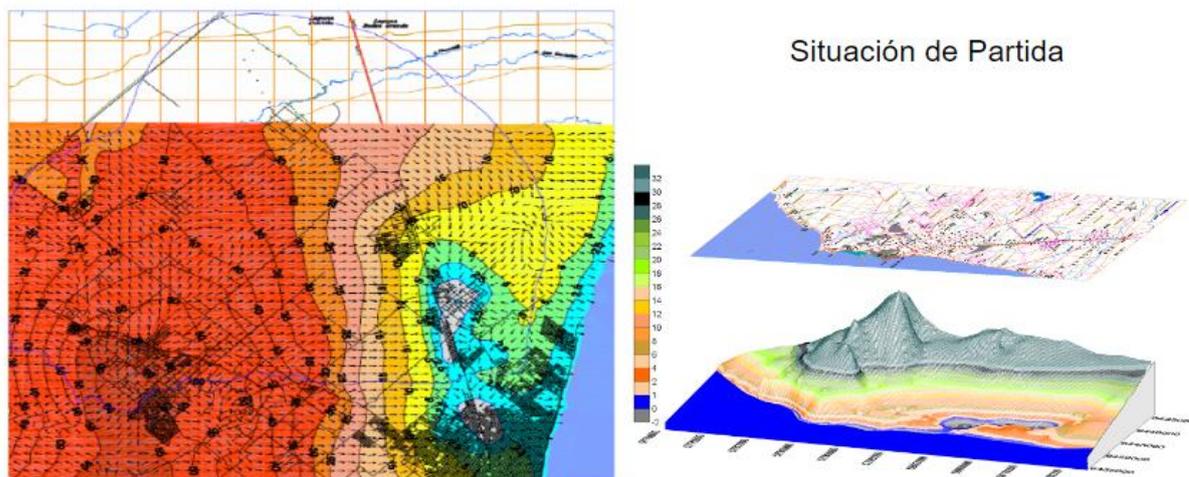


Figura 1

En las imágenes de la figura 1 se han trazado las líneas de isoniveles acuíferos y se puede ver dos zonas: la sur donde se extrae el 99% del suministro, la cual monitorizamos en detalle y en la Norte que era prístina a ese momento. A la derecha se ve la vista tridimensional del acuífero. Como podemos advertir, ambas tienen un ingreso litoral de agua cercana al mar con niveles que en algún momento llegaron a tener 25 metros debajo del nivel del mar.

El PDGS que hemos establecido entre los años 2007 y 2009 fue presentado en el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y desde el primer momento fue hecho como una adaptación y mitigación ante el cambio climático. En este sentido, parte del éxito de haber obtenido el crédito en el 2016, a través del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA), para algunas de las obras que presentaremos a continuación, fue la estrategia de presentarlo como una obra climática. Este PDGS pretendía solucionar el problema de la intrusión eliminando el déficit, generar y aumentar la extracción de los nuevos campos de bombeo para balancear esta cuestión, siempre monitoreando y modelando el acuífero a un nivel operativo. Esto implica la medición, monitorización, modelaje, corrección del plan y uso de un tablero de control simple y claro con un único indicador. Esto último, en particular, con el propósito de que los decisores políticos lo pudieran entender y actuar en consecuencia.

La estrategia que se planteó es remediadora. Esto es, tenemos una zona central deprimida y otra zona con excedentes. En la siguiente tabla vemos el balance hídrico, cuenca por cuenca, subterránea, y con los usuarios significativos del acuífero, tanto lo que usa OSSE para agua potable, como los otros fines (campo, industrias y los comercios).

VERTIENTE NORTE												
CUENCAS HIDROLOGICAS		RECARGA GLOBAL (en m3)		RIEGO SUPLEMENTARIO		EXPLORACION O.S.S.E.		RESERVAS DISPONIBLES (mm/año)				
DENOMINACION	AREA	INFILTRACIONES (mm/año)		REQUERIMIENTOS ANUALES				160		180		
	(en Km2)	160	180	AREA (en Km2)	m3/año	m3/año	m3/día	m3/año	m3/día	m3/año	m3/día	
Los Patos + Camet	115	18.420.256	20.722.788	16.00	2.040.000	13.982.400	38.308	2.397.856	6.569	287.862	4.700.388	12.878
Seco + El Casal	188	30.111.201	33.875.102	19.00	2.422.500	24.575.400	67.330	3.113.301	8.530		6.877.202	18.842
Los Cueros	203	32.458.708	36.516.046	1.00	127.500	23.773.800	65.134	8.557.408	23.445		12.614.746	34.561
La Tapera (N)	10	1.600.000	1.800.000	0.10	12.750	1.584.000	4.340	3.250	9		203.250	557
Vivoratá	490	78.369.389	88.165.562	3.00	382.500	4.380.000	12.000	73.606.889	201.663		83.403.062	228.502
Los Huesos	145	23.178.400	26.075.700	11.04	1.407.360	4.380.000	12.000	17.391.040	47.647		20.288.340	55.584
TOTAL	1.151	184.137.954	207.155.198	50.14	6.392.610	72.675.600	199.111	105.069.743	287.862	287.862	128.086.988	350.923
La Trinidad	588	94.080.000	105.840.000	50.14	6.392.610	72.675.600	199.111	15.011.790	41.128		26.771.790	73.347

Tabla 1

En Tabla 1 podemos observar que este balance hídrico es positivo en el PDGS, hoy en azul lo que en algún momento estuvo todo en rojo (déficit). Dentro del balance se incluyen dos escenarios de CC. Particularmente, en la tabla hay dos columnas, una que es para 160 mm, que en ese momento correspondía al escenario A1B del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), y la otra, de 180 mm, que pertenecía al escenario A2. Con esos dos escenarios evaluamos la forma de obtener un balance hidrológico positivo, pero a prueba del clima, siempre con la condición de monitorear el sudeste de la provincia de Buenos Aires respecto de la Niña, que genera problemas de sequía. A su vez, la empresa tiene el servicio de pluviales, por lo tanto, el Niño genera otro tipo de problemas que no los vamos a presentar en este artículo.

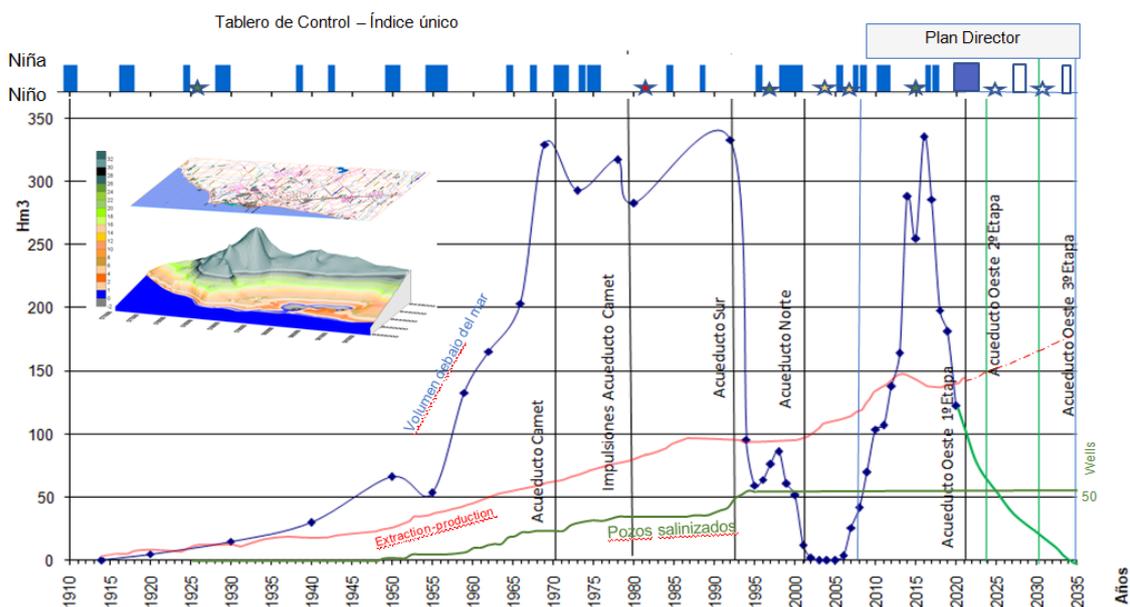


Figura 2

En figura 2 se gráfica cómo funciona el sistema con un índice único y en un Tablero de Control donde se representa el tiempo en abscisas y en ordenadas las variables significativas (Hm^3) la variación de la extracción (rojo), el volumen debajo el nivel del mar (VDNM) que representa el déficit y los pozos salinizados (ordenadas a la derecha), desde el año 1914 cuando se inició la explotación del recurso hídrico hasta la fecha, con los altibajos que se pueden observar, de acuerdo a los fenómenos del Niña representados por las barritas azules, o del Niño, caracterizados por las estrellas (parte superior del gráfico). En particular, podemos observar que en el último tiempo hubo tres Niñas seguidas. En líneas verticales, se observa cada uno de los acueductos que se fueron realizando para solucionar temporalmente este déficit. Pese a que la producción (línea roja) aumenta constantemente, en consonancia con el PDGS para alcanzar la Universalización del Servicio, la línea azul (VDNM) se continúa con la línea verde hasta tender a cero en el año 2035 debido a las obras del PDGS y su consecuente estrategia de explotación.

En la siguiente imagen (fig. 3) podemos observar las obras necesarias para que el manejo de cuencas a través del Sistema Acueducto Oeste (SAO) sea efectivo, el cual fue diseñado para adaptarse y mitigar los efectos del cambio climático.

Manejo de cuencas – Acueductos

West Aqueduct

Stage	Wells	%	Status
I	26	36	operating
II	19	26	in progress
III	28	38	projected

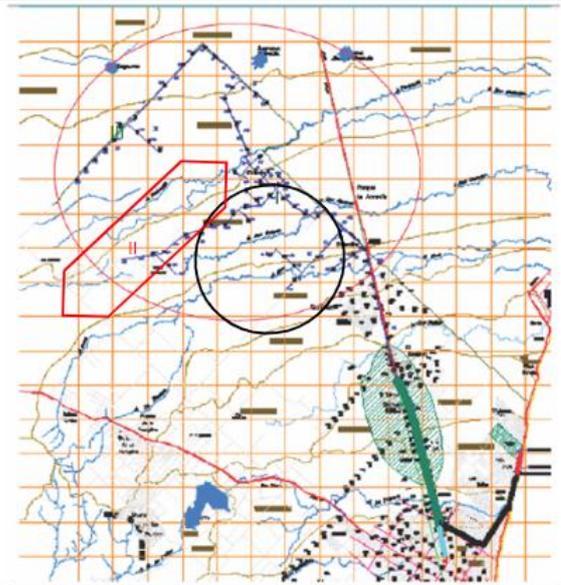


Figura 3

El SAO I se ejecutó entre los años 2019-2021 a través de un crédito PAYs del BID y a través del ENOHS con 26 pozos que están operando totalmente. Mientras esto sucede, en la zona verde, que es la más baja del acuífero, se suspende la extracción en invierno para permitir elevar los niveles y compensar las diferencias del balance. Ciertamente, en verano Mar del Plata recibe hasta 3.000.000 de turistas, así que por lo tanto, en esa estación está todas las perforaciones en funcionamiento.

La segunda etapa del SAO fue presentada ante el BID Y ENOHS como plan PAYs y luego pasó al plan PROARSA. Está en ejecución y podrá aportar el 26% del total del proyecto. Luego, la tercera etapa, que está en azul, en el norte, se va a realizar desde el año 2028 al 2035.

En la figura 4 podemos visualizar las distintas acciones que se llevan a cabo para lograr los preceptos del PDGS:

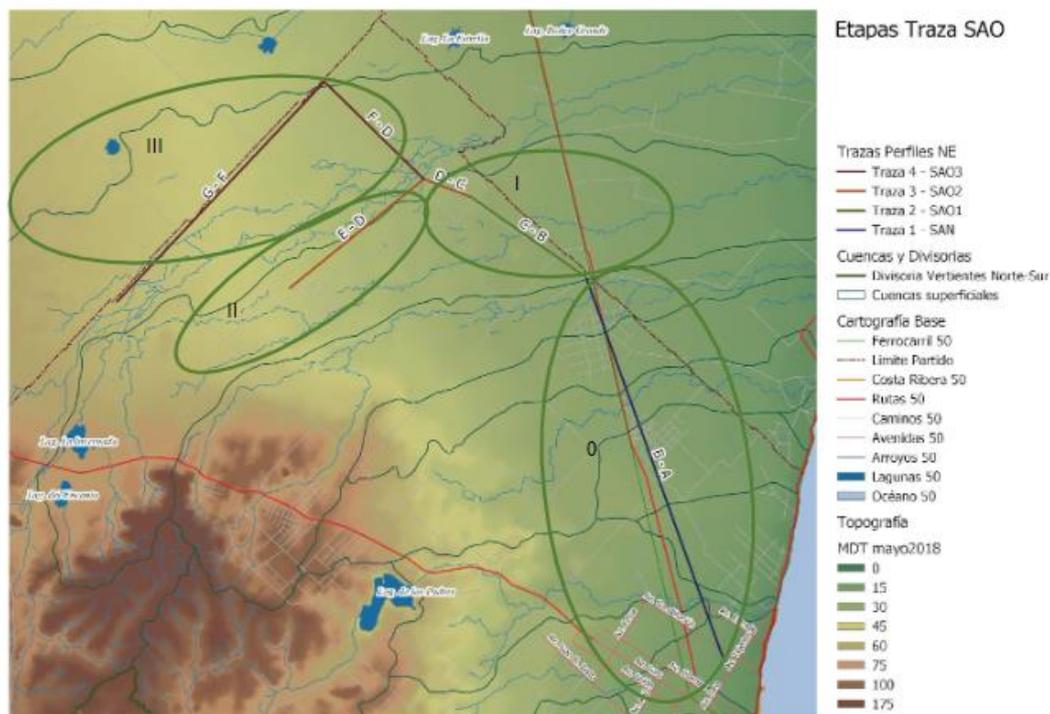


Figura 4

La zona cero es de remediación; la I está en producción; la II en ejecución; y la III está proyectada a futuro. La estrategia es pasar desde la derecha abajo siguiendo la línea hacia la zona tres que está a la izquierda-arriba siempre bajo la premisa de ir tendiendo a extraer en áreas más elevadas.

En fig. 5, a la derecha-arriba podemos ver en el esquema tridimensional, la traza ABC, donde se han volcado los resultados de la modelación matemática para los años 2022 a 2029 con el escenario RCP 8.5 del IPCC,

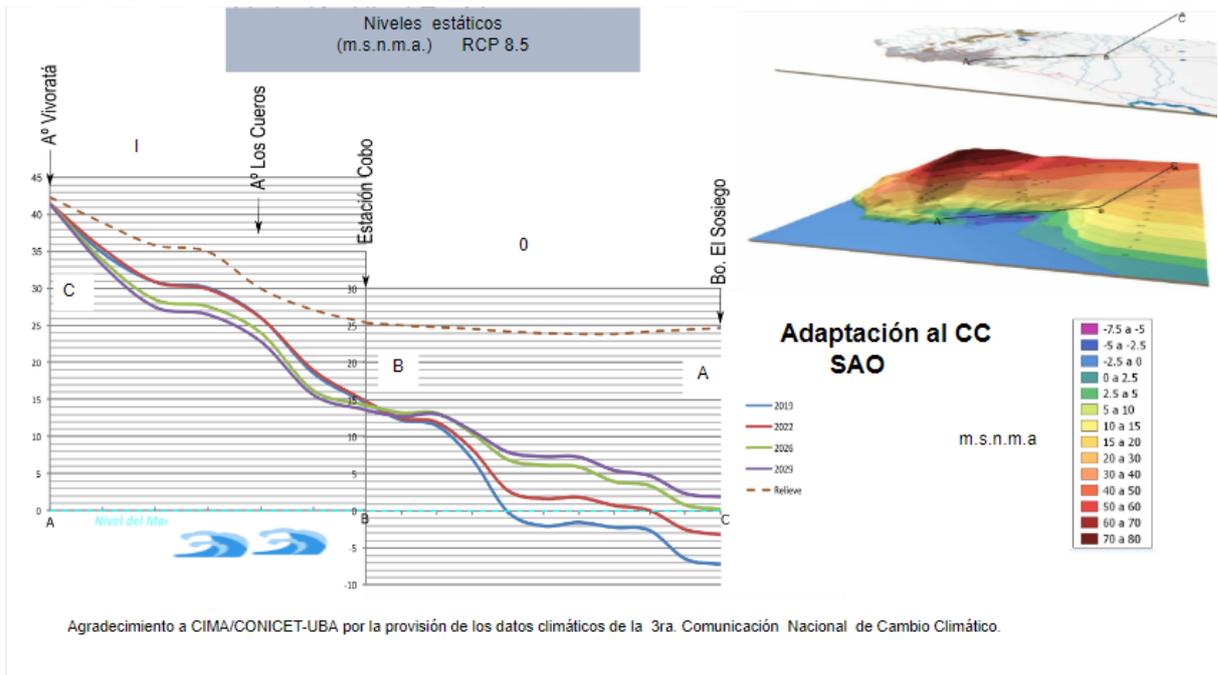


Figura 5

En los años 2019 y 2022 se verificó que en el tramo AB de recuperación (líneas azul y roja) están debajo del nivel del mar, mientras que el tramo BC (SAO) estamos con una importante revancha frente al mar. Podemos observar que la zona cero, en el año 2019, pre pandemia, tenía el 25% arriba del nivel del mar, mientras que actualmente, en el año en curso, solamente un tercio está debajo del nivel del mar. Esto nos da a entender que, de acuerdo a la modelación que hemos hecho, con el nuevo escenario del IPCC, obtendremos valores positivos para el 2026 y dos metros arriba del nivel del mar para el año 2029.

Estas medidas de adaptación se podrá realizar con la incorporación de nuevas perforaciones del SAO II y III. En el grafico superior estamos a 40 m.s.n.m, mientras que, en el inferior, a 50 m.s.n.m. A la derecha-arriba podemos observar el plan para realizar hasta el 2035. (fig. 6)

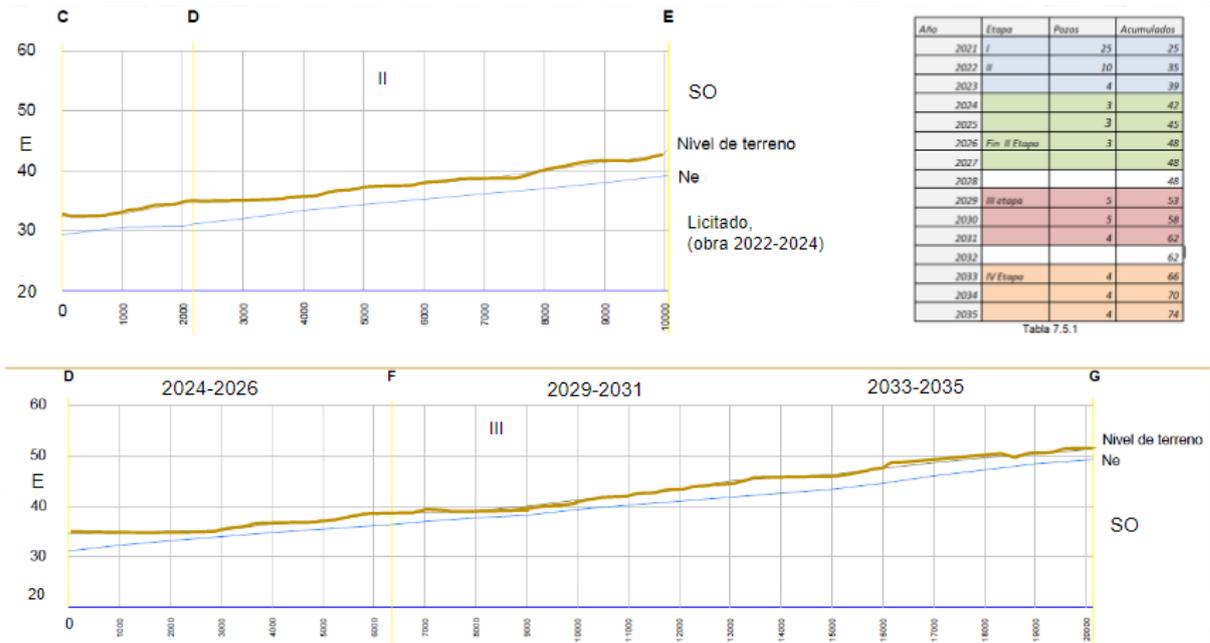


Figura 6

En imagen 7 se presentan algunas fotos de la obras del SAO I. Se observa la ejecución de perforaciones, excavación e instalación del acueducto, enlace con las instalaciones existentes en 1.5 m de diámetro con el auxilio de buzos en la imagen a la derecha. Fue realizado con una complicación bastante importante ya que la obra tuvo que atravesar la Autovía dos, cruce de vías, arroyos, etc., así como la ejecución de las instalaciones eléctricas de alimentación tornándola en una obra interesante y completa.



SAO I Etapa

Imagen 7

Planificación a futuro

Por último, la planificación futura es continuar con el PDGS que fue actualizado en el año 2022, aumentar la resiliencia climática de la empresa para lo cual se deberá realizar la interconexión de acueductos, que se presentó recientemente en el ENOHSA para su financiamiento.

Se proseguirá con el método actual de no bombeo durante el invierno en las zonas deprimidas y establecer la redundancia de las fuentes de energía eléctrica, ya que todo este sistema tiene un cableado propia con sus subestaciones con servicio dedicado a los acueductos.

El sistema está operado por telemetría y a futuro pretendemos hacerlo con inteligencia artificial.

Dentro del PDG se encuentra el uso de energías renovables, el cual se encuentra ejecutado desde hace bastante tiempo, parcialmente ejecutado y a la espera de financiamiento verde para su prosecución.

Bibliografía

Plan Director de Gestión Sustentable del Recurso Agua Subterránea Anexo I Parte documentación técnica del Sistema Acueducto Oeste OSSE Mar del Plata, 2010. Presentación Plan PAYS - BID-ENOHSA.

Cionchi J., Mérida L., e I. Redín “La explotación racional de los recursos hídricos subterráneos: El caso de Obras Sanitarias Mar del Plata S.E.”, Obras Sanitarias S.E., Partido de General Pueyrredón, Buenos Aires, Argentina. 2000.

Mérida, L.A. “La evolución de la intrusión salina en el acuífero marplatense”, OSSE Mar del Plata, 58 pp. 2001.

Mérida, L.A. “*La evolución de la intrusión salina en el acuífero marplatense. Ejemplo de una Gestión Sustentable, OSSE*”, 10 pp. XXXII Congreso Asociación Internacional de Hidrogeólogos y VI de la Asociación Latinoamericana de hidrología subterránea. 2002.

Mérida, L.A.; Molinari, A., y M. Sanoner. “Las aguas subterráneas y el cambio climático en las ciudades de Buenos Aires y Mar del Plata”. Decima Conferencia de Partes de la Convención de las Naciones Unidas acerca del Cambio Climático (COP10), Buenos Aires, 2004.

Mérida, L. A. “La Gestión Sustentable y la Aplicación de las Energías Renovables en una Empresa de Servicios Sanitarios. El caso de OSSE”. Fundación Universitaria Iberoamericana Universidad de León, España. 2009

Plan de acción Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles ICES-BID, 2012

Mérida, L. A. “La Resiliencia en los Recursos Hídricos Subterráneas del Partido de Gral. Pueyrredon”. Los Efectos de El Niño y el Cambio Climático, OSSE. 2014.

Berzosa , J; Vilandés, M; Clarens, F; Mérida, L; Massone, H. Martinez, D. “Análisis del ciclo de vida como herramienta para la priorización de acciones para adaptarse al Cambio Climático y

mitigar el efecto de la intrusión marina. Caso de Estudio del Acueducto Oeste, Mar del Plata, Argentina". WaterClima-LAC Comunidad Europea. PB Nº 14 2018.