

Instituto del Conurbano Área Ecología Tesina de Licenciatura Ecología Urbana

EXPLOTACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO POR ACTIVIDADES INDUSTRIALES

CASO DE ESTUDIO: PARQUE INDUSTRIAL PILAR



Abreviaturas

AdA: Autoridad del Agua

Aº: Arroyo

AySA: Agua y Saneamientos Argentinos S.A.

CARBAP: Confederación de Asociaciones Rurales de Buenos Aires y La Pampa

CEPIP: Cámara Empresaria del Parque Industrial Pilar

CIIU: Código de Identificación Industrial Único

DBO: Demanda Biológica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

EASNE: Estudio de Aguas Subterráneas del Nor-Este de la Provincia de Buenos

Aires

FAO: Food and Agriculture Organization (en español: Organización de las

Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)

ICO: Instituto del Conurbano

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IGM: Instituto Geográfico Militar

IGN: Instituto Geográfico Nacional

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

k: Coeficiente de permeabilidad

 ${
m m^3/mes}$: metros cúbicos por mes

mbbp: metros bajo boca de pozo

Mg: Magister

msnm: metros sobre el nivel del mar

N: Norte

NE: Noreste

NF: Nivel freático

NO: Noroeste

NP: Nivel piezométrico

OPDS: Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible

OSN: Obras Sanitarias de la Nación

PICT: Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica

PIP: Parque Industrial de Pilar

RMBA: Región Metropolitana de Buenos Aires

s: coeficiente de almacenamiento

S: Sur

SE: Sudeste

SIG: Sistemas de Información Geográfica

SO: Suroeste

SPAR: Servicio Provincial de Agua Rural

tn: Toneladas

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (en español: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)

UNGS: Universidad Nacional de General Sarmiento

ZNS: Zona no saturada

ZS: Zona saturada

Agradecimientos

Este trabajo marca el cierre de una etapa muy valiosa en mi vida, a lo largo de mi paso por la Universidad Nacional de General Sarmiento he conocido a personas extraordinarias (compañeros y profesores) que me han brindado momentos de alegría al igual que me acompañaron y me ayudaron a afrontar momentos difíciles.

Siendo que el camino fue largo son muchas personas a las que les debo dar las gracias...

A mi familia por acompañarme en este proceso soportando mis alegrías y malhumores, por dejarme convertir la casa en el lugar obligado para juntarnos a estudiar con los diferentes compañeros de cursada,

A mis *amigas* que me acompañaron en esta aventura que significó la Universidad entendiendo mis ausencias y mis malos momentos,

A *Ana* e *Irene* por aceptar la dirección de esta tesina, por todo lo que me enseñaron y, en especial, por la paciencia y buena onda que siempre tuvieron para conmigo,

A Griselda, por transmitirme la pasión por la Ecología,

A todos los *profesores* y *profesoras* por la calidez con el que llevan adelante cada clase dejando en los estudiantes algo más que la enseñanza de una asignatura,

A la *Universidad Nacional de General Sarmient*o, por brindar una educación pública de excelencia,

A todos los que de alguna manera me ayudaron en la realización de esta tesina,

Y para finalizar GRACIAS a aquellos que hicieron posible y hermosa esta experiencia, a mis *compañeros de cursada* (con quienes compartí más de 12 horas diarias entre estudio, cursadas, charlas y salidas), gracias por su amistad y alegría, dos cosas fundamentales para llegar a esta instancia colmada de buenos recuerdos.

_	lice revia	ıturas	1		
Ag	rade	cimientos	3		
1.	Intr	oducción	5		
2.	Hip	ótesis de trabajo y objetivos	7		
3.	Ма	rco teórico y conceptual	8		
3	3.1.	Agua subterránea	8		
3	3.2.	El ciclo hidrológico	11		
4.	Ant	ecedentes de investigación	. 13		
5.	Áre	ea de estudio	. 15		
5	5.1.	Consideraciones generales de la Cuenca del Río Luján	15		
5	5.2.	Clima	17		
5	5.3.	Hidrografía	18		
5	5.4.	Hidrogeología: acuíferos Pampeano y Puelche	20		
5	5.5.	Recurso agua subterránea en la zona de estudio	22		
5.6. Configuración territorial del Partido del Pilar		24			
5	5.7.	Parque Industrial Pilar	28		
6.	Asp	pectos legales	. 30		
	6.1. subte	Legislación de la Provincia de Buenos Aires aplicable a los recursos hídricos rráneos	31		
6	5.2.	Ley N° 12.257 – Código de Aguas	33		
7.	Me	todología	. 34		
8.	. Resultados y discusiones3				
9.	9. Consideraciones finales4				
10.	Bib	liografía	. 48		

1. Introducción

El agua es un elemento fundamental para la vida es por ello que su presencia es esencial tanto para los ecosistemas como para el desarrollo de las sociedades.

El agua utilizada por el hombre para cubrir necesidades básicas y actividades productivas es dulce; por lo que resulta pertinente tener en cuenta que de la totalidad de agua disponible en el planeta, el 97,6% corresponde a agua salada, mientras que el resto (2,4%) a agua dulce; esta última se distribuye aproximadamente de la siguiente manera: el 1,9 % almacenada en los casquetes polares, el 0,48 % es agua subterránea y el 0,02 % representa los cursos superficiales.

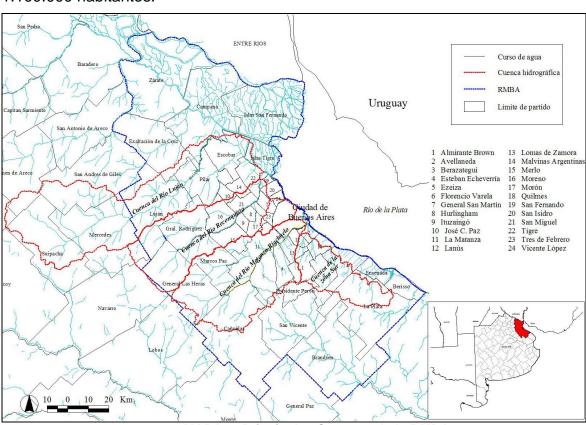
Con el creciente aumento poblacional a nivel mundial se acrecienta la demanda de agua para la producción tanto agrícola como industrial reduciendo la disponibilidad de agua para consumo. Según estimaciones en Argentina, el agua dulce que se utiliza para actividades agropecuarias corresponde a un 74 %, para producción industrial un 9,5 % y con fines de abastecimiento humano en un 16 %¹.

Como se expuso en los párrafos precedentes, el agua dulce es un recurso multifuncional y a su vez escaso dado que no se lo gestiona integralmente. Esto genera una tensión entre sectores que hacen diferentes usos del recurso en una porción del territorio, tal es el caso que se evidencia en la zona periurbana del Conurbano Bonaerense, en particular de la Cuenca del Río Luján.

En la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA), la Cuenca del Río Luján constituye, junto con la del Reconquista y Matanza – Riachuelo, una de las tres grandes cuencas de la Región (**Mapa 1**). Nace en la Pampa Ondulada, en el Partido de Suipacha, y recorre áreas de uso agrícola y ganadero extensivo; tres ciudades intermedias (Suipacha, Mercedes y Luján); luego bordea el periurbano bonaerense y la RMBA, atravesando áreas urbanas que interactúan fuertemente con el recurso hídrico. Dentro de sus 3000 km² se distinguen diferentes patrones de desarrollo urbano: se observa una tensión urbano-rural a causa del avance de la ciudad sobre los sectores productivos a lo largo de toda la extensión de la Cuenca, situación que debe ser considerada al momento de definir estrategias de planificación sobre el territorio. La Cuenca del Río Luján abarca los partidos de Suipacha, Mercedes, Luján, Gral. M. Rodríguez, Exaltación de la Cruz, San Andrés de Giles, Campana, Pilar, Escobar, Moreno, Tigre, Malvinas Argentinas,

_

¹ FAO, 2010.



José C. Paz y San Fernando; sumando un conjunto de aproximadamente 1.100.000 habitantes.

MAPA 1: Principales Cuencas de la RMBA Fuente: Herrero y Fernández, 2008

Este trabajo forma parte del proyecto "Problemática Ambiental de la Cuenca del Río Luján. Manejo y Gestión del recurso hídrico"², orientado al estudio de la sustentabilidad ambiental de la Cuenca en función del estado del recurso en el marco de sus características naturales, de las formas de uso (productivo, doméstico) y de la estructura y lógica de su gestión.

El Parque Industrial Pilar (PIP) se localiza en la Cuenca del Río Luján y es el parque industrial privado más grande de Sudamérica, contando en la actualidad con 191 empresas de las cuales 165 llevan adelante diversos procesos productivos y el resto actividades de prestación de servicios.

El presente trabajo analiza el impacto de los procesos productivos de las industrias allí instaladas sobre la dinámica hidrogeológica de la Cuenca. Asimismo se propone transferir los resultados a los actores que intervienen en la gestión del

Tesina de Licenciatura en Ecología Urbana Luisina Molina

² Dirigido por la Mg. María Di Pace y llevado a cabo por investigadores docentes del Instituto del Conurbano (áreas Ecología Urbana y Administración Pública), subsidiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2004 Nº 20417).

recurso, con el fin de aportar conocimientos básicos que permitan realizar un manejo sustentable del recurso hídrico subterráneo.

De manera general se anhela que este trabajo dé cuenta sobre los impactos de la dinámica hidrogeológica que genera un parque industrial sobre una cuenca hídrica y constituya un aporte al momento de planificar la instalación de futuros parques industriales práctica que, en los últimos años ha ido en aumento en los municipios de la RMBA.

2. Hipótesis de trabajo y objetivos

Este trabajo plantea como **hipótesis** que la demanda de agua subterránea por parte de las industrias localizadas en el PIP alteran fuertemente la hidrodinámica de la Cuenca del Río Luján y comprometen la productividad del Acuífero Puelche, el cual no únicamente abastece de agua el sector industrial, sino también al resto de la población lindante, quienes utilizan el agua para la producción hortícola, consumo humano y otros usos.

Como se mencionó en la introducción este trabajo tiene como **objetivo general** determinar el impacto generado por el PIP sobre el recurso hídrico subterráneo teniendo en cuenta los procesos productivos que las industrias realizan.

De acuerdo a ello se abordan los siguientes **objetivos específicos**:

- Analizar la dinámica hidrológica subterránea;
- Evaluar el impacto de la explotación del recurso hídrico por parte de las industrias localizadas en el PIP;
- Establecer estrategias para que las industrias puedan realizar un manejo sustentable del recurso hídrico subterráneo, y
- Transferir resultados a la Cámara Empresaria del Parque (CEPIP), al Municipio del Pilar y a la Autoridad del Agua Provincial (AdA).

3. Marco teórico y conceptual Agua subterránea

Los acuíferos³ son unidades geológicas capaces de almacenar y transportar agua la cual se encuentra entre los espacios vacíos en una zona denominada saturada. Estos reservorios posibilitan la extracción de cantidades significativas de agua a través de perforaciones.

La capacidad de almacenamiento de los acuíferos depende exclusivamente de la *porosidad* (relación entre el volumen de los huecos y el volumen total de la muestra) mientras que la circulación está sujeta a la *permeabilidad* (resistencia que le ofrece el suelo o roca al pasaje del agua). Estas dos propiedades son las características más importantes de los acuíferos.

El agua en los acuíferos fluye muy lentamente, desde las zonas de recarga a las zonas de descarga naturales (ríos, mar) o artificiales (pozos, galerías) y lo hace según la dirección del gradiente hidráulico.

Los acuíferos pueden clasificarse de diversas formas, pero una de la más frecuente es hacerla sobre la base de su presión hidrostática:

- Acuífero libre, no confinado o freático;
- Acuífero confinado o cautivo o a presión;
- Acuífero semiconfinado o semicautivo o filtrante.

Acuífero libre, no confinado o freático: es una estructura geológica permeable saturada de agua (ZS) hasta cierto nivel freático (NF), por encima del cual existe una franja de terreno permeable no saturada (ZNS), a través de la cual circula el agua de recarga. El NF conforma el techo del acuífero, mientras que el piso está formado por unidades de baja permeabilidad. El agua contenida en la ZS está en contacto directo con el aire y por lo tanto, a presión atmosférica. Al realizar una perforación para captar agua, ésta ascenderá por dentro del pozo hasta el nivel que tiene el acuífero (NF). Esta superficie libre de agua, se halla a presión atmosférica, limitando la ZS con la ZNS⁴ (**Gráfico 1**). El descenso del nivel freático produce un vaciado de poros entre los materiales que lo forman.

Tesina de Licenciatura en Ecología Urbana Luisina Molina

³ Del latín: acqua (agua), fero (llevar).

⁴ En la ZNS coexisten los tres estados de la materia: sólido (clastos), líquido (agua) y gaseoso (aire). De esta capa no se puede extraer agua mediante perforaciones debido a que el agua está adherida al sólido, la tensión superficial es muy fuerte, mayor que la fuerza gravitatoria. En la ZS sólo están presentes los estados sólido y líquido.

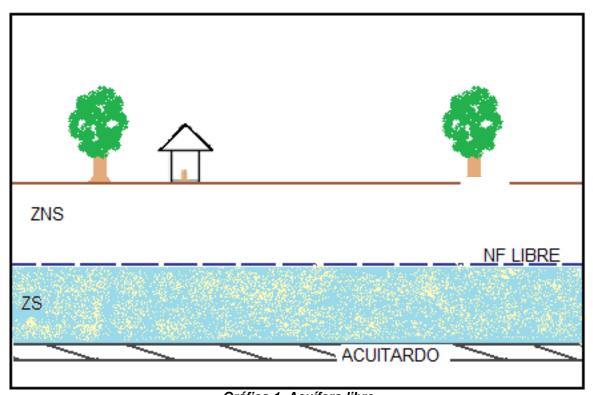


Gráfico 1. Acuífero libre
Nota: NF: nivel freático; ZNS: zona no saturada; ZS: zona saturada.
Fuente: Elaboración propia

Acuífero confinado, cautivo o artesiano: en la parte superior se encuentra limitado por una capa "confinante" de baja permeabilidad (acuicludo⁵) tanto en su techo como en su piso de manera que a nivel de su techo la presión es superior a la atmosférica. Durante la perforación, al atravesar el techo, se produce un ascenso rápido del agua hasta estabilizase en una determinada posición denominada nivel piezométrico (NP)⁶; cuando éste se encuentra sobre la superficie del terreno, el agua brota por la boca de captación formando lo que se conoce como pozo artesiano o surgente. En este tipo de acuífero el espesor permanece saturado de agua y por lo tanto se mantiene constante aún durante el bombeo (**Gráfico 2**).

⁵ Del latín: *acqua* (agua) y *cludere* (cerrar)

⁶ Nivel piezométrico: superficie freática virtual. Es el nivel al que asciende el agua al realizar una perforación en un acuífero confinado o semiconfinado.

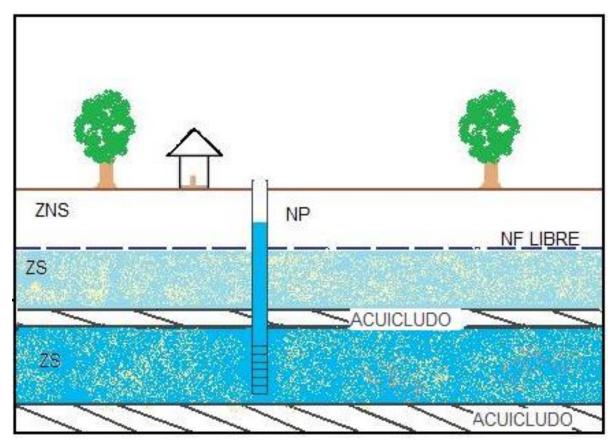


Gráfico 2. Acuífero confinado o cautivo
Nota: **NP**: nivel piezométrico; **ZS**: zona saturada; **ZNS**: zona no saturada
Fuente: Elaboración propia

En este tipo de acuíferos, un descenso del nivel de agua manifiesta un descenso de presión, por lo que el aporte de agua es debido al volumen adicional por descompresión de la misma, más el aportado por la compresión de los huecos o espacios intergranulares (Batista Piera, 2002).

Acuífero semiconfinado o filtrante. Posee características intermedias entre las de uno libre y otro confinado. El techo, el piso o ambos están formados por capas de baja permeabilidad (acuitardos)⁷, que si bien dificultan no impiden la circulación vertical del agua. Para que dicha circulación ocurra, además de la permeabilidad deben existir diferencias de carga o potencial hidráulico⁸ entre este acuífero y otro superior o inferior (**Gráfico 3**).

Tesina de Licenciatura en Ecología Urbana Luisina Molina

⁷ Acuitardo: del latín *acqua tardare*: retardar el agua.

⁸ Potencial hidráulico: energía que tiene el agua en un punto con referencia a un plano (en este trabajo se adopta el cero del Instituto Geográfico Militar – IGM-).

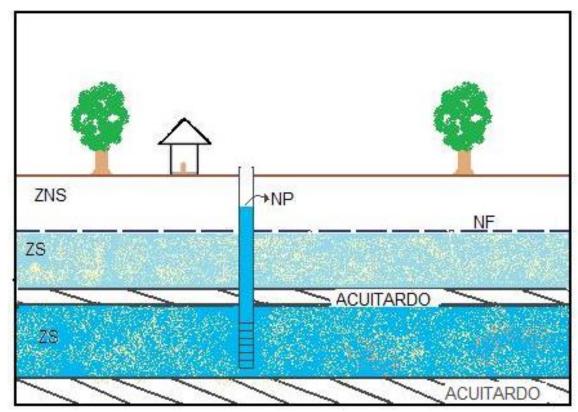


Gráfico 3. Acuífero semiconfinado

Nota: NP: nivel piezométrico; ZS: zona saturada

Fuente: Elaboración propia

En el área de estudio se presentan los tres tipos de acuíferos, se encuentran conforme incrementa la profundidad. El primero es el libre contenido en los Sedimentos Pampeanos (Acuífero Pampeano), le sigue el semiconfinado contenido en las Arenas Puelches (Acuífero Puelche) y subyace a éste un acuífero confinado contenido en las Arenas de la Formación Paraná (Acuífero Paraná). Este trabajo se focalizará en los dos primeros acuíferos mencionados.

3.2. El ciclo hidrológico

El agua almacenada en los acuíferos responde a un ciclo dinámico, se mueve en la naturaleza según una secuencia de procesos físicos que constituyen el ciclo hidrológico. La importancia de su análisis radica en que el agua, en cada etapa del ciclo, se relaciona con los elementos de su entorno por lo que las modificaciones antrópicas que sucedan en el ambiente pueden alterar distintos componentes con la consecuente afección de los recursos hídricos. También es importante conocer la dinámica del ciclo hidrológico al momento de decidir de qué manera se aprovechará el recurso hídrico de forma tal que su gestión sea

sustentable, es decir que la cantidad de agua extraída no supere la tasa de recarga del acuífero.

Los procesos básicos que incluye el ciclo hidrológico son: precipitación, evapotranspiración, infiltración y escorrentía (**Gráfico 4**).

La evapotranspiración es la resultante del proceso físico de evaporación, en dónde la energía solar evapora el agua de la superficie terrestre y en masas de agua, y de un proceso biológico como lo es la transpiración de los seres vivos. Este agua se encuentra en forma de vapor en la atmósfera y dadas determinadas condiciones se condensa y precipita en forma líquida o sólida. Parte de esa precipitación se infiltra en el suelo, desde donde se vuelve a evapotranspirar o percola en el subsuelo, mientras que otra parte escurre superficialmente por la red de drenaje (escorrentía superficial directa⁹) hasta alcanzar la red fluvial. El proceso de escurrimiento superficial ocurre cuando la cantidad de agua precipitada excede la velocidad de infiltración o cuando la capacidad de almacenamiento de los reservorios subterráneos está colmada.

Por su parte el agua que se infiltra en el subsuelo y que no se evapotranspira, se acumula en los acuíferos. El agua presente en el subsuelo que fluye lentamente hacia la red fluvial se denomina escorrentía subterránea y es un aporte significativo para los cursos de agua de la región aquí estudiada.

De este modo el ciclo hidrológico forma parte de un proceso continuo donde el agua circula y cambia de estado; este proceso es irregular tanto en espacio como en tiempo, por lo tanto, puede ocurrir que en una determinada cuenca durante un período prolongado no llueva y sólo se produzca evapotranspiración, mientras que en otra región las precipitaciones sean copiosas.

Tesina de Licenciatura en Ecología Urbana Luisina Molina

⁹ Se lo denomina así para significar que no existe retardo por almacenamiento temporario en el subsuelo.

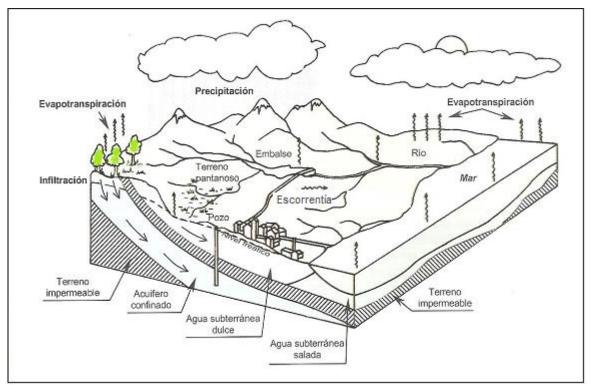


Gráfico 4: Flujos del ciclo hidrológico Fuente: FCIHS, 2009

El relieve del terreno condiciona el escurrimiento del agua proveniente de las precipitaciones hacia los cursos de agua superficiales. Estas áreas determinadas por las cotas más altas de los terrenos que condicionan al agua proveniente de las lluvias a dirigirse a un curso principal se las denomina *cuencas hidrográficas*.

En el presente caso de estudio el agua subterránea circula con la misma dirección que las aguas superficiales, con excepción de fenómenos derivados de una distorsión en el flujo subterráneo debido a intensas explotaciones de los acuíferos. Esta independencia hídrica con respecto a los territorios vecinos es lo que hace a las cuencas hidrográficas muy adecuadas como unidades territoriales para la gestión de los recursos hídricos.

El conocer la dinámica del ciclo hidrológico es fundamental ya que constituye el ingreso del agua en los acuíferos y su posterior circulación en ellos así como también condiciona los fenómenos que puedan ocurrir en su interior.

4. Antecedentes de investigación

Si bien existen diversos estudios relacionados con la Cuenca del Río Luján en diferentes tramos y municipios que la conforman, predominan, por un lado, los que caracterizan y describen al curso de agua superficial principal y por otro los que dan cuenta de la calidad de los acuíferos. Asimismo no hay antecedentes que abarquen a la Cuenca en su totalidad.

Para la realización de este trabajo se indagó sobre la bibliografía existente en relación a la cantidad de agua almacenada en los acuíferos que proveen del recurso a las diversas actividades humanas así como también acerca de su dinámica. Puede decirse al respecto que la bibliografía a la que se hace referencia es escasa a pesar de ser ésta de suma importancia al momento de planificar tanto a nivel municipal como regional, entendiéndose por este último la toma de decisiones a nivel de cuenca hídrica.

El Proyecto¹⁰ en el que se inscribe este trabajo aborda integralmente el estado y dinámica del recurso hídrico de la Cuenca. Vinculado con el agua superficial se obtuvieron datos de calidad de agua¹¹ y caudal en 17 sitios de muestreo, mientras que para el agua subterránea se midieron niveles freatimétricos, piezométricos y calidad a una escala semiregional constituyéndose en 35 mediciones al Pampeano y 35 al Puelche.

Al respecto se encontró bibliografía que responde a una escala Regional es el caso del "Estudio de Aguas Subterráneas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires" (EASNE, 1972). Este estudio surge de un convenio del Consejo Federal de Inversiones y la Provincia de Buenos Aires en el año 1967 mediante la creación del Comité de Estudios de Aguas Subterráneas del Nor-Este, con el objetivo de evaluar el recurso hídrico subterráneo en el mencionado sector de la Provincia. Sin embargo este estudio no arroja datos significativos acerca de la situación del Acuífero Puelche en la Cuenca del Río Luján debido a que al momento del estudio, sólo se contó con una perforación al Acuífero Puelche en la zona de Escobar.

En particular, respecto a la caracterización del agua subterránea en torno al PIP se ha recopilado información previa a la construcción de dicho Parque; a fines de la década del '70 el Ing. Civil y Geofísico, Nobel Muñoz, realizó un estudio de los acuíferos que subyacerían y proveerían de agua al ambicioso parque industrial que se proyectaba construir.

Este estudio caracteriza a ambos acuíferos concluyendo que el Pampeano no tiene una importancia económica debido a su "pobre rendimiento y probabilidad

¹⁰ Ver nota al pie N° 2.

Parámetros medidos en <u>agua superficial</u>: *in situ*: oxígeno disuelto, conductividad, pH, sólidos totales disueltos, transparencia; en laboratorio: arsénico, plomo, mercurio, cloruros, nitrógeno amoniacal, zinc, cromo total, zinc, cobre, fenoles, surfactantes, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅), nitratos, fósforo total, coliformes totales, *Escherichia coli*. En agua subterránea: cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, sodio, potasio, calcio, magnesio, arsénico, nitratos, coliformes totales y *Escherichia coli*.

de contaminación bacteriana", mientras que el Puelche presentaba "características favorables en lo referente a su calidad y riqueza hídrica", con tasas de extracción que rondaban entre los 80 y 120m³/h. No obstante el estudio recomienda no hacer extracciones que superen los 100m³/h advirtiendo los riesgos de disminución de las reservas que ello conllevaría. Para realizar esta recomendación en reiteradas oportunidades se hace referencia a lo ocurrido por aquellos años en la zona sur de la Ciudad de Buenos Aires donde muchas industrias cerraron o debieron trasladarse debido a la falta de agua. Otra recomendación que se destaca es la distancia mínima entre pozos de captación, la cual debe "ser del orden de 300 - 400 m entre sí, a fin de evitar interferencias perniciosas."

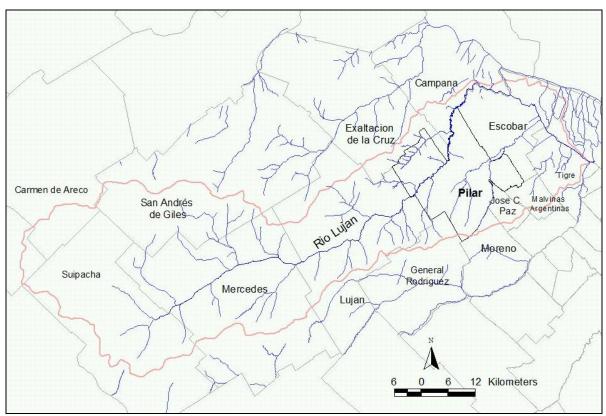
5. Área de estudio

En el presente trabajo se pretende abordar el impacto sobre el recurso hídrico subterráneo que puede estar ocasionando el PIP como consecuencia de la actividad de las industrias que en éste se llevan adelante. Para ello es necesario tener un conocimiento hídrico integral del estado de la Cuenca a la que pertenece, así como también de sus características principales. A raíz de ello es menester caracterizar la Cuenca del Río Luján para poder interpretar de una manera más adecuada las consecuencias que puede traer la actividad industrial llevada a cabo en el PIP.

5.1. Consideraciones generales de la Cuenca del Río Luján

La Cuenca del Río Luján está ubicada en el NE de la Provincia de Buenos Aires cuya extensión abarca aproximadamente 3000 km².

El cauce principal nace en el Partido de Suipacha y recorre aproximadamente 130 km en sentido SO-NE hasta su encuentro con el Delta del Paraná, en donde su curso cambia a la dirección NO-SE hasta la desembocadura en el Río de La Plata (**Mapa 2**).



Mapa 2: Cuenca Río Lujan Fuente: Elaboración propia, 2010

Los partidos que en su totalidad o parcialmente conforman la Cuenca del Río Luján son: Suipacha, Mercedes, Luján, Pilar, Exaltación de la Cruz, Campana, San Andrés de Giles, Carmen de Areco, General Rodríguez, Escobar, Moreno, Malvinas Argentinas, San Fernando y Tigre (**Mapa 2**). La población del área es de aproximadamente 1.000.000 de habitantes (Herrero y Fernández, 2008).

La complejidad de la Cuenca está dada no sólo por la cantidad de personas que en ella habitan, sino también por las variadas actividades que allí se realizan. De manera general puede mencionarse que en la cuenca alta y media se desarrollan fundamentalmente actividades vinculadas con la agricultura, mientras que en la cuenca baja la densidad poblacional aumenta considerablemente y las actividades que se llevan a cabo están relacionadas principalmente con usos urbanos y recreativos. No obstante, cabe considerar que a lo largo de la Cuenca, en especial sobre el Río Luján, los pobladores le dan un uso recreativo, particularmente en la cuenca alta donde, aunque prohibido, realizan actividades recreativas con contacto directo.

En cuanto a la instalación de industrias, si bien se localizan en toda la Cuenca, se concentran mayormente en el sector bajo. En la Cuenca se hallan, según los datos que fueron otorgados hacia fines del año 2009 por el Coordinador Ejecutivo de Fiscalización Ambiental del OPDS, 1.571 industrias. Esta distribución

obedece a la disponibilidad de tierras vacantes, redes de gas, agua y cloacas, rutas por donde transportar tanto materias primas como productos elaborados y cursos de agua donde verter efluentes líquidos. Sin embargo la disponibilidad de agua subterránea es otro factor muchas veces no contemplado debido a que la RMBA se ubica sobre acuíferos con una alta productividad.

Por esta razón es necesario discutir sobre la cantidad y la calidad del agua extraída para los diferentes usos del suelo en la Cuenca ya que cualquiera sea la actividad antrópica realizada sobre la superficie necesita de agua para subsistir.

5.2. Clima

El clima de esta zona es básicamente templado húmedo de llanura, se caracteriza por un progresivo descenso de precipitaciones de NE – SO y el correspondiente incremento de la amplitud térmica estacional. Autores como Thornthwaite y Köeppen la asocian con un tipo climático subhúmedo-húmedo y templado con lluvia todo el año.

En la zona predominan los vientos húmedos provenientes del Atlántico Sur como la Sudestada y los secos y frescos del SO como el Pampero. La velocidad media anual de los vientos fluctúa entre 9 y 12 km/hora. Las direcciones predominantes son la N y NO (Alsina *et. al*, 2007).

La humedad relativa media anual es de 76% siendo el mes de junio el de mayor humedad con 85% y los meses de enero y febrero con 66%.

La cantidad anual de lluvias es de 1.031,7mm, presentando la siguiente distribución estacional: en los meses de primavera los valores porcentuales corresponden al 30% de las precipitaciones, en verano al 33%, en otoño al 21% y en invierno al 16%. Durante todo el verano y hasta mediados del otoño, la lluvia supera a la media, ocurriendo lo contrario a fines del otoño y durante todo el invierno. De mayo a septiembre (invierno) se producen las menores precipitaciones mensuales. Como puede observarse en el **Gráfico 5**, el verano presenta los valores más altos de precipitación, siguiéndoles el otoño, la primavera y finalmente el invierno.

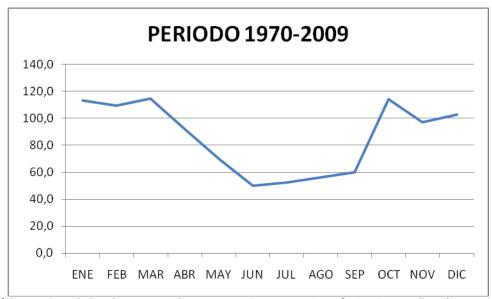


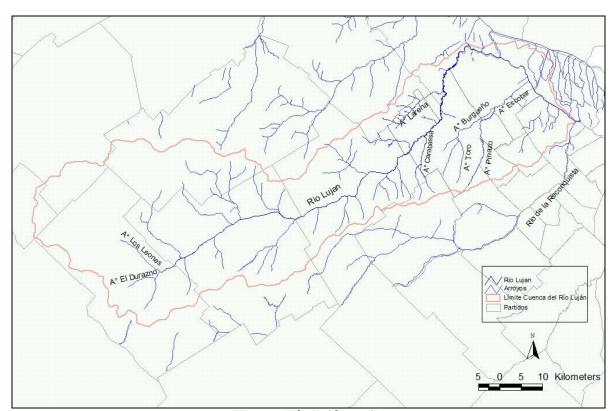
Gráfico 5: Precipitaciones medias mensuales para el período de 40 años (1970-2009)

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por la Estación Agrometeorológica del INTA Castelar

5.3. Hidrografía

El curso de agua superficial más importante del Partido del Pilar (donde se localiza el PIP) es el Río Luján, presentando un caudal medio de 5,37 m³/seg y el máximo de 400 m³/seg; nace de la confluencia de los arroyos El Durazno y Los Leones. En el Municipio su cauce se ensancha aguas abajo de la Ruta Nacional N° 8 en una gran planicie aluvial hasta adquirir un ancho de más de 4 km. Su recorrido total es de 160 km con su naciente en cota de 52 msnm y su desembocadura en el Delta del Paraná alrededor de 2,5 msnm La pendiente media es de 0,44 m por km. Sus afluentes principales son los arroyos Pinazo, Escobar y el Río Reconquista (**Mapa 3**). El Aº Pinazo hacia el S-SE, conforma el límite natural entre Pilar y los partidos de Moreno y José C Paz.

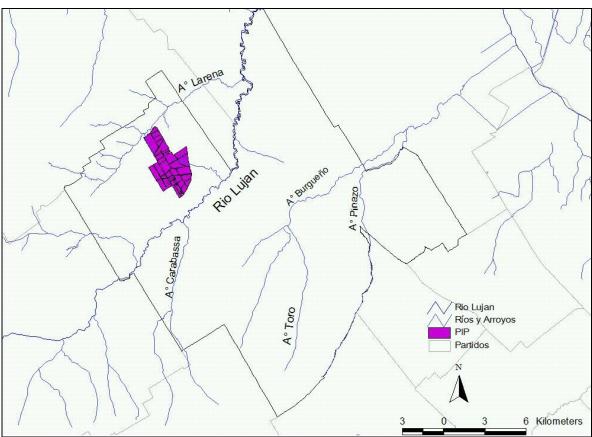
Hacia el N se evidencian arroyos como el Burgueño, el Toro, el Escobar y el Carabassa de escasos caudales que atraviesan zonas urbanas (**Mapa 3**). Sus características físicas los hacen vulnerables a los vertidos de descargas sin adecuado tratamiento previo.



Mapa 3: Río Luján y afluentes Fuente: Elaboración propia, 2010

Otro cuerpo de agua superficial de importancia para los objetivos de este trabajo es el Arroyo Larena (**Mapa 4**), localizado al NO del PIP, donde se vierten los efluentes líquidos generados por aproximadamente un tercio de las industrias allí instaladas.

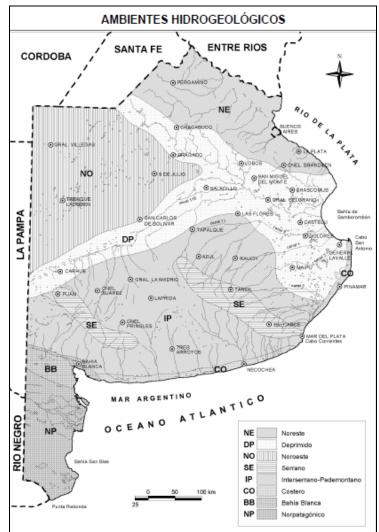
Si bien la calidad y cantidad de los efluentes vertidos es considerable e influye en la dinámica del ciclo hidrológico, no se analizará en este estudio.



Mapa 4: Cursos Superficiales Partido del Pilar Fuente: Elaboración propia, 2010

5.4. Hidrogeología: acuíferos Pampeano y Puelche

Los acuíferos Pampeano y Puelche que subyacen a la región donde se emplaza el PIP corresponden a la región NE de la Provincia de Buenos Aires (Auge, 2004). Debido a sus características morfológicas es considerado un ambiente privilegiado en la Provincia, ya que además de contar con numerosos cursos superficiales dulces y una gran riqueza de suelos presenta una importante disponibilidad de agua dulce subterránea de buena calidad (**Mapa 5**).



Mapa 5: Regiones Hidrogeológicas de la Provincia de Buenos Aires Fuente: Auge, 2004

La escasa pendiente y las características de los suelos en esta Región favorecen la infiltración, por consiguiente la recarga y suelen poseer varias capas acuíferas conectadas entre sí por distintos niveles geológicos.

Estos acuíferos son los más explotados del país e hidrogeológicamente los más complejos de estudiar, siendo de recarga vertical, es decir que se alimentan de las precipitaciones de la región, se comportan con una clara correspondencia con el ciclo hidrológico externo. Estos acuíferos alimentan los cursos fluviales de la Región ya que constituyen las zonas de descarga. El flujo subterráneo es similar al escurrimiento superficial, con un sentido desde las zonas altas (áreas de recarga) hacia los cursos superficiales (denominados ríos efluentes).

5.5. Recurso agua subterránea en la zona de estudio

En la Provincia de Buenos Aires se utiliza como insumo el agua subterránea tanto para consumo humano, para riego como para el sector industrial. La fácil extracción, la gran cantidad disponible y la buena calidad de este elemento vital hicieron que el agua subterránea se extrajera desde sus comienzos sin mayores recaudos. Sumado a esto la casi nula legislación al respecto a lo largo del tiempo conlleva a diversos problemas que en la actualidad se evidencian.

Como se comentara anteriormente, este trabajo se centra en el recurso hídrico subterráneo contenido en las unidades estratigráficas Pampeano y Arenas Puelches.

La trascendencia del Pampeano radica en que actúa como vía para la recarga y la descarga del Acuífero Puelche subyacente y también para la transferencia de las sustancias contaminantes, generadas principalmente por actividades domésticas y agrícolas, como por ejemplo los nitratos.

El recurso subterráneo más explotado de la Región es el acuífero semiconfinado Puelche, el más importante de Argentina por sus reservas, calidad, explotación actual y diversidad de usos, aunque existen otros fuera de los límites de este acuífero. Las Arenas Puelches son de origen fluvial, ocupan en forma continua unos 92.000 km² en el subsuelo del NE de la Provincia de Buenos Aires y se extienden también hacia el N en Entre Ríos y hacia el NO en Santa Fe y Córdoba (Auge *et al.*, 2002).

El Acuífero Puelche es uno de los más explotados del país, pues de éste se abastece en gran medida el Conurbano de Buenos Aires que, con aproximadamente 13 millones de habitantes, es el núcleo más densamente poblado de la Argentina. Los pozos de agua de red de las empresas prestatarias que existen captan de este acuífero (excepto en algunos casos AySA¹²), que también se aprovecha para riego y para la industria. Es muy poco lo que se conoce respecto a las unidades hidrogeológicas que subyacen a las Arenas Puelches, porque son muy escasas las perforaciones que las alcanzan o las atraviesan.

Como se mencionó anteriormente, la recarga del Acuífero Puelche es autóctona indirecta a partir del acuífero suprayacente Pampeano, a través del acuitardo. La descarga regional del Puelche ocurre hacia los sistemas fluviales Paraná - de la Plata y Salado, directamente, o por medio del caudal básico de los principales ríos y arroyos, al cual aporta el acuífero, a través del Pampeano que actúa como unidad de tránsito (Auge *et al.*, 2002).

_

¹² AySA: Agua y Saneamientos Argentinos S.A. Empresa dedicada a la provisión de agua potable y desagües cloacales a Ciudad de Buenos Aires y a 17 partidos del Conurbano Bonaerense.

Tal como lo señala Herrero (2006), el aumento poblacional e industrial de las últimas décadas acompañado por la ausencia de planificación de la urbanización y de la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento, ha deteriorado progresivamente la calidad del recurso hídrico subterráneo. En las áreas urbanas las fuentes predominantes de contaminación del agua subterránea son los basurales a cielo abierto, averías en cañerías cloacales, percolación desde los pozos ciegos, reinyección de efluentes industriales a los acuíferos, etc.

Así, la autora indica que en la década del '80, debido a la extracción intensiva de agua subterránea, se produjeron importantes fenómenos de depresión regional en las áreas más densamente pobladas; que esa sobreexplotación del Acuífero Puelche produjo efectos tan notorios como:

- inversión de la circulación del agua subterránea: naturalmente el agua escurría hacia el estuario del Río de la Plata pero, a fuerza de bombear desde el centro se había invertido dicha circulación, produciéndose el efecto contrario (el flujo subterráneo se dirigía desde la costa hacia los centros poblados del Gran Buenos Aires);
- esta inversión en la circulación subterránea del Acuífero Puelche, trajo aparejado el ingreso de agua proveniente de la planicie costera vecina al Río de la Plata, lo que produjo la salinización de numerosos pozos que debieron ser abandonados (La Plata, Quilmes, Bernal, etc.);
- agotamiento de las reservas del acuífero: esto trajo aparejado el descenso de la superficie piezométrica y consecuentemente de la superficie freática; ello obligó a profundizar las perforaciones domiciliarias para mantener la captación del Acuífero Pampeano. Además en algunos casos, la profundización del nivel piezométrico por debajo del acuitardo derivó en la transformación del Acuífero Puelche de semiconfinado a libre.

La baja del nivel del agua del acuífero respecto al nivel inicial producido por la extracción excesiva de agua genera los denominados conos de depresión o embudos hidráulicos, formados por la interferencia de pequeños conos puntuales, originados por el efecto de cada una de las obras de captación de servicios públicos, industrias y estacionalmente de los pozos para abastecer piscinas. En la actualidad, algunos conos de depresión siguen existiendo en zonas donde el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento (Berazategui, Florencio Varela), mientras que en Quilmes como en otros sitios del Conurbano Bonaerense, el reemplazo de las perforaciones por agua potabilizada del Río de la Plata y la falta de redes de evacuación cloacal, derivó en un ascenso progresivo de la superficie freática generando gravísimos problemas de deterioro ambiental por afloramiento de agua subterránea contaminada (Herrero, 2006). Como se

mencionó, son escasos los estudios que abarcan estas cuestiones; uno de los análisis más recientes sobre la hidrodinámica subterránea en la RMBA (Santa Cruz y Silva Busso, 2002) no incluyen al área de interés para este trabajo.

Los acuíferos que son sometidos durante largos periodos a ritmos de extracción muy superiores al de su recarga pueden sufrir este fenómeno de sobreexplotación, (mayor extracción de agua que la que recarga el acuífero). Por ello, es necesario estimar la recarga de los acuíferos para luego poder determinar la tasa de extracción que se podrá efectuar en el marco de una gestión sustentable del recurso.

Este fenómeno se manifiesta como consecuencia de, entre otras, la actividad industrial que consumen grandes volúmenes de agua para la producción de sus bienes.

Es por consiguiente el consumo de agua subterránea, un tema estratégico en lo que respecta a la planificación hidrológica de una región ya que el manejo inadecuado de este recurso puede ocasionar deterioro de la calidad del agua y reducir al mínimo su cantidad. Para ello es necesario un control estricto de la explotación, la previsión de futuras fuentes sustitutorias del recurso agua y de la actividad consumidora del agua.

5.6. Configuración territorial del Partido del Pilar

En la Región Metropolitana de Buenos Aires se evidencia una extensa zona de transición, donde se pone de manifiesto el paso del campo hacia la ciudad. Esta franja de características variables con gran heterogeneidad de actividades y actores, los que muchas veces presentan intereses contrapuestos, hace de este territorio un sector en constante tensión.

La diversidad de usos del suelo puede observarse con una recorrida por estos sitios o analizando una imagen aérea donde se evidencia la variedad de formas expresadas en el territorio. A esta diversidad se le suma la de los actores que conviven con culturas y hábitos diversos que complejizan aún más la realidad que se manifiesta en dicho territorio.

Esta particularidad propia del periurbano es claramente observable en el Partido del Pilar donde la variedad de usos del suelo es evidente: áreas residenciales, establecimientos industriales (incluyendo el PIP), haras, clubes de campo, barrios cerrados, emprendimientos hortícolas, reserva natural, entre otros, los cuales no se encuentran sectorizados sino, por el contrario, los diferentes usos del suelo se encuentran mezclados como puede observarse en la **Imagen 1.**



Imagen 1: Diferentes usos del suelo presentes en un sector del Partido del Pilar
Nota: hacia el S el PIP, hacia el E ciudades en conformación, hacia el NE cavas para extracción de
suelo y hacia el O zona de agricultura extensiva, entre otros usos específicos.
Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth, 2010

El Partido del Pilar ha tenido un crecimiento demográfico muy marcado en los últimos 30 años, en este período surgieron procesos importantes de urbanización como ser la creación del PIP, emprendimientos fruti-hortícolas o el *boom* de la creación de barrios cerrados. Este crecimiento es consecuente con la realización de la autopista que permite el tránsito de materias primas y mercaderías producidas para las industrias, y a aquellas personas con determinado poder adquisitivo, les permite vivir en "contacto con la naturaleza" a la vez que llegar en poco tiempo a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires donde se encuentra generalmente el lugar de trabajo de estas familias.

Según una estimación realizada por la Subsecretaría de Desarrollo Urbano de la Provincia de Buenos Aires (en Barsky y Vio, 2007), las áreas destinadas a la actividad industrial en el Partido corresponden a un poco menos del 3%, mientras que el uso destinado a la agricultura intensiva y extensiva es el dominante, alcanzando el 57% del total de su superficie, las tierras con fines de uso residencial en todas sus formas (abierta, cerrada, villas y asentamientos), abarcan alrededor del 29% y la destinada a equipamiento comercial, educativo, de salud, etc. al 1%. Se señala un porcentaje significativo (10%) que corresponde a tierra vacante (**Gráfico 6**).

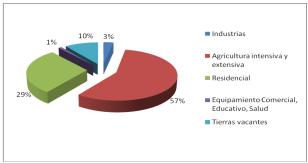


Grafico 6: Usos del Suelo en el PIP Fuente: en base a Barsky y Vio, 2007

La zonificación del Partido del Pilar es regida por la ordenanza 10/85, sin embargo, y sobre todo a partir de la década del '90, se ha aplicado de manera extensiva el recurso de las excepciones de zonificación que facilitó el desarrollo de las actividades inmobiliarias, industriales y comerciales sin un criterio de ordenamiento del territorio.

Estas múltiples excepciones favorecieron que los emprendimientos inmobiliarios exploten territorios rurales para convertirlos en muchos casos en suelos urbanos de baja densidad así como también polos industriales. En este sentido fue el mercado inmobiliario quien se encargó del diseño de ciudades cerradas así como también de importantes parques industriales sin una lógica territorial, sino del mercado, donde la inversión económica local prima por sobre el bienestar general de la población y no mantiene el equilibrio con el medio natural en el que se inserta. Este crecimiento impacta directamente sobre el recurso hídrico subterráneo ya que la excesiva extracción de agua por parte de parques industriales para sus procesos productivos, así como las construcciones de barrios donde el riego y la recarga de las piscinas consumen un gran volumen de agua y sumado a ello la actividad hortícola, que además de utilizar agua para riego, impermeabiliza grandes áreas con invernáculos en zonas de recarga del acuífero, alteran la dinámica natural del agua subterránea.

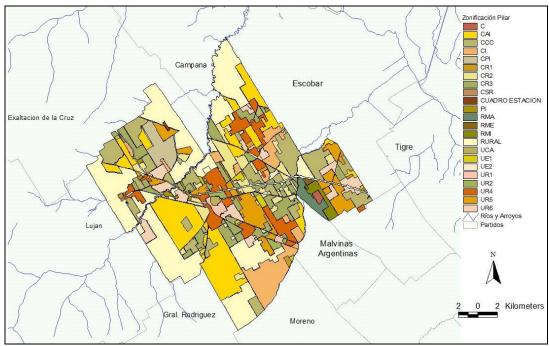
Por su parte, la actividad industrial altamente extractiva concentrada en determinados sectores sin un adecuado control impacta sobre el rendimiento de los acuíferos y, como se observó en otras localidades del Gran Buenos Aires, pueden alterar su dinámica hasta agotarlo.

En la **Tabla 1** y en el **Mapa 6** se muestra la zonificación del Partido del Pilar.

DESCRIPCIÓN	DESIGNACIÓN
Barrio Cerrado	BC
Zona Comercial	С
Distrito Complementario Agropecuario	CAI
Distrito Complementario Agropecuario Intensivo	CAI
Distrito Complementario Club de Campo	CCC
Distrito Complementario Industrial	CI
Distrito Complementario Parque Industrial	CPI
Distrito Complementario Residencial 1	CR1
Distrito Complementario Residencial 2	CR2
Distrito Complementario Residencial 3	CR3
Distrito Complementario Servicio de Ruta	CSR
Precinto Industrial	PI
Reserva de Ensanche Urbano	RE
Residencial Extraurbana de Baja Densidad	RMA
Residencial de Media Densidad	RME
Residencial Mixta	RMI
Rural	RU
Distrito Urbano Comercial Administrativo	UCA
Distrito Uso Específico	UE1
Distrito Urbano Residencial 1	UR1
Distrito Urbano Residencial 2	UR2
Distrito Urbano Residencial 3	UR3
Distrito Urbano Residencial 4	UR4
Distrito Urbano Residencial 5	UR5
Distrito Urbano Residencial 6	UR6

Tabla 1: Zonificación del Partido del Pilar.

Fuente: Ministerio de la Provincia de Buenos Aires. Subsecretaría de Asuntos Municipales



Mapa 6: Zonificación del Partido del Pilar Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la zona de estudio que incluye el PIP y su entorno inmediato se alternadamente se encuentran rodeando al Distrito observa que uso Complementario Parque Industrial, más usos de lo variados como Complementario Club de Campo, Barrio Cerrado, Complejo Agropecuario Intensivo, Rural y Residencial. De esta manera se visualiza lo planteado en páginas anteriores en lo que respecta a la complejidad y a la competencia territorial por el uso del suelo en el sector periurbano lo que trae como consecuencia directa el conflicto en cuanto al uso del agua. Por esta razón se vuelve imprescindible que en la planificación, el Estado, contemple el uso y el modo de abastecimiento de agua en cada sector.

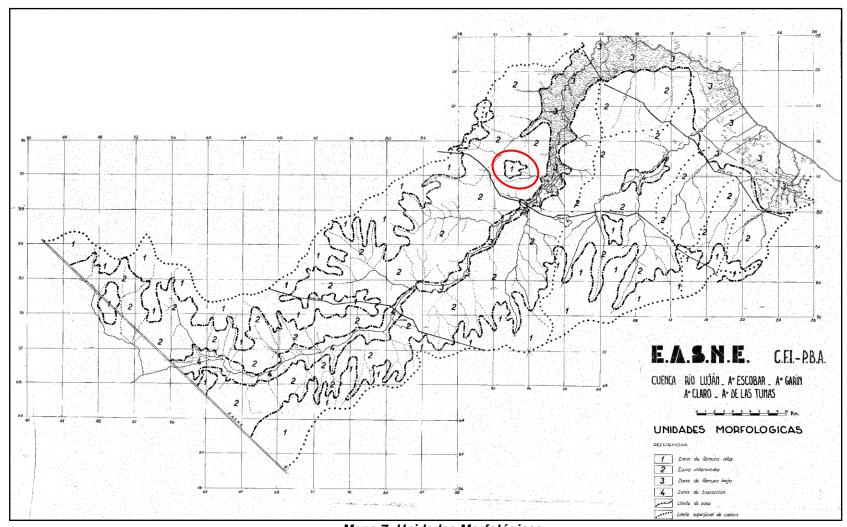
5.7. Parque Industrial Pilar

El Parque Industrial Pilar fue creado en el año 1973 por iniciativa privada. Se localiza a 10 km del centro de la localidad de Pilar, a dos kilómetros del km 60 de la Ruta Nacional N° 8, coincidente con el ramal Pilar del Acceso Norte (Autopista del Sol). El predio se encuentra emplazado en un terreno no inundable (**Mapa 7**), con buen drenaje, interviniendo cuatro cursos de agua: el valle del Río Luján (a 1.700 metros en dirección NE); el Aº Larena (afluente del Luján 6 kilómetros agua abajo, que coincide con el límite NO del Parque), y dos hondonadas, (constituyen un drenaje interno) (Alsina *et al.*, 2007).

Según la bibliografía consultada, el PIP concentra la mitad de la industria del Partido, ocupa 920 hectáreas y emplea a aproximadamente 14.000 personas. Por lo tanto, si se analiza la estructura económica del Partido se caracteriza fundamentalmente por un perfil industrial.

Una característica del PIP es la diversidad de industrias que se emplazan sin una lógica de *ecoparque*, es decir que no se contemplaron aspectos como: insumos, energía, materias primas, servicios, productos y desechos al momento de la localización de las empresas, sino que responde a un mero loteo inmobiliario.

En cuanto a la evolución del PIP, durante los primeros años se realizaron grandes ventas de lotes. Durante la década del '80 la radicación de firmas descendió significativamente, hasta llegar en 1990 a una población de 60 plantas instaladas en un parque con capacidad para 180. A partir de ese momento el PIP creció exponencialmente, tanto que a fines de 1999 sólo restaban comercializar el 4% de la superficie y existían 117 plantas en actividad, 24 en construcción, con un 60 % de lotes vendidos (Briano, 2001).



Mapa 7: Unidades Morfológicas

Nota: (1) Zona de llanura alta – (2) Zona intermedia – (3) Zona de llanura baja – (4) Zona de transición Zona donde se emplaza el PIP

Fuente: En base a EASNE, 1972

Así, durante la década del '90 se convirtió en uno de los sectores predominantes en cuanto a fuentes de trabajo para habitantes de la zona hasta alcanzar, a fines de 2009, un total de 191 firmas instaladas, cifra que supera a la capacidad proyectada en la década del '90.

6. Aspectos legales

Siendo que el agua es un recurso vital y, a su vez, utilizado en diversas actividades humanas (industria, agricultura, obtención de energía eléctrica, pesca, entre otras) es importante conocer cómo se gestiona el recurso hídrico así como también cuáles son los actores que intervienen en su aprovechamiento para poder interpretar la incidencia de las actividades humanas manifestadas sobre el agua subterránea en la región norte del Conurbano Bonaerense.

Es importante aclarar que en Argentina existe la Ley 25.688 *Régimen de Gestión Ambiental de las Aguas - Ley de presupuestos mínimos* que pretende la regulación del uso de los recursos hídricos y establece como unidad ambiental de gestión las "Cuencas Hídricas"; esta Ley, publicada en el Boletín Oficial en enero de 2003, no ha sido aún reglamentada. La legislación nacional vigente sólo se limita a la Ley 24.051 la que hace referencia a la protección de los cursos de agua receptores de desechos industriales, mediante la fijación de parámetros de calidad de efluentes. Los parámetros allí establecidos no consideran las características particulares de cada cuerpo receptor sino que establece parámetros de vuelco según el uso al que es destinado. Por lo antes mencionado queda evidenciado que a nivel nacional no existe reglamentación que pueda ser claramente aplicada al uso de aguas subterráneas.

En esta sección se analiza la legislación en lo que respecta al recurso hídrico subterráneo de la Provincia de Buenos Aires para reconocer el grado de protección que se le otorga, el cual es una importante fuente de abastecimiento de agua para consumo en la Provincia ya que el 76 % de los habitantes del Partido de Pilar no presentan servicio de agua corriente (Herrero y Fernández; 2008).

6.1. Legislación de la Provincia de Buenos Aires aplicable a los recursos hídricos subterráneos

En la Provincia de Buenos Aires las características del suelo y las particularidades climáticas han hecho de esta Región un sector donde el modelo agrícola era y continúa siendo predominante, en particular a fines del siglo XIX.

Por esa misma época comenzaron en la ciudad los problemas de salud derivados de la calidad de agua que consumían y la forma en que disponían los efluentes líquidos.

Al ser éstas las situaciones más relevantes en la Provincia, la política del agua surgió para resolver problemas relacionados con la provisión de agua potable y saneamiento básico, la regulación de los usos del agua y el reconocimiento de zonas afectadas por inundaciones y seguías.

Respecto a la provisión de agua potable y saneamiento básico derivó en la creación de la Comisión de Obras de Salubridad. Este organismo provincial, creado en 1867, comenzó a dar soluciones al tema de higiene y provisión de agua segura para el consumo bajo un sistema subsidiado y sin restricciones en cuanto a su uso.

Desde 1869, el agua subterránea es considerada por el Código Civil en el artículo 2340 como bien público "sin perjuicio del ejercicio regular del derecho del propietario del fundo de extraer las aguas subterráneas en la medida de su interés y con sujeción a la reglamentación".

Por último, la otra preocupación a fines del siglo XIX se relacionaba con la gran cantidad de precipitaciones en un terreno de escasa pendiente que generaba, en consecuencia, inundaciones que afectaban seriamente al agro. Esto se tradujo en la construcción de canales de desagües que sacaban el excedente de los campos. Luego con la sequía ocurrida entre los años 1936 y 1937 y sumada la falta de mantenimiento de los canales se vio la necesidad de una regulación específica de los usos y el aprovechamiento del agua.

De esta manera a fines de 1930, una comisión de trabajo integrada por expertos en derecho e ingenieros comenzó a redactar el "Proyecto de Código de Aguas". Este documento proponía entre otros la creación de un "Catastro de Aguas", "Zonas Hidráulicas", un "Tribunal y Juzgado de Aguas" para defender los intereses públicos y los derechos particulares en cada "zona hidráulica", una Administración de Aguas para determinar el aprovechamiento de las aguas públicas y la Policía Hidráulica entre otras propuestas.

Si bien este Proyecto no se concretó, es relevante ya que muestra un giro en la mirada sobre el recurso, dado que se comienza a pensar en un uso más racional del agua, asimismo se vislumbra la posibilidad de que la autoridad pública intervenga de algún modo en el aprovechamiento del agua y también se plantea un manejo local del recurso; sin embargo es notable que este Proyecto no contemple la actividad industrial como consumidora de agua y como agente capaz de verter desechos que afecten al recurso hídrico tanto superficial como subterráneo.

El hecho de no concretarse este Proyecto deja entrever el conflicto de intereses tanto de sectores privados como públicos donde diferentes organismos como la Dirección de Hidráulica perdería jerarquía al crearse la Administración del Agua. Este Proyecto es de particular importancia ya que fue el antecedente sobre el cual se conformó la Ley 12.257 Código de Aguas.

Durante la segunda mitad del siglo XX aparecieron en escena legislación y organismos que pretendían regular algún aspecto relacionado con el recurso hídrico. Por ese entonces comenzó a cobrar visibilidad la creciente concentración industrial y el aumento de la densidad poblacional, en especial en el Conurbano Bonaerense cuyas principales consecuencias eran —y aún lo son— la contaminación ambiental producida por los efluentes industriales y domiciliaros, éste último asociado a la falta de provisión de redes cloacales.

Entre las leyes aún vigentes, la Ley Provincial 5.965 del año 1958 - Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera—, comienza a poner de manifiesto la necesidad de preservación tanto de la atmósfera como al recurso hídrico prohibiendo en su artículo 2° "el envío de efluentes residuales sólidos, líquidos o gaseosos, de cualquier origen, a la atmósfera, a canalizaciones, acequias, arroyos, riachos, ríos y toda otra fuente, curso o cuerpo receptor de agua, superficial o subterráneo, que signifique una degradación o desmedro del aire o de las aguas de la provincia, sin previo tratamiento de depuración o neutralización que los convierta en inocuos e inofensivos para la salud de la población o que impida su efecto pernicioso en la atmósfera y la contaminación, perjuicios y obstrucciones en las fuentes, cursos o cuerpos de agua". De este modo se puede ver el intento por proteger la calidad de los recursos mencionados pero, en el caso del agua, no se tiene en cuenta la cantidad utilizada.

A mediados del siglo XX se crean diversos organismos cuyas competencias eran provisión de agua, saneamiento, alumbramiento y utilización de agua subterránea, en el caso de las ciudades le correspondía a Obras Sanitarias de la Nación (OSN), mientras que lo relacionado con la actividad rural le correspondía al Servicio Nacional de Agua Potable y Saneamiento Rural que en los años '90 pasó a llamarse Servicios Provinciales de Agua Rural (SPAR), mientras que gran parte

de la provisión de servicios de distribución de agua potable y tratamiento de efluentes cloacales en las ciudades fueron privatizados.

6.2. Ley N° 12.257 – Código de Aguas

En la década del '90, en Argentina se comenzó con un proceso de descentralización del Estado, privatización y creación de nuevos organismos con atribuciones similares que llevan al solapamiento de las competencias de cada organismo. En el año 1999 se sanciona el Código de Aguas de la Provincia de Buenos Aires bajo la Ley N° 12.257, el que da origen a la Autoridad del Agua (AdA) como ente autárquico de derecho público y naturaleza multidisciplinaria.

El Código de Aguas mencionado tiene por objetivo establecer el régimen de protección, conservación y manejo del recurso hídrico de la Provincia de Buenos Aires tanto superficial como subterráneo. Por esta razón se formula esta política del agua que en principio pretende prohibir o limitar usos y la constitución de derechos individuales sobre el agua de dominio público, establecer preferencias y prerrogativas para el uso del recurso, privilegiando el abastecimiento de agua potable y alentando criterios de reutilización, fijar periódicamente por regiones y por categoría de uso, el canon y las contribuciones, de terminar la dotación según categoría o tipo de uso y región, suspender el suministro de agua para uno o más usos en casos extraordinarios e imponer restricciones y limitaciones al dominio privado.

La AdA tiene a su cargo la planificación, el registro, la constitución y la protección de los derechos, la policía y el cumplimiento y ejecución de las demás misiones arriba mencionadas y establecidas en el Código. También es la encargada de la planificación hidrológica para satisfacer las demandas de agua, equilibrar y compatibilizar el desarrollo regional y sectorial, incrementar la disponibilidad del recurso y proteger su calidad, establecer zonas de reserva y aplicar defensas contra las inundaciones y sequías, también es quien otorga permisos para la extracción de agua subterránea y los permisos de vuelcos de efluentes, entre otras atribuciones.

En cuanto al sector industrial, la puesta en funcionamiento del Código en el año 2003, cambió la forma de realizar las perforaciones ya que a partir de esta fecha las industrias que se radicasen en la Provincia de Buenos Aires deberían pedir autorización a la AdA y la realización de la perforación y los freatímetros correspondientes deben estar a cargo de perforistas empadronados en el Registro de Perforistas de dicho organismo. Por su parte las industrias que deban actualizar la información en cuanto a perforaciones o realizar nuevas, deberán hacerlo bajo este sistema.

En pos de conocer la calidad y cantidad de agua subterránea, el Código prevé registros y catastros del agua. Por un lado existe el registro donde quedan asentados los usuarios, quién y cómo utiliza el agua y por otro el Código también prevé la creación de un catastro físico del agua como inventario del recurso, es decir, una compilación de las reservas que da cuenta de cuánta agua hay disponible en la Provincia de Buenos Aires.

En el Código de Aguas sancionado en 1999, a diferencia de su antecesor (que quedó sólo en proyecto), establece el Uso Industrial y lo define como "al de aquellos establecimientos que obtienen agua por cualquier sistema de captación instalado en cursos o cuerpos superficiales o subterráneos, con finalidad de ser usada en la transmisión y producción de calor, como refrigerante, como disolvente, como reactivo, como medio de lavado, en la purificación de materias con o sin incorporación de residuos, como materia prima única, como componente principal o secundario o como coadyuvante en cualquier proceso de elaboración, transformación o producción".

El Código explicita que se utilicen métodos más racionales de aprovechamiento del agua como reducción y reuso, beneficiando a quien así utilice el agua con una reducción en el canon y prioridad frente a otros solicitantes en el momento de renovar la concesión, sin embargo, aún no está establecido el canon que las industrias deben pagar por el uso del agua y en cuanto a la concesión, en los últimos artículos del Código se establece que la AdA, hasta tanto no tenga datos certeros de las reservas, sólo podrá otorgar permisos para la explotación y no concesiones obrantes sobre el recurso.

7. Metodología

La metodología de trabajo se inició mediante la recopilación de información relacionada con estudios previos, entrevistas a informantes clave y relevamiento de las industrias instaladas en el PIP así como también obtención *in situ* de niveles piezométricos y freatimétricos que den cuenta de la incidencia del Parque sobre el recurso hídrico subterráneo.

En relación a la información secundaria, los documentos encontrados que caracterizan a los acuíferos correspondientes a la zona NE de la Provincia de Buenos Aires, su mayoría hacen referencia a la calidad de los acuíferos que proveen de agua a la Región y no así relacionados con la cantidad. Sin embargo, se halló un estudio que caracteriza la hidrogeología del territorio donde actualmente se encuentra el PIP. Este documento, "Prospección Hidrogeofísica en

Parque Industrial OKS II¹³, Pilar, Bs. As.", realizado por el Ing. Nobel Muñoz en 1972, describe la situación de los acuíferos Pampeano y Puelche además de realizar recomendaciones para su manejo. Las características que este informe relata son tomadas como condiciones iniciales para luego analizar el impacto que el PIP puede haber generado sobre el recurso hídrico subterráneo.

A su vez se analizó la legislación provincial actual (Ley 12.257, Código de Aguas), así como también se resumió la legislación previa referente al manejo de los recursos hídricos, permitiendo comprender la importancia que se le otorga al recurso a través de la historia en Argentina.

La información primaria se obtuvo mediante la realización de entrevistas a los siguientes informantes clave: la Cámara Empresaria del PIP -CEPIP-, el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible -OPDS-, la Autoridad del Agua -AdA-, al Subsecretario de Medio Ambiente de Pilar, al Arq. Bonfanti (quien participó junto a Meyer Oks del proceso de gestación del Parque Industrial de Pilar), a un abogado especialista en gestión de recursos hídricos y a investigadores docentes del Instituto del Conurbano -ICO-. Dichas entrevistas vislumbraron las diversas y complejas miradas que cada uno de los entrevistados tienen sobre el recurso.

Para las mediciones de los niveles piezométricos y freatimétricos se diseñó un muestreo basado en mediciones en pozos preexistentes ubicados en el PIP y en zonas aledañas con el fin de corroborar por un lado si existe una significativa disminución en los niveles freáticos y/o piezométricos de las industrias a muestrear, y por otro para verificar si el efecto individual de cada depresión da como resultado una profundización general del nivel del agua subterránea en el área, originando un cono de depresión. Para ello se determinaron cuadrículas que establecieron zonas donde realizar las mediciones mencionadas.

En base a la metodología propuesta por Auge (2006) para el monitoreo de acuíferos, la escala elegida fue *escala de detalle*¹⁴, ya que se trata de una región acotada al PIP con una superficie de 9,2 km², por lo que la distribución de pozos corresponde a 1 (una) medición de nivel de pozo por cada km². La grilla realizada dividió al PIP en 16 (dieciséis) cuadrantes de 1km x 1km, en el centro de cada

¹³ El actual Parque Industrial Pilar fue llamado en este estudio como Parque Industrial Oks II ya que en ese entonces recibía el nombre de su mentor Meyer Oks, presidente de la empresa Lago Verde SA, que se encargó de crear la infraestructura originaria del complejo fabril y de llevar adelante el loteo de las tierras. El Parque Industrial Oks se localiza en Garín, Provincia de Buenos Aires.

¹⁴ En base a Auge (2006) escala regional, 1 pozo cada 1.500 km²; escala semiregional, 1 pozo cada 65 y 1.500 km²; escala de semidetalle, 1 cada 4 y 65 km²; escala de detalle, 1 cada 400 m² a 4 km².

cuadrante se pretendía medir un pozo al Pampeano y otro al Puelche para poder medir los niveles correspondientes.

Ante la negativa por parte de las industrias de ingresar al predio para realizar las mediciones de los niveles se decidió medir en pozos que se encuentran en el Parque pero pertenecientes a entidades prestadoras de servicios. Los inconvenientes a lo que esta situación conlleva son dos: no se encuentran distribuidos uniformemente en todo el predio y no se encontraron pozos que capten agua del Acuífero Pampeano.

Los puntos muestreados se encuentran ubicados desde el centro hacia el SE del PIP. Para complementar las mediciones se decidió incluir en el muestreo zonas aledañas al Parque.

En los predios que se pudieron realizar las mediciones sólo se encontraron pozos cuyas profundidades rondaban (según operarios de mantenimiento del PIP) entre los 70 y 80 metros de profundidad, por lo tanto estas perforaciones captan agua del Acuífero Puelche. El nivel freático no se pudo medir debido a la inexistencia de pozos poco profundos en zonas donde se permitió muestrear (**Imagen 2**).



Imagen 2: Ubicación de pozos dónde se midió el nivel piezométrico Fuente: elaboración propia en base a Google Earth

Para la obtención de valores piezométricos en campo se utilizó una sonda eléctrica que consiste en un cable de 50 metros de longitud acoplado a un tester, una cinta métrica de 30 metros y un GPS para georreferenciar el sitio de muestreo (**Foto 1**).

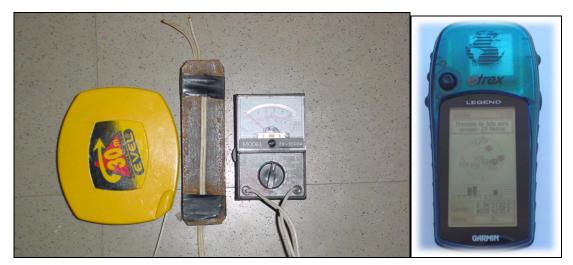


Foto 1: Instrumentos utilizados en campo para el estudio hidrodinámico

Los valores registrados fueron tomados en perforaciones en actividad con bomba sumergible (**Foto 2**) y volcados en una planilla de campo.





Foto 2: (a) Pozo de captación de agua con bomba sumergible. (b) Medición del nivel piezométrico. PIP.

Estos datos pretendían ser comparados con una aproximación teórica mediante la estimación de los consumos por parte de las industrias a partir del conocimiento de la cantidad de empleados por rubro, pero esto no pudo llevarse a cabo ya que esta información no fue brindada por ninguno de los organismos consultados.

Sólo pudo realizarse una caracterización de las industrias registradas por la OPDS instaladas hacia fines del año 2009 según el Código de Identificación Industrial Único (CIIU) a cuatro dígitos y se contrastó con los datos de consumo de agua brindados en 2010 por el Subsecretario de Medio Ambiente del Municipio del Pilar.

Por otro lado se compararon los valores mensuales de precipitaciones del año 1972 (fecha en que se realizaron los estudios del EASNE y el estudio previo a la instalación del PIP con el fin de relacionar la cantidad de lluvia caída en cada período donde se evaluó el nivel de los acuíferos.

A su vez, se intentó analizar datos históricos de los niveles freáticos y piezométricos instalados en el PIP que fueron solicitados a diversos organismos (CEPIP, Municipio del Pilar, AdA y OPDS) de quienes no se recibió respuesta afirmativa, a pesar de los reiterados pedidos.

Por último, la información recopilada fue plasmada para su análisis mediante la realización de cartografía utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG), Arc View 3.2. Los elementos empleados para el análisis están relacionados con la localización de mediciones, las cotas de nivel, los usos del suelo en el entorno inmediato del PIP y los cursos de agua superficiales. El uso de esta herramienta permitió sintetizar las observaciones realizadas.

8. Resultados y discusiones

La gran demanda hídrica existente en el periurbano pone en riesgo tanto la cantidad como la calidad del agua dulce disponible. La creciente demanda generalmente puede estar asociada al crecimiento poblacional, sin embargo las actividades productivas (agropecuarias e industriales) son las que consumen mayor cantidad de agua dulce dejando disponible para consumo humano un porcentaje cada vez más reducido.

Es evidente que cada actividad llevada a cabo en la Región necesita para su subsistencia el agua; en el caso del Municipio del Pilar como en otros de características periurbanas, los horticultores arriendan tierras para llevar adelante su actividad la cual necesita agua; los barrios cerrados se caracterizan por ser un tipo de urbanización con alta demanda de agua, ya sea por la gran cantidad de piscinas que poseen, la paquización, las canchas y/o por los campos de golf que requiere abundante riego además de impactar en la dinámica del agua subterránea al construirse lagos artificiales; también las industrias instaladas (en particular las radicadas en el PIP) consumen grandes volúmenes de agua en sus procesos productivos.

La cantidad de agua utilizada para horticultura depende del cultivo realizado y el modo de riego adoptado¹⁵.

Tesina de Licenciatura en Ecología Urbana Luisina Molina

¹⁵ Por ejemplo el cultivo de frutilla consume de 2 a 6 litros de agua por m² sembrados, según estudios realizados por el INTA.

El riego en campos donde se realiza horticultura es frecuente encontrar riego por surcos, que consiste en inundar el espacio que queda entre cada montículo donde se realiza el sembrado, o el riego por goteo que si bien es más eficiente y consume menos agua tiene un costo mayor.

Por su parte, la demanda hídrica de las urbanizaciones cerradas se relaciona fundamentalmente con el riego de sus extensos campos, en ocasiones las especies de gramíneas utilizadas en la parquización son importadas de los países centroeuropeos las cuales consumen gran cantidad de agua para su riego. Es oportuno destacar que en el Partido de Pilar se encuentran alrededor de 200 urbanizaciones cerradas, las cuales cuentan con canchas de fútbol y de golf.

En lo que respecta al PIP, la gran cantidad de industrias concentradas en un punto del territorio rodeado de usos del suelo muy variados propone especial cautela a la hora de extraer agua. Es importante destacar que en la década del '70 se recomendaba un caudal de extracción de 100m³/h por perforación (Muñoz, 1972) pero los otros usos no están contemplados debido a la inexistencia de los mismos por aquellos tiempos, en especial los barrios cerrados; teniéndose únicamente en cuenta una industria que estaba emplazada por aquel entonces en la zona.

Esta variedad de usos con gran consumo de agua en zonas donde no llega el servicio de agua de red, trae como consecuencia que los primeros damnificados son los vecinos que habitan las zonas linderas al Parque, quienes se ven obligados a profundizar sus perforaciones o adquirir agua por otros medios para satisfacer las necesidades de provisión de agua para consumo. Esto genera, fuertes conflictos entre los diferentes actores por el acceso al agua.

Al consultar a diversos organismos sobre las cifras de consumo de agua por parte de las industrias del PIP sólo se obtuvo respuesta del Subsecretario de Ambiente del Municipio del Pilar. La información brindada por el funcionario consistió en el consumo de agua mensual por parte de las industrias. Estos datos son el resultado de un censo voluntario de empresas realizado por dicha Subsecretaría. Del total de industrias instaladas en el PIP (191) sólo declararon el consumo de agua 95. Los valores no corresponden a caudales de extracción medidos *in situ*, sino que se obtuvieron de las declaraciones juradas enviadas por cada empresa. La suma de estos caudales de extracción permite una aproximación, aunque subestimada, del 50% de las industrias instaladas en el PIP. Una vez obtenido dicho valor se lo comparó con lo que el Ing. Muñoz recomendaba en su estudio (1972).

Como se comentara anteriormente el caudal de extracción recomendado para cada pozo era de 100m³/h con perforaciones separadas por una distancia del

orden de 300–400m. Teniendo en cuenta la superficie del PIP y la cantidad de pozos que se pueden realizar según la distancia planteada por Muñoz, arroja un total teórico de 26 pozos distribuidos de manera uniforme y equidistante en 300 m, como mínima distancia. Si esta cantidad de pozos funcionara simultáneamente se extraerían 2.600m³/h, cantidad que, según Muñoz, no comprometería al acuífero.

Respecto a las distancias a las cuales se encuentran las perforaciones, no fueron informadas por el Municipio, sino que se cuenta con la información referida solamente a la cantidad de pozos (no a la distribución) y al caudal utilizado por cada una de ellas.

Con referencia al caudal éste asciende a un total de 974,29m³/h. Si bien esta cantidad de agua declarada voluntariamente por las industrias es significativamente menor al caudal de extracción que Muñoz señala como comprometedor para el acuífero, en este punto es importante resaltar que los datos están claramente subestimados. Esta observación se argumenta en base a evidencias de diversa índole (gabinete, campo, etc.), que se comentan a continuación.

En primer lugar debido a que, como fuera comentado, dicho caudal se corresponde solamente al 50% de las industrias instaladas.

Asimismo, los datos vinculados con el consumo de agua mensual por parte de las industrias del PIP (Anexo I), evidencian incongruencias en los valores declarados. A modo de ejemplo se observa dos empresas dedicadas a fabricar agroquímicos donde una declara tener dos perforaciones y consumir 96.000 m³/mes, y la otra manifiesta tener una única perforación y consumir 1.000 m³/mes. Otro ejemplo que marca un indicio de subestimación se relaciona con lo declarado por una tintorería industrial, desde la cual informan al Municipio consumir en su proceso 4.000 m³/mes de agua; mientras que otra (o la misma industria dado que no hemos accedido a los nombres de los establecimientos), declara en su página de internet que su planta procesa 23.000 kilos diarios de tejido acabado "gracias a sus maquinarias de alta tecnología", respecto a ello el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), estima que por cada tonelada producida en una textil de estas características se consume aproximadamente 30 m³ de agua por tonelada de producto. Analizando estos datos se arriba a la conclusión que en la industria mencionada se producen 690 tn, por lo que se deberían consumir 19.800 m³ de agua al mes (y no 4.000 m³/mes).

Luego, en relación con la localización de los pozos la información que se dispone es que ese 50% de industrias que declararon voluntariamente sus consumos de agua, también declararon la cantidad de perforaciones con las que cuentan, los que suman un total de 176 pozos; a partir de ello se deduce que no

se respeta la distancia sugerida por el Ing. Muñoz en la etapa de proyección del Parque, ya que como se comentara anteriormente, para las 920 ha que tiene el PIP corresponderían un total de 26 perforaciones.

Sumado a ello, otra observación que resulta importante destacar se relaciona con lo comentado por las personas que nos facilitaron las mediciones (empleados del PIP, horticultores y vecinos) y corroborado en el trabajo de campo. En reiteradas ocasiones personal del PIP ha hecho referencia acerca de la cantidad de perforaciones que han abandonado debido a que las bombas sumergibles se quemaban por la falta de agua. En una de las visitas a la CEPIP se constató la existencia de tres pozos profundos (>60m) abandonados ya que de ellos no podía obtenerse agua; también un horticultor, cuyo pozo de extracción se localiza a aproximadamente 1km, manifestó que cada dos años debía 'bajar la bomba' varios metros porque se le quemaba debido a la falta de agua. Estos testimonios evidencian el problema creciente de la falta del recurso por la baja del nivel piezométrico.

Por último, otra evidencia que manifiesta la subestimación del caudal declarado por las industrias es, como se expondrá posteriormente, las mediciones de los potenciales hidráulicos obtenidas de las perforaciones ubicadas en el PIP, las que evidencian una disminución considerable en el nivel piezométrico en relación a las halladas en la Cuenca del Río Luján.

De las entrevistas realizadas al Gerente de la CEPIP y ante la negativa de las industrias de permitir el acceso para medir los niveles freáticos y piezométricos, se planteó como alternativa la posibilidad de tomar mediciones en lotes donde se emplazan empresas de servicios o establecimientos no industriales.

Estas mediciones se realizaron en septiembre y octubre de 2010. Para ello se empleó el equipo de campo descripto en el apartado *Metodología*. Los datos obtenidos del muestreo se detallan en la **Tabla 2**:

Sitio	Acuífero	mbbp	Dirección
29Pu	Puelche	26,04	PIP
30Pu	Puelche	21,25	Huerta
II Pu	Puelche	24,9	PIP
28Pu	Puelche	29,0	PIP
III Pu	Puelche	17,3	PIP
IV Pu	Puelche	4,39	Convento

Tabla 2: Niveles piezométricos medidos en el PIP y alrededores, 2010 Nota: metros bajo boca de pozo (mbbp) Fuente: Elaboración propia

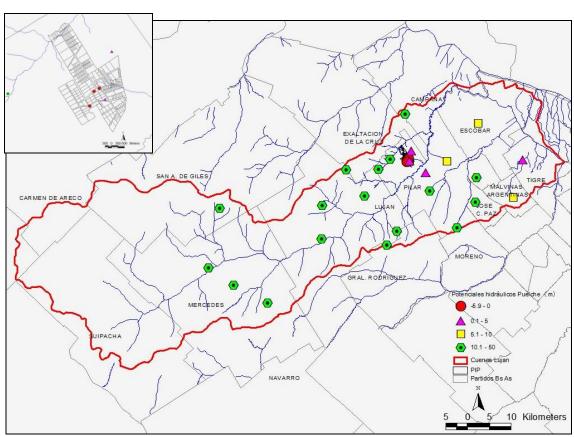
Para analizar el comportamiento hidrodinámico del Acuífero Puelche, se convirtieron las profundidades de la superficie piezométrica en potenciales hidráulicos mediante su reducción al 0 del IGN por diferencia con las cotas de la boca de los pozos obtenida de las cartas topográficas (**Tabla 3**). Sobre la base de dichos potenciales hidráulicos se elaboró el **Mapa 8**, que comprende no sólo las seis mediciones realizadas en este trabajo, sino también las correspondientes al Proyecto adscrito que involucra todo el territorio de la Cuenca¹⁶.

Sitio	mbbp	Potencial Hidráulico (m)			
29Pu	26,04	-1,04			
30Pu	21,25	1,75			
II Pu	24,9	-5,9			
28Pu	29,0	-4,00			
III Pu	17,3	0,2			
IV Pu	4,39	4,11			

Tabla 3: Potenciales hidráulicos - el PIP y alrededores, 2010

Nota: metros bajo boca de pozo (mbbp)

Fuente: Elaboración propia



Mapa 8: Potenciales hidráulicos - Acuífero Puelche – Cuenca del Río Luján Fuente: Elaboración propia

_

¹⁶ El sector alto de la cuenca carece de mediciones al Puelche por no haber encontrado pozos profundos en dicha zona.

Al comparar todos los valores se evidencia en el sector del PIP una disminución de los potenciales hidráulicos considerablemente mayor que en el resto de la Cuenca. Como puede observarse en el sector de estudio y alrededores es donde se hallan los menores potenciales hidráulicos, inclusive con valores negativos dentro del PIP. Estas cotas hidráulicas negativas halladas en el Acuífero Puelche indican una fuerte explotación artificial.

También se deben considerar las precipitaciones, ya que como se explicó anteriormente, son las que recargan el acuífero. Se comparó la serie histórica 1970-2010 cuyos datos fueron suministrados por el Instituto de Clima y Agua del INTA Castelar. En el **Gráfico 7** se muestra dicha información y se destacan las precipitaciones correspondientes los años 1972 (coincidentes con los estudios EASNE y Prospección Hidrológica Parque Industrial Oks II) y 2010 (mediciones de este trabajo).

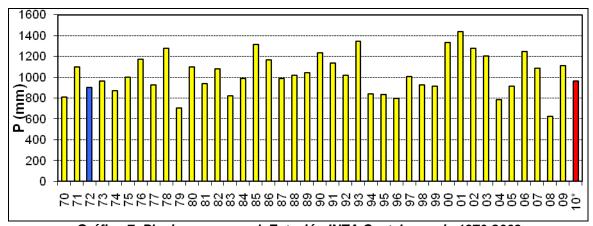


Gráfico 7: Pluviograma anual. Estación INTA Castelar, serie 1970-2009 Nota: (*) Los datos de 2010 corresponden al período enero-octubre Fuente: En base a datos suministrados por el Instituto de Clima y Agua. INTA-Castelar

En el pluviograma se observa que las precipitaciones anuales acaecidas durante los 12 meses de 1972 (año en que se realizó el mencionado estudio de prospección del Parque) fueron incluso menores que las ocurridas desde enero hasta octubre de 2010. Esto supone una criticidad mayor del recurso hídrico subterráneo en la zona de influencia del PIP, ya que comparativamente en 2010 las precipitaciones a pesar de no haberse registrado al momento de la finalización del presente trabajo, las mediciones correspondientes a meses de lluvias significativas como noviembre y diciembre (ver 5.2). Por lo tanto, a pesar de registrarse mayor cantidad de precipitaciones y por ende mayor recarga del acuífero, el nivel piezométrico es considerablemente bajo.

9. Consideraciones finales

Este trabajo permite visualizar claramente dos problemáticas sumamente relacionadas, o más bien, una causante de la otra:

- por un lado, a partir de este estudio se detectó la afectación de la dinámica del recuso hídrico subterráneo con la consecuente disminución de la disponibilidad de agua para distintos usos, y
- por el otro, queda en evidencia una inadecuada o inexistente gestión del recurso hídrico, tanto en el ámbito privado como público.

Se demuestra en este trabajo que la afectación de la dinámica del recurso hídrico subterráneo en el sector del PIP es consecuencia directa de la sobreexplotación por parte de las industrias concentradas allí. La extracción de agua intensiva ha generado un importante descenso de potenciales hidráulicos y como consecuencia un marcado cono de depresión, que genera:

- Modificación de la dinámica natural del recurso hídrico subterráneo y del ciclo hidrológico. En particular el relieve y la condición climática de la RMBA hace que sus cuencas se comporten de una manera singular: el agua que circula por cada una de ellas, tanto a nivel superficial como subterráneo, no aporta a otra cuenca, salvo cuando ocurre una intensa explotación del acuífero generando una alteración en el flujo subterráneo. Esta dinámica de sobreexplotación que generan los conos de depresión modifican la relación entre el nivel freático y los cursos superficiales. Dicha inversión del flujo producida por la sobreexplotación puede generar un ingreso desde el curso superficial, altamente contaminado, hacia los acuíferos. Es importante destacar que el Arroyo Larena, hacia el N del PIP, recibe los efluentes líquidos de gran cantidad de industrias allí localizadas y su caudal ha aumentado considerablemente. Es decir, la disminución del NF en el predio del PIP y alrededores sumado al incremento del caudal del Arroyo Larena que, naturalmente, se comporta como efluente (las aguas subterráneas mantienen su caudal básico), puede ocasionar que la alteración del flujo subterráneo sea tal que contamine el acuífero por cambiar la dinámica del flujo subterráneo pasando de ser un curso efluente a uno afluente facilitando el ingreso de los contaminantes que se eliminan como efluentes líquidos.
- Incremento de la filtración vertical a través del Acuífero Pampeano. Este flujo descendente facilita el ingreso de contaminantes presentes en el acuífero libre provenientes de los aportes de los arroyos portadores de vertidos tóxicos; del lavado de residuos industriales y repositorios de residuos domiciliarios (basurales a cielo abierto, rellenos sanitarios); de la

infiltración y percolación de desechos cloacales provenientes de los pozos ciegos o por defectos en la red cloacal existente; de agroquímicos del área rural, de fugas y pérdidas de conductos troncales o secundarios que transportan hidrocarburos y depósitos de combustibles, entre otros, etc.)

- Contaminación directa inducida. Este tipo de contaminación genera la salinización del Puelche por la migración de agua salada proveniente de los estratos más profundos.
- Disminución de la disponibilidad de agua para otros usos no industriales (abastecimiento por perforaciones particulares en viviendas o para riego).

De los puntos comentados queda en evidencia que la sobreexplotación del Acuífero Puelche sometido por el conjunto de industrias localizadas en el PIP genera no sólo alteraciones hidráulicas sino también de calidad vinculadas con la intrusión salina y con el ingreso de contaminantes provenientes tanto de cursos superficiales como del Acuífero Pampeano.

Todas estas alteraciones permiten corroborar la hipótesis planteada en el presente trabajo: la demanda de agua subterránea por parte de las industrias localizadas en el PIP alteran fuertemente la hidrodinámica de la Cuenca del Río Luján y comprometen la productividad del Acuífero Puelche.

Se confirma que se alcanzan las situaciones planteadas debido a la inadecuada gestión del recurso hídrico subterráneo que se evidenció tanto en el ámbito privado como en el público.

Por parte de los industriales:

Es llamativo el desconocimiento sobre el comportamiento y dinámica del agua subterránea, y actuando como si el recurso fuera ilimitado sin toma de conciencia y conocimiento de la situación. Si bien esta actitud no es generalizada (hubo muestras de interés en la temática por parte del Gerente de la CEPIP), la falta de percepción de esta problemática genera una inacción. Por esto es necesario concretar la difusión de esta problemática para hacer visible la situación en la que se encuentra el recurso hídrico subterráneo, recurso indispensable para la vida y a su vez es un recurso que está presente en la mayoría de las actividades industriales como uno de los principales insumos

Por parte del ámbito público:

Es evidente la ausencia de control por parte del Estado sea provincial o municipal; para este último caso, tal como se comentara en el punto 8, queda de manifiesto la falta de inspección de los datos brindados por las empresas (Anexo I), desconociendo el impacto que producen sobre la dinámica del recurso hídrico subterráneo.

A lo largo de la historia hídrica de la Provincia de Buenos Aires el organismo encargado de velar por la preservación y cuidado del recurso fue cambiando y también la visión que se tenía del mismo. En la actualidad ha cobrado importancia lo concerniente a calidad del agua subterránea, en particular en zonas cercanas a industrias, sin embargo, la cantidad disponible de agua tanto para consumo como para la producción no es un tema que aún cobre relevancia.

Con la aprobación de la Ley 12.256 *Código de Aguas* y la consecuente creación de la AdA, se pretende abordar el estudio del recurso de una forma integral, sin embargo es evidente las dificultades que esto conlleva debido, en parte a la poca antigüedad del organismo y también a la falta de recursos.

En el Código de Aguas se establecen dos puntos fundamentales que aún no fueron resueltos:

- Cobro del canon. Si bien está contemplado en el art. 43 aún no está reglamentado. Cuando se intentó reglamentar fue puesto en discusión entre los actores que intervienen en el uso del recurso como Unión de Industriales de la Provincia de Buenos Aires, la Federación Agraria, Confederación de Asociaciones Rurales de Buenos Aires y La Pampa (CARBAP), Consejo de Ciencias Naturales y la Asociación de Perforistas, pero no tuvieron éxito y el canon nunca se estableció. Estas discusiones evidencian un conflicto de intereses entre los actores que utilizan el agua, quedando de manifiesto que el consenso entre ellos resulta un camino difícil de transitar, pero a pesar de ello se destaca la intención de la participación de los actores como una premisa esencial. La búsqueda de articulación entre actores es imprescindible, en particular entre el gobierno y los usuarios tendientes a hacer efectivo el cobro del uso del agua, en particular cuando se refiera a actividades productivas.
- Catastro del Agua. Pretende registrar el estado del recurso y la cantidad disponible convirtiéndose en una herramienta valiosa a la hora de planificar los usos del suelo en cada región. En este sentido la AdA tiene una deuda ya que no hay certeza sobre las reservas,

aunque afirma que los datos para estimar el volumen existen, aunque se encuentran dispersos y algo desactualizados. El contar con estos datos en forma sistematizada es de gran importancia para este organismo debido a que otorgan los permisos de extracción.

Es necesario tener en cuenta las limitaciones que este trabajo presenta debido a la dificultad en la obtención de datos, por eso se considera necesaria la profundización de este trabajo estimando con mayor detalle el caudal de extracción (salida) y el caudal de recarga (entrada) que garantice el uso racional del recurso. Para lo cual es fundamental:

- Realizar monitoreos de las condiciones hidrogeológicas (dinámica y calidad) en la zona de influencia del PIP,
- Determinar el alcance del cono de depresión,
- Cuantificar la recarga para luego fijar caudales de extracción,
- Conocer fehacientemente la información referida a los establecimientos industriales localizados en el PIP que utilizan el recurso agua como insumo, y
- Dar a conocer a los distintos actores la problemática asociada con dinámica del recurso hídrico y los plausibles impactos que generan las diversas actividades, las que afectan no sólo a las poblaciones aledañas, sino también a la continuidad del Parque.

Este trabajo pone en evidencia la crítica situación que se manifiesta no sólo en el Municipio de Pilar sino en la Cuenca del Río Luján (y en la RMBA), e intenta alertar a cerca de los recaudos necesarios para la planificación regional de los futuros parques industriales que se proyecten.

10. Bibliografía

ALSINA, G., BORELLO, J. y MIÑO M. (Ed). (2007). *Diagnóstico ambiental del Partido del Pilar* - Instituto del Conurbano, UNGS - Colección Publicación Electrónica N° 12 - ISBN: 987-630-007-5. Diciembre. Diagnóstico Ambiental del Partido del Pilar. Año 2002

AUGE, M., HERNANDEZ, M. y HERNANDEZ, L. (2002). Actualización del conocimiento del Acuífero Semiconfinado Puelche en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. XXXII International Hydrogeology Congress. Proceedings. ISBN 987-544-063-9. Mar del Plata [on line: http://www.alhsud.com/public/articulos/Auge.pdf]

AUGE, M. (2004). Regiones hidrogeológicas República Argentina y Provincias de Buenos Aires, Mendoza y Santa Fe. La Plata. [on line:

http://www.gl.fcen.uba.ar/investigacion/grupos/hidrogeologia/auge/Reg-Hidrogeo.pdf]

AUGE, M. (2006). *Métodos y técnicas para el monitoreo acuíferos*. La Plata. [on line: http://www.gl.fcen.uba.ar/investigacion/grupos/hidrogeologia/auge/monitoreo.pdf]

BATISTA PIERA, E. (2002) Conceptos básicos de agua subterránea. CEDEX. Madrid.

BARSKY A. y VIO M. (2007). La problemática del ordenamiento territorial en cinturones verdes periurbanos sometidos a procesos de valorización inmobiliaria. El caso del Partido del Pilar, Región Metropolitana de Buenos Aires. IX Coloquio Internacional de Geocrítica. "Los problemas del mundo actual. Soluciones y alternativas desde la geografía y las ciencias sociales". Universidad Federal de Rio Grande do Sul.

BRIANO L. E. (2001). El desarrollo y la consolidación del Parque Industrial de Pilar en el contexto de las transformaciones de la actividad industrial en la Región Metropolitana de Buenos Aires. Tesis de licenciatura de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

EASNE, (1972). Contribución al estudio geohidrológico del noreste de la Provincia de Buenos Aires. Consejo Federal de Inversiones. Serie Técnica N° 24.

FAO, (2010). Sistema de información de la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación [on line: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm]

FERNÁNDEZ, L.; HERRERO, A. C.; MARTÍN, I. (2010). la impronta del urbanismo privado. Ecología de las urbanizaciones cerradas en la Región Metropolitana de Buenos Aires

HERRERO, A.C (2006). Desarrollo metodológico para el análisis del riesgo hídrico poblacional humano en cuencas periurbanas. Caso de estudio: Arroyo Las Catonas, Región Metropolitana de Buenos Aires. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires.

HERRERO, A.C. y FERNÁNDEZ, L. (2008). De los ríos no me rio. Diagnóstico y reflexiones sobre las cuencas metropolitanas de Buenos Ares. Ed: Temas Grupo Editorial, Buenos Aires.

ISUANI, F. (Editor), (2010). *Política Pública y Gestión del Agua. Aportes para un Debate Necesario* (en prensa)

MUÑOZ, N. (1972). Prospección Hidrogeofísica en Parque Industrial Oks II, Pilar, Provincia de Buenos Aires.

SANTA CRUZ, J. y SILVA BUSSO, A. (2002). Evolución hidrodinámica del agua subterránea en el Conurbano de Buenos Aires, Argentina. Boletín Geológico y Minero, 113 (3): 259-272-ISSN: 0366-0176

Sitios de Internet:

http://www.agencia.gov.ar/convocatorias/documentosconvocatorias/listado_CIIU.pdf

http://institucional.ideam.gov.co/jsp/index.jsf

http://www.indec.gov.ar/default_cna2002.htm

http://www.inta.gov.ar/

www.linkpilar.com.ar

http://www.mp.gba.gov.ar/sicm/agrupamientos/i_agrupamientos.php?PHPSESSID=960e80083a0609e9db138dfcb9d1e75e

http://www.portaldeparques.mp.gba.gov.ar/ad agrupamientos.php

Anexo I: Tabla de consumo mensual de agua de las industrias del PIP

Información brindada por el Municipio del Pilar. 2010

Actividad comercial	Categoría	Número perforaciones	consumo m³/mes	Consumo por perforación (m³/mes)
Fabricación de drogas y medicamentos	3	2	5770	2885
Prod. Higiene jabones detergentes	3	1	60000	60000
Fabr. auxiliares textiles	2	1	100	100
Fabr. y fracc. cloro, soda caustica, ac. clorhídrico,	3	3	33000	11000
Mayonesas, tomatados y sopas asépticas	2	5	29017	5803,4
Aditivos químicos para la alimentación	3	2	223	111,5
Elabor. sidra, ananá fizz, clericó fizz y bebidas	2	2	50	25
Fabr. Tub. y Acc. Plásticos	2	1	50	50
Fabr. Cierres	2	3	4000	1333,333333
Envasado gas Hidrógeno a presión	3		33	33
Fracc. Hidrógeno gaseoso a presión	3		10	10
Fabr. y Vta. Gases especiales -Oxido nitroso	3		279	279
Fab. Perfiles de aluminio	2	1	10	10
Fabr. Pigmentos inorgánicos	3	1	643	643
Alimenticia - Panificadora	2	1	6000	6000
Fabric. de Productos farmacéuticos y medicamentos	3	2	1300	650
Fabr. Cinta adhesiva	3	1	900	900
Fabr. Adhesivos	3		6000	6000
Fab. Prod. Saneamiento aguas servidas	3	1	20	20
Lab. especialidades medicinales	3	3	11000	3666,666667
Proc. Productos Cárnicos	2	2	2400	1200
Prod. Molinería	2	1	1000	1000
Moldeo de Poliestireno expandido	2		50	50
Química Carboximetilcelulosa	3	1	200	200
Fabr. artículos de Papel y cartón ncp	3	5	50000	10000
Fab. Prod. Descart. p/higiene	2	3	600	200
Fabr. espejos y vitreaux	2	3	950	316,6666667
Fabr. pisos y revestimientos cerámicos	3	8	5566	695,75
Fab. telas no tejidas	2	3	357	119
Acabado de tejido de punto	2	3	45963	15321
Especialidades Medicinales	3	3	3348	1116
Pirotecnia	3	1	30	30

		Número	consumo	Consumo por perforación
Actividad comercial	Categoría	perforaciones	m³/mes	(m³/mes)
Elabor prod quím paraquím formas vivotor	3	3	1833	611
Elabor. prod. quím., agroquím., farmac. y veter. Fab. Chacinados, salazones crudas, desp. P/3°	2	2	5700	2850
	3	3		1000
Fab. Hipoclorito de sodio		2	3000 2800	1400
Imprenta	3			
Fab. Tubos Plásticos y accesorios	2	1	150	150
Tintorería Industrial	3	3	12000	4000
Fab. Ladrillos huecos cerámicos	2	4	3000	750
Elabor. adhesivos enduído y selladores	3	1	900	900
Fabr. productos textiles no tejidos	2	3	200	66,6666667
Fabrica de envases plásticos	3	1	900	900
Fabr. artículos de caucho	2	1	100	100
Transformación termoplásticos	2	1	150	150
Trat. Quimica de agua y aceites transf electr.	3	2	400	200
Accesorios Sanitarios	2	1		0
Moldeo por inyección de env. plásticos	2	1	120	120
Fab. espuma de polietileno	2	1	22	22
Lab. especialidades medicinales	3	3	1420	473,3333333
Fabr. Bandejas Plásticas	2	2	1200	600
Fabr. asientos automov. Poliuretano	2	1	38400	38400
Fab. partes, piezas y acces p/vehic autom Cataliza	2	2	650	325
Frac. Alcohol	3	1	6	6
Fabr. sobres y bolsas de papel	2	1	2100	2100
Fabr. env. plásticos y embal. de poliesti	2	2	600	300
Env. Aluminio	3	2	18500	9250
Fabr. Limpiaparabrisas	2	2	25	12,5
Fab. mazo de cables para automóviles	2	2	800	400
Inyección y soplado de plásticos (sif. y bot.)	2	3	450	150
Tubos y conexiones de PVC	2	2	953	476,5
Fabr. Drogas y Soluc. Químicas p Dialisis.	3	1	1000	1000
Repostería Artesanal-Fab. Piononos,budines y galle	1	1	500	500
Caños plásticos	2	2	500	250
Elabor. fracc. De bebidas analcohfab prod plast	2	2	9400	4700
Ind. Plásticas Tanques	2		300	
Armado de eq. De AC y fabr. De conductos p/aire ac	2	1	10	10
Fabr. envases descartables	2	1	352	352

Actividad comercial	Categoría	Número perforaciones	consumo m³/mes	Consumo por perforación (m³/mes)
				, ,
Conversión de etiquetas y envases flexibles	3	1	2000	2000
Prendas de vestir /Hilado, tejido y acabado	3	2	400	200
Fabr. Varillas de madera p/ marcos cuadros y decor	2	2	10	5
Agroquimicos	3	2	96000	48000
Armado de Válvulas de aerosol y dosificadores	2	1	52	52
Elaboración de productos alimenticios diversos	2	2	3000	1500
Fabricacion de valvulas para aerosoles	2	2	18	9
Productos para tratamiento de aguas industriales	3	1	1100	1100
Homogeneizacion de miel	1	1	140	140
Elaboración de alimentos preparados para animales	2	2	90000	45000
Productos agricolas y agroindustriales	0	1	25	25
Fabricación de suelas	2	1	1	1
Derivados de grasas y aceites vegetales	3	1	1000	1000
Fraccionamiento de sustancias químicas para la	3	3	33000	11000
Saborizantes para alimentos balanceados p mascotas	3	2	832	416
Bobinas de polietileno y aislante termico	2	1	47	47
Metales desplegados, perforados, bandejas portacab	2	1	180	180
Agroquímicos	3	1	1000	1000
Fab de papel y prod de papel, imprenta y editorial	2		600	
Fabricación de cloruro férrico	3		300	
Fabr. Y Fracc. De productos quimicos, corte evarillado	3	1	16	16
Impresión de envases flexibles	3	1	450	450
Deposito y confeccion de medias e indumentaria	2	1	40	40
Fabrica de pinturas al latex y masilla	0	1	15	15
Impresión de folletos, estuches, afiches, etiqueta	3		800	
Fabricacion de film de polietileno y polipropileno	3	1	40	40
Fac de telas mescla algodón y poliester	2	1	50	50
Fabricacion de cajones plásticos	2	2	65	32,5
Fabricación de grisisnes, tostadas, budines y tort	2	2	80000	40000
Fabricación de bolsas plásticas con cuello y tapa	0	2	13000	6500