

EVALUACIÓN DE PELIGROSIDAD DE
CONTAMINACIÓN POTENCIAL DEL AGUA
SUBTERRÁNEA POR FUENTES PUNTUALES

CASO DE ESTUDIO: CIUDAD DE OLAVARRÍA

Alumna: Paula Fresta
Director de Tesis: Dr. Héctor Massone
2015, Mar del Plata

1. RESUMEN.

La evaluación del peligro de contaminación del acuífero es un prerequisite esencial para la protección de los recursos hídricos subterráneos, ya que identifica aquellas actividades humanas que tienen la mayor probabilidad de tener impactos negativos sobre el acuífero y así indica la priorización de las medidas de control y mitigación necesarias.

El área de estudio seleccionada comprende la ciudad de Olavarría y el área contigua periurbana. La misma se abastece totalmente del recurso hídrico subterráneo para su consumo de agua potable, y de ahí su importancia de prevención y cuidado del mismo.

El objetivo principal del presente proyecto es evaluar el peligro de contaminación potencial del agua subterránea por fuentes puntuales, en la ciudad de Olavarría, a fin de contribuir al proceso de toma de decisiones en la gestión del territorio y particularmente en la gestión del recurso hídrico. Para realizar esta evaluación se utiliza la metodología de Foster, la cual considera la interacción entre:

- . la carga contaminante sub-superficial que es o podría ser aplicada en el subsuelo como resultado de las actividades humanas, y
- . la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, que depende de las características naturales de los estratos que lo separan de la superficie del terreno.

Las distintas fuentes puntuales son valoradas con un índice potencial de carga contaminante, y la vulnerabilidad del acuífero es evaluada en base a dos de sus parámetros: la litología de la zona no saturada y la profundidad existente al acuífero. A partir de esta interacción, se obtienen fuentes puntuales con distintos niveles de peligrosidad de contaminación potencial.

Como resultado surge una vulnerabilidad del acuífero alta predominante en casi toda el área de estudio, y una mayoría de fuentes puntuales con peligrosidad de contaminación potencial alta y muy alta. Por ello las medidas de prevención y control adquieren gran relevancia en esta zona de estudio.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

1. Resumen.
2. Marco teórico.
3. Área de estudio.
 - 3.1. Caracterización del área de estudio.
 - 3.2. Antecedentes en el área de estudio.
4. Metodología.
 - 4.1. Identificación de actividades potencialmente contaminantes.
 - 4.2. Evaluación de la peligrosidad.
 - 4.2.1 Valoración de la carga contaminante.
 - 4.2.2 Evaluación de la vulnerabilidad del acuífero.
5. Resultados obtenidos.
6. Conclusiones y recomendaciones.
7. Anexos.
8. Bibliografía.
9. Agradecimientos.

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1: Inventario de establecimientos industriales.
- Tabla 2: Inventario estaciones de servicio.
- Tabla 3: Inventario lagunas efluentes.
- Tabla 4: Inventario de cementerios.
- Tabla 5: Inventario relleno sanitario.
- Tabla 6: Inventario cría intensiva animales.
- Tabla 7: Resumen de las características químicas e índices de peligro para actividades industriales comunes (Foster, 2002).
- Tabla 8: Índice de carga contaminante asignado por rubro.
- Tabla 9: Matriz vulnerabilidad del acuífero.
- Tabla 10: Matriz peligrosidad de contaminación.
- Tabla 11: Distribución resultados índice peligrosidad.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1: Área de estudio
- Figura 2: Ubicación relativa del partido y la ciudad de Olavarría.
- Figura 3: Hidrología superficial del área de estudio.
- Figura 4: Ubicación agrupamientos industriales (Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth).
- Figura 5: Ubicación pozos de abastecimiento de agua potable.
- Figura 6: Zona de exclusión según Ordenanza N° 3359/10.

Figura 7: Resumen de la metodología para la evaluación de peligrosidad del agua subterránea, (Tomado de Foster, 2002).

Figura 8: Ubicación canteras en zona próxima al área de estudio.

Figura 9: Profundidad del acuífero en el área de estudio.

Figura 10: Litología de la zona no saturada en el área de estudio.

Figura 11: Vulnerabilidad del acuífero.

Figura 12: Fuentes puntuales potenciales.

Figura 13: Valoración cargas contaminantes potenciales.

Figura 14: Peligrosidad de contaminación potencial.

Figura 15: Peligrosidad de contaminación potencial y proximidad a los pozos de abastecimiento de agua subterránea.

2. MARCO TEÓRICO.

El agua es un elemento insustituible para el sostenimiento de la vida humana y el resto de los seres vivos, siendo al mismo tiempo un insumo imprescindible en innumerables procesos productivos. Toda agua que utilizamos, sin importar su fuente, debe ser tratada como parte de un único recurso, reconociendo así la unicidad del ciclo hidrológico. La conectividad hidrológica que generalmente existe entre las distintas fuentes de agua hace que la extracción y/o contaminación en una de ellas repercutan en la disponibilidad de las otras. De ello se desprende la necesidad de ejercer controles sobre la totalidad de las fuentes de agua, protegiéndolas como una sola fuente de suministro.

A pesar de ser renovable, la escasez del agua se manifiesta gradualmente a medida que aumentan las demandas y los conflictos por su uso, y su vulnerabilidad se manifiesta con la creciente degradación de su calidad. (COHIFE, 2003). Así, el crecimiento poblacional, la variabilidad climática, las prácticas inadecuadas y el desarrollo científico han puesto en evidencia que el manejo sostenible de los recursos hídricos es uno de los principales asuntos a enfrentar de inmediato para encausar el planeta en la vía del desarrollo sostenible. El manejo inadecuado, la contaminación de sus cursos superficiales y subterráneos hace del problema hídrico un asunto prioritario. (PNUMA, 2004)

La gestión ambiental del territorio busca, de manera amplia, equilibrar racionalmente la demanda de los recursos naturales de la Tierra, con la capacidad natural del ambiente para que la explotación sea de una manera sustentable (Colby, 1990). Dentro de este proceso, conviven la planificación hidrológica y la gestión de los recursos hídricos. El logro de los objetivos de la planificación hidrológica se alcanza mediante la adecuada combinación de acciones estructurales, como construcciones de infraestructura, y de medidas no estructurales, tales como: medidas de gestión, medidas tecnológicas, disposiciones legales y reglamentarias.

Según la Asociación Mundial para el Agua, la gestión integral de los recursos hídricos (GIRH) es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinado del agua, el suelo y los otros recursos relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales. (GWP, 2008). La gestión integral del recurso hídrico debe basarse en una perspectiva ecosistémica, en la cual el agua debe ser vista como parte integral del ecosistema, como un bien social y económico cuya cantidad y calidad determinan la naturaleza de su utilización (Andrade Pérez, 2004.) Debe considerar al ambiente en todas sus actividades, desde la concepción misma de los proyectos y programas hasta su materialización y continua evolución. Debe prever y controlar externalidades negativas, explicitando los impactos ambientales y perjuicios a terceros que pudiera aparejar un determinado manejo,

asignación del recurso o contaminación de una fuente de agua, reduciendo los factores de riesgo y logrando el equilibrio entre la utilización del recurso y su protección.

Las múltiples actividades que se desarrollan en un territorio (agricultura, ganadería, explotación forestal, minería, urbanización, industria) afectan de una u otra forma a los recursos hídricos. De ello se desprende la necesidad de imponer prácticas sustentables en todas las actividades que se desarrollen en las cuencas hídricas. Al mismo tiempo exige que el sector hídrico participe en la gestión territorial de las mismas, interviniendo en las decisiones sobre el uso del territorio e imponiendo medidas mitigatorias y restricciones al uso del suelo cuando pudiera conducir a impactos inaceptables en los recursos hídricos. (COHIFE, 2003). Dentro de la totalidad de los recursos hídricos, el agua subterránea es un recurso natural vital para el suministro económico y seguro de agua potable en el medio urbano y rural, y juega un papel fundamental (pero frecuentemente poco apreciado) en el bienestar del ser humano y de muchos ecosistemas acuáticos. Por ello existe una gran necesidad de llevar a cabo campañas proactivas y acciones prácticas destinadas a proteger la calidad natural del agua subterránea (que por lo general es excelente), las cuales se pueden justificar sobre la base tanto de criterios amplios de sustentabilidad ambiental como de criterios más estrechos de beneficio económico. (Foster, 2002)

Las aguas subterráneas se originan principalmente por exceso de precipitación que se infiltra directamente a través del suelo, o indirectamente desde ríos y lagos por grietas y poros de la roca, hasta alcanzar un nivel impermeable que no la deja descender más. Se denominan acuíferos a aquellas formaciones o estratos del perfil estratigráfico, de los cuales se puede obtener agua con fines utilitarios. La contaminación de los acuíferos (entendida como pérdida de su calidad natural en términos de utilidad para la sociedad) puede ocurrir de diversas maneras; frecuentemente ocurre cuando existe una carga de contaminantes sobre el suelo generada por descargas o lixiviados de actividades urbanas, industriales, agrícolas, mineras, entre otras, llega al acuífero y excede la capacidad natural de atenuación del subsuelo y estratos suprayacentes. Los perfiles naturales del subsuelo atenúan muchos contaminantes en forma activa, e históricamente han sido considerados potencialmente eficaces para la disposición segura de excretas humanas y aguas residuales domésticas. La autoeliminación de contaminantes durante el transporte subterráneo en la zona vadosa (no saturada) es el resultado de la degradación bioquímica y de la reacción química, pero los procesos de retardo de contaminantes por fenómenos de adsorción son igualmente importantes, ya que aumentan el tiempo disponible para los procesos que conducen a su eliminación. Sin embargo, no todos los perfiles del subsuelo y estratos subyacentes son igualmente eficaces en la atenuación de contaminantes. (Foster, 2002). El grado de atenuación también variará ampliamente según el tipo de contaminante y el proceso de contaminación en un ambiente determinado.

El término peligro de contaminación del recurso hídrico subterráneo se refiere a la probabilidad de que el agua subterránea de un acuífero se contamine, en concentraciones que superen los valores guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la calidad del agua potable. (Foster, 2002)

En este proyecto, se evalúa la peligrosidad de contaminación del agua subterránea siguiendo uno de los enfoques más utilizados y lógicos a la vez (Foster, 2002; Massone y Martínez, 2008). El mismo considera el peligro de contaminación como la interacción entre:

- . La vulnerabilidad del acuífero, que representa la sensibilidad de un acuífero a ser afectado en forma adversa por una carga contaminante impuesta, y
- . La carga contaminante, que se aplica, o podría llegar al medio subterráneo como resultado de la actividad humana en la superficie.

Con este enfoque se puede tener alta vulnerabilidad, pero ningún peligro de contaminación en los casos en que no exista una carga contaminante significativa al subsuelo, y viceversa. Por otra parte, la carga contaminante puede ser controlada o modificada, pero la vulnerabilidad de los acuíferos está determinada esencialmente por el entorno hidrogeológico natural. Que el peligro resulte en una amenaza para una determinada fuente de abastecimiento dada, depende fundamentalmente de su ubicación con respecto al área de captación de la fuente de agua subterránea y secundariamente de la movilidad y dispersión los contaminantes involucrados en el régimen local de flujo de agua subterránea (Foster, 2002).

Dentro de las diversas clasificaciones de carga contaminante, una de las más clásicas es la derivada del modo de disposición de la carga, Así, se reconocen esencialmente fuentes de tipo difusa, cuya carga contaminante se dispone de manera extendida por un espacio o territorio (por ejemplo las derivadas de actividad agrícola) y fuentes de tipo puntual, donde la carga está localizada espacialmente en un punto (por ejemplo industrias). De la misma manera se pueden reconocer cargas contaminantes reales o efectivas (comprobadas a partir de muestreos) y cargas potenciales o posibles (dadas por ejemplo por el tipo de actividad desarrollada en el lugar de estudio).

El objetivo principal del presente proyecto es evaluar el peligro de contaminación potencial del agua subterránea por fuentes puntuales, en la ciudad de Olavarría, a fin de contribuir al proceso de toma de decisiones en la gestión del territorio y particularmente en la gestión del recurso hídrico.

3. **ÁREA DE ESTUDIO.**

3.1. Caracterización del área de estudio.

3.1.a. Características geográficas, físicas y demográficas.

El área de estudio seleccionada para este trabajo comprende la ciudad de Olavarría y el área contigua periurbana. En términos geográficos el área de estudio se extiende entre los 36° 49' y 36° 57' de latitud sur y entre los 60° 12' a 60° 23' de longitud oeste (Figura 1).



Figura 1: Área de estudio.

La ciudad de Olavarría se ubica en el centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina; y es la ciudad cabecera de su partido homónimo (Figura 2).

Además de su ciudad cabecera, el partido de Olavarría está integrado por las localidades de Sierra Chica, Colonia Hinojo, Hinojo, Sierras Bayas, Colonia San Miguel, Colonia Nieves, Cerro Sotuyo, La Providencia, Loma Negra, Espigas, Recalde, Santa Luisa, Durañona, Pourtalé, Rocha, Mapis, Muñoz, Iturregui y Blanca Grande.

La ciudad de Olavarría se ubica sobre la Ruta Nacional N° 226 y la Ruta Provincial N° 51, a 44 kilómetros de la Ruta Nacional N° 3. Dicho posicionamiento facilita la comunicación e interacción con otros importantes puntos del país. El partido de Olavarría limita al noreste con Tapalqué, al este con Azul, al sudeste con

Benito Juárez, al sur con Laprida, al suroeste con Gral. Lamadrid, al oeste con Daireaux y al noroeste con Bolívar.



Figura 2: Ubicación relativa del partido y la ciudad de Olavarría (Fuente: Google Maps).

En cuanto a su demografía, el partido de Olavarría cuenta con más de 111.000 habitantes (INDEC, 2010), y su ciudad cabecera tiene una población de casi 90.000 habitantes; lo que representa un incremento del 7,1% frente al censo anterior (INDEC, 2001).

La ciudad de Olavarría se ubica en un relieve prácticamente plano, con una suave pendiente (0,5%) al noreste, no así la totalidad del partido. Las unidades geomorfológicas son dos: la planicie loésica y la terraza del río Tapalqué. (Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, 2002)

Fuera del ejido urbano de la ciudad, y abarcando un área mayor dentro del partido, el relieve está compuesto por cerros, sierras y elevaciones menores, pertenecientes al Sistema de Tandilia; las mismas constituyen una cadena de cerros aislados en cuyas cúspides afloran rocas de edad precámbrica y paleozoica inferior, extendiéndose unos 330 kilómetros hasta la ciudad de Mar del Plata, alcanzando una altura máxima de 500 metros sobre el nivel del mar. Morfoestructuralmente el área de estudio se ubica en una región donde el basamento ígneo-metamórfico y neopaleozoico se encuentra relativamente a menor profundidad con respecto a las cuencas sedimentarias que se ubican a su alrededor, aflorando en las sierras de mayor altura. El área restante ocupada por la llanura, no presenta afloramientos de rocas y está enteramente compuesta por sedimentos de origen continental dominados ya sea por textura limosa o arenosa. (Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, 2002)

La hidrología superficial está representada por lagunas y arroyos, algunos de régimen permanente y otros temporarios. El arroyo más importante de la ciudad es el Tapalqué, que nace en los Manantiales de Querandíes y cruza la ciudad de sur a norte. La laguna más visitada, Blanca Grande, ubicada en el ángulo norte del Partido. Aunque la laguna más cercana a la ciudad es la Laguna Blanca Chica. (Figura 3).



Figura 3: Hidrología superficial del área de estudio.

En cuanto a la hidrología subterránea, el principal acuífero se ubica entre 40 y 60 metros de profundidad y está integrado por arenas gruesas y gravas finas que se apoyan directamente sobre el basamento. Existe una capa freática a unos 5 metros de profundidad, la cual en las depresiones puede estar aflorando teniendo oscilaciones entre la época estival y la invernal. (Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, 2002). Históricamente, esta capa estuvo a mayor profundidad, pero consecuencia del clima más húmedo de los últimos 20 años ha subido su nivel. La recarga de este acuífero proviene de las lluvias locales y se ubica en la zona serrana y su piedemonte. De todas maneras, características del acuífero de la zona de estudio serán comentadas con mayor detalle en el punto 4.2.2 donde se escribirá sobre la vulnerabilidad del mismo.

En el área urbana de Olavarría, la cobertura de hogares con acceso al agua de red es de 92,3 %, según datos de la Encuesta de Hogares y Empleo elaborada por la Subsecretaría de Indicadores Locales en 2014. Por otra parte, tanto en el área urbana sin cobertura de red, como en el área rural próxima, el abastecimiento de agua es por pozos domiciliarios; los cuales solo alcanzan la profundidad mínima para el abastecimiento unifamiliar.

En referencia a las características climáticas del área de estudio, la ciudad de Olavarría corresponde a un clima templado pampeano, el cual se caracteriza porque la estación más cálida es también la más lluviosa. Con temperaturas medias anuales de 13,9°C y marcas pluviométricas anuales de 800 mm, la primavera y el verano son las estaciones con mayor número medio de días con precipitaciones, con valores próximos a un día de cada tres con precipitaciones mayores a 1 mm. Sin embargo, una de las características climáticas más destacable del sector es la alternancia de periodos con excesos y con déficits hídricos.

De todas maneras, dada la vinculación de la precipitación con las demás variables atmosféricas, los excesos hídricos capaces de infiltrar en profundidad y/o escurrir superficialmente, se producen desde marzo a noviembre o diciembre. La estación meteorológica de Olavarría, no pertenece a la red de Servicios Meteorológicos Nacional, por lo que generalmente los datos se obtienen de las estaciones meteorológicas más cercanas que son la de la ciudad de Bolívar y la de la ciudad de Azul.

3.1.b Características económicas y productivas.

En cuanto a las actividades económicas, se destaca el crecimiento de agrupamientos industriales, la actividad minera, un comercio pujante, el desarrollo del transporte automotor de cargas, el fuerte impulso del sector de la construcción, un creciente desarrollo del sector servicios, como así también la producción agrícola – ganadera.

Olavarría ofrece importantes agrupamientos industriales: el Parque Industrial Olavarría (PIO), que comprende los Sectores I, II, III, IV y V, la Zona de Actividades Logísticas (ZALO) y el Sector Industrial Planificado de Granos (SIPG) (Ver Figura 4). Los emprendimientos instalados en el predio comprenden variados rubros: agroindustria, construcción, fabricación de bienes, metalmecánica, ingeniería, servicios de mantenimiento, entre otros. Tales agrupamientos se registran linderos o en las cercanías de la Autovía 226, y ofrecen importantes ventajas comparativas a nivel de infraestructura: poseen acceso y calles internas pavimentadas, redes de agua potable y gas con distribución al 100% de las parcelas, desagües pluviales, desagües cloacales (sólo PIO I) conectados a la planta depuradora cloacal de la ciudad, energía eléctrica en el total de las parcelas, alumbrado público, áreas verdes, cerramiento perimetral, provisión de Internet, servicio de telefonía fija, señalización y transporte urbano con acceso a la zona.

Por otra parte, el predio ZALO (Zona de Actividades Logísticas) se trata de un agrupamiento industrial desde donde se desarrolla gran parte de las actividades relativas al transporte, la logística y la distribución de mercancías. En el SIPG (Sector Industrial Planificado de Granos) se lleva a cabo el depósito, acopio, fraccionamiento y traspaso de carga de granos.

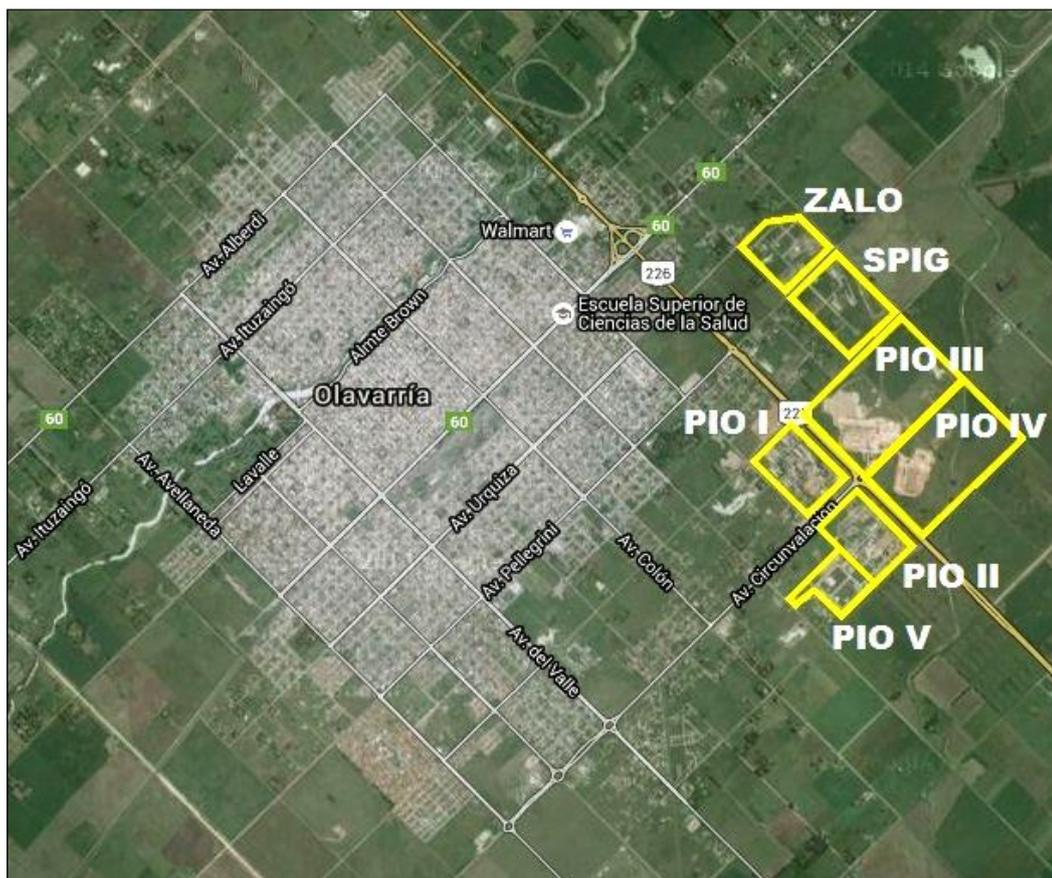


Figura 4: Ubicación agrupamientos industriales (Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth).

El Partido de Olavarría se posiciona en un lugar muy importante en lo que respecta al desarrollo de la minería no metálica y de rocas de aplicación. Se constituye como el principal centro minero de la Provincia de Buenos Aires, donde la actividad extractiva propiamente dicha se desarrolla en canteras a cielo abierto cercanas, y en muchos casos linderas, al predio de la ciudad y localidades próximas. La industria minera de Olavarría posee minerales estratégicos para su desarrollo, tales como el granito, la caliza y la dolomita, y los subproductos derivados del proceso industrial, como el cemento y la cal, fundamentales para el crecimiento regional.

En referencia a la actividad ganadera, Olavarría es un partido estratégico en esta materia dentro de la provincia; debido a que es uno de los principales centros en cuanto a la cantidad de cabezas de ganado; según datos proporcionados por SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria), (Libro de Olavarría, Municipalidad de Olavarría, 2013). La ganadería en el Partido de Olavarría es en su mayoría extensiva mixta, presentando áreas destinadas a cría y a engorde o invernada. En general los campos son poco aptos para las pasturas artificiales y se los mantiene en su cobertura natural de gramíneas.

3.2. Antecedentes del área de estudio.

Dentro del área de estudio seleccionada y detallada anteriormente, no se han encontrado estudios ni trabajos relacionados con la evaluación de peligrosidad de contaminación del agua subterránea por fuentes puntuales.

Uno de los trabajos más relacionados con esta temática, corresponde a un informe que realizó el Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA), en convenio con Coopelectric S.A. (Varni y Weinsattel, 2008). Este informe detalla las tareas efectuadas en el estudio del subsuelo del ámbito periurbano de la ciudad de Olavarría, con el objeto de definir áreas con aptitud, tanto en cantidad como en calidad, para la futura construcción de pozos que amplíen la capacidad de abastecimiento de agua potable a la población.

Cabe destacar que la mayoría de los pozos de abastecimiento de agua potable se ubican en zonas periurbanas, pero con perspectivas a una creciente urbanización (Figura 5). Por ello es necesario controlar la ubicación de eventuales emprendimientos que puedan ser potenciales focos de contaminación en el área de influencia de los pozos.

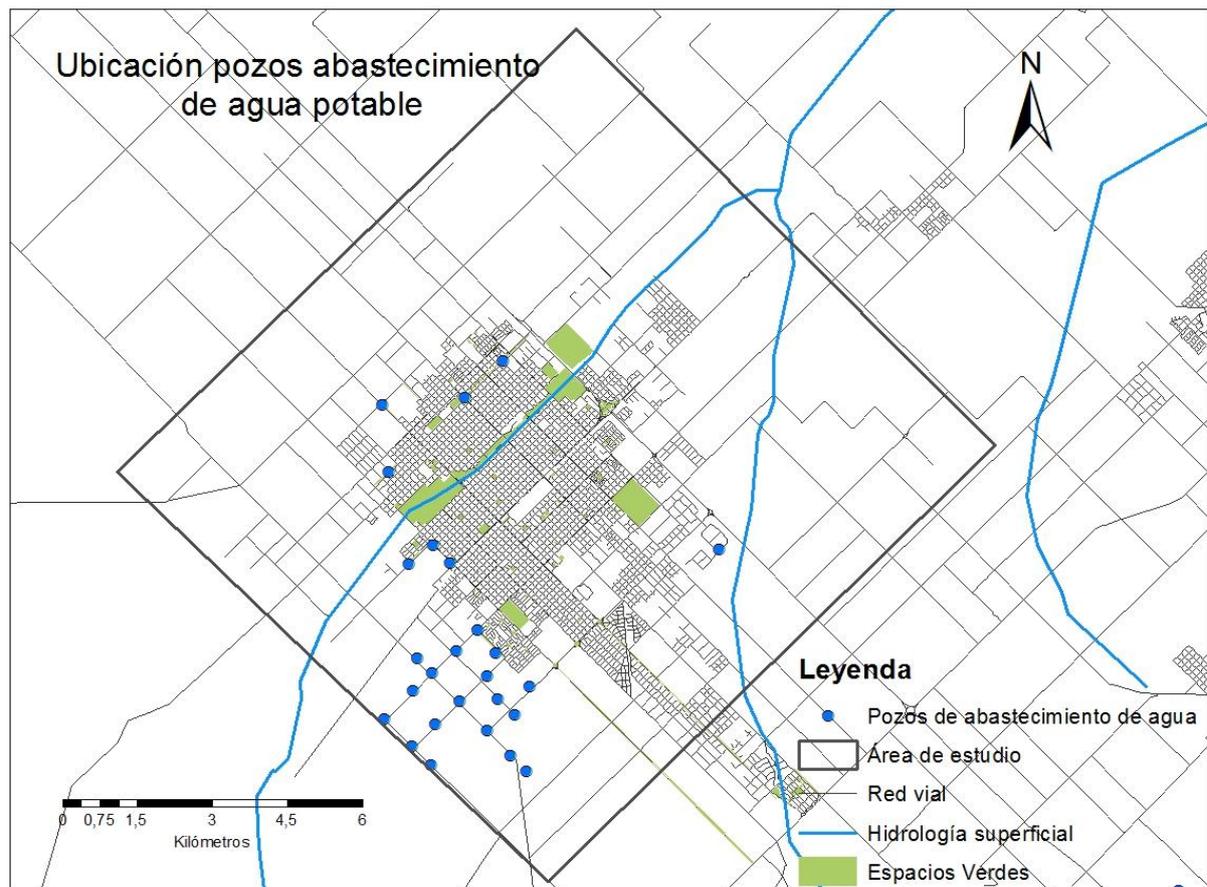


Figura 5: Ubicación pozos de abastecimiento de agua potable.

Con respecto a las medidas de prevención de la contaminación del agua subterránea, existe la Ordenanza N° 3359/10, la cual establece la protección de los pozos de captación destinados al consumo de la población del Partido de Olavarría, y define aquellas industrias y/o emprendimientos cuya instalación es pasible de producir un impacto ambiental nocivo, definiendo zonas de exclusión para las mismas. El objetivo de esta ordenanza es establecer un perímetro de protección de dos kilómetros a la redonda de cada pozo de abastecimiento actual y futuro, prohibiendo la instalación de las siguientes industrias y/o emprendimientos productivos en las áreas de exclusión determinadas:

- . Emprendimientos que vuelquen efluentes a pozos absorbentes, conforme Resolución 389 de AGOSBA (Administración General de Obras Sanitarias Buenos Aires) y modificatorias.

- . Industrias que vuelquen o acopien residuos sobre la superficie sin tratamiento previo;

- . Industrias de categoría 2 y 3 conforme los tipos establecidos por la Ley de Radicación Industrial N° 11459.

- . Establecimiento de engorde de ganado a corral (feed lot).

- . Estaciones de servicio con lavadero.

- . Industrias que acopien residuos peligrosos.

- . Drenajes de aguas pluviales.

- . Cría intensiva de animales.

- . Tambos.

- . Actividades que contemplen usos o almacenamiento de pesticidas.

Todas aquellas industrias o emprendimientos industriales que pretendan instalarse en las zonas de exclusión (Figura 6), deberán presentar, al iniciar el trámite de habilitación municipal, la memoria descriptiva de su actividad y el informe de impacto ambiental confeccionado conforme a la normativa vigente.

En la misma ordenanza, también se intenta proteger las aguas superficiales del Partido, estableciendo un perímetro de exclusión de un radio de un kilómetro desde el margen del curso o espejo de agua para la instalación de las mismas actividades y/o emprendimientos mencionadas anteriormente.

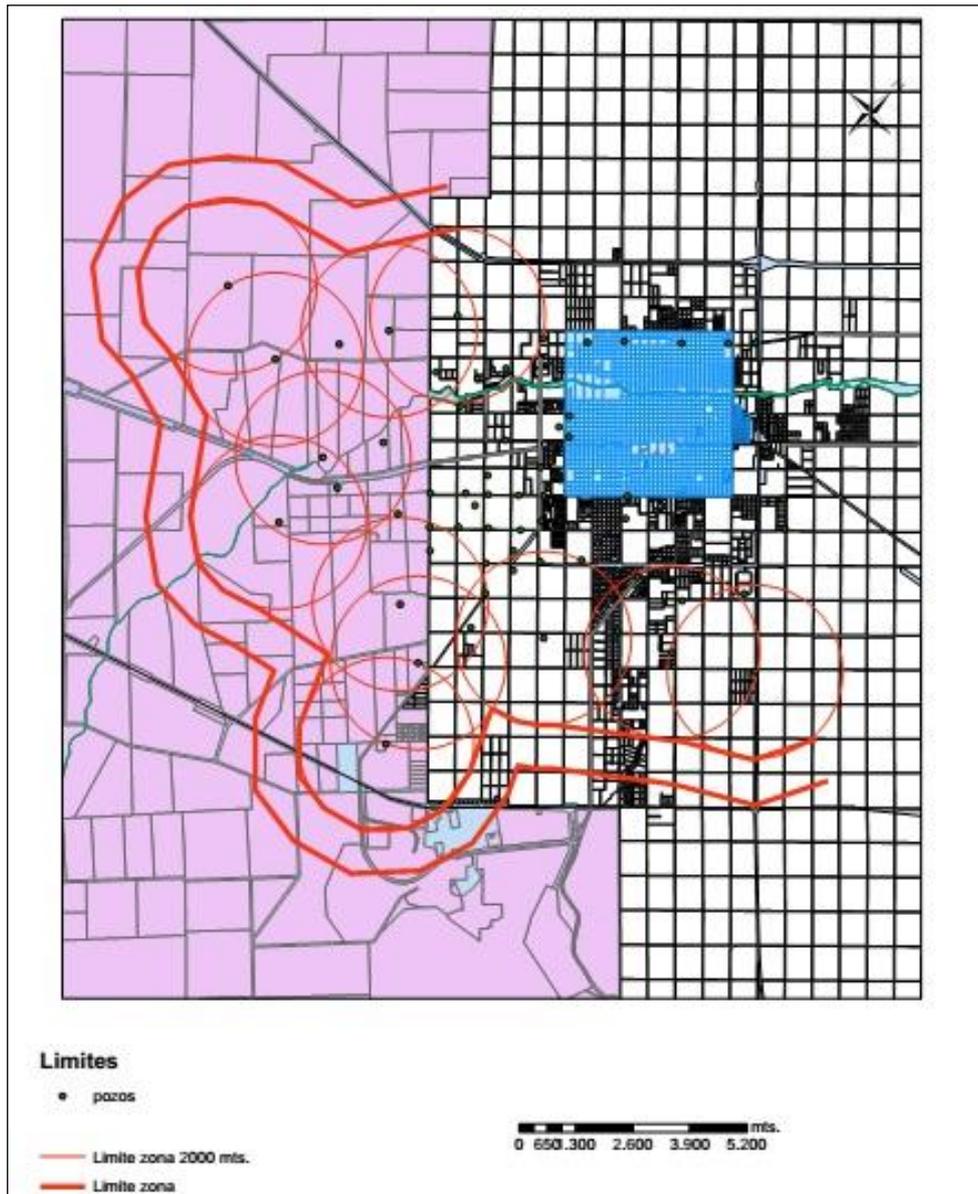


Figura 6: Zona de exclusión según Ordenanza N° 3359/10.

4. METODOLOGIA.

La evaluación del peligro de contaminación del acuífero es un prerequisite esencial para la protección de los recursos hídricos subterráneos, ya que identifica aquellas actividades humanas que tienen la mayor probabilidad de tener impactos negativos sobre el acuífero y así indica la priorización de las medidas de control y mitigación necesarias (Foster, 2002).

El peligro de contaminación de acuíferos en cualquier localización dada puede ser determinado considerando la interacción entre:

- la carga contaminante sub-superficial que es, será o podría ser aplicada en el subsuelo como resultado de las actividades humanas.
- la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, que depende de las características naturales de los estratos que lo separan de la superficie del terreno.

Así, en términos prácticos, la evaluación del peligro involucra la consideración de esta interacción (Foster, 2002) mediante la superposición de los resultados del inventario de potenciales cargas contaminantes al subsuelo (que se describe en 4.1 y 4.2.1) con el mapa de vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos (ver en 4.2.2).

De la interacción de los mapas, surgirán como resultados distintos niveles de peligrosidad en las distintas fuentes dentro del área de estudio. La preocupación más grave surgirá donde se presenten actividades capaces de generar carga contaminante elevada en un área de alta o extrema vulnerabilidad del acuífero. La particularidad de este trabajo respecto a la metodología empleada, es que al tratarse de fuentes puntuales y no de fuentes difusas de contaminación, las potenciales cargas contaminantes estarán representadas con puntos y no con áreas de polígonos; por lo tanto, el resultado obtenido no serán áreas con diferentes niveles de peligrosidad, sino ubicaciones puntuales.

Como complemento de esta metodología, en el presente trabajo se incluye la ubicación de las fuentes de abastecimiento del recurso hídrico subterráneo. Se considera la ubicación de los pozos de extracción de agua subterránea como un aspecto importante en la determinación de los resultados finales de la evaluación de peligrosidad. Si las actividades que tienen un alto potencial para generar una carga contaminante al subsuelo ocurren en un área de alta vulnerabilidad del acuífero, y además en las cercanías de un pozo de captación, el peligro de causar contaminación significativa a la fuente de abastecimiento sería aún más serio.

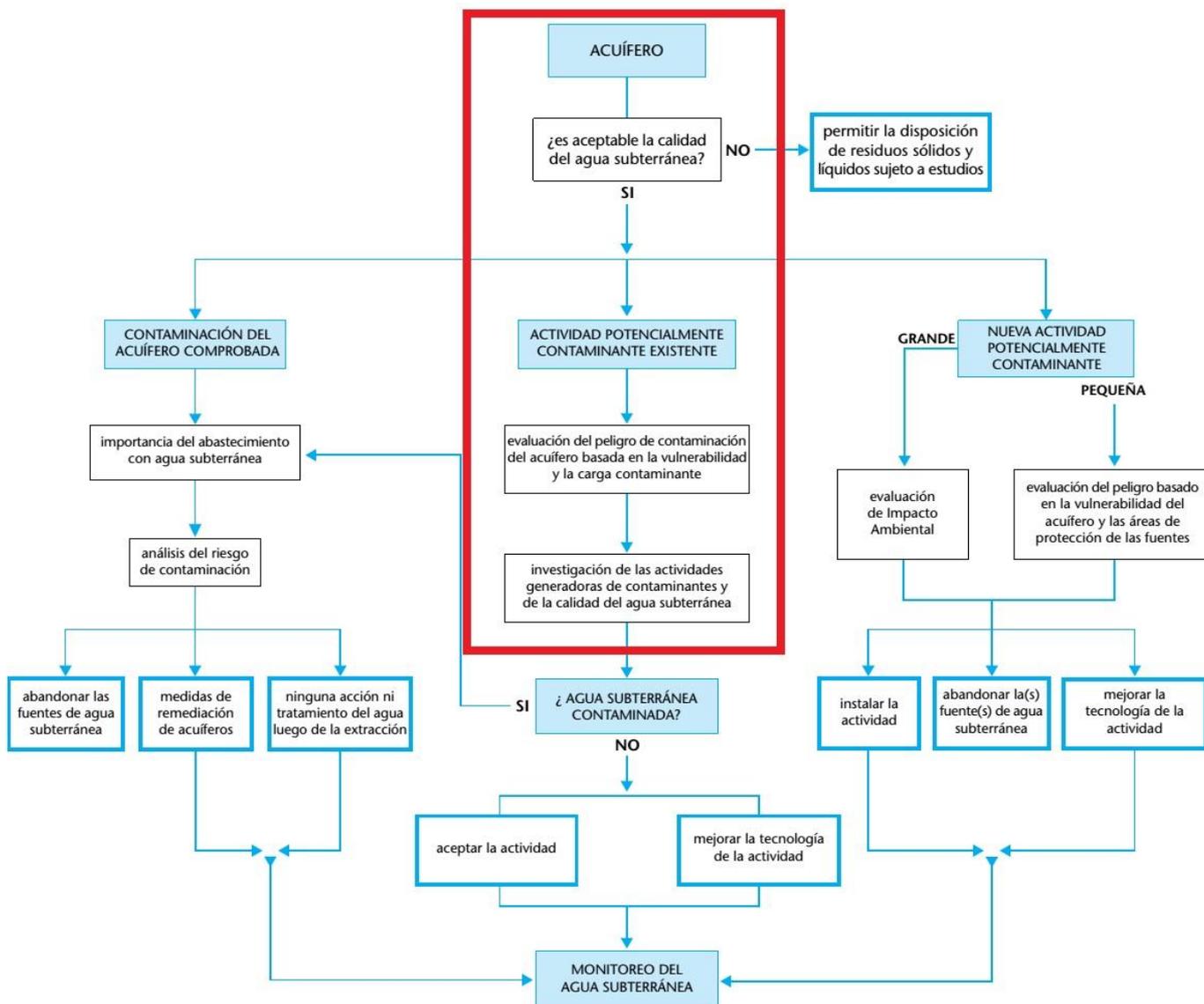


Figura n° 7: Resumen de la metodología para la evaluación de peligrosidad del agua subterránea (Tomado de Foster, 2002).

4.1. Identificación de actividades potencialmente contaminantes.

Como ya se mencionó, las fuentes de contaminación del agua subterránea pueden ser diversas y se diferencian principalmente según el tipo de contaminante y la forma en que emiten dicha contaminación. Foster et al (2002) hace la diferencia entre fuentes que generan contaminación difusa, y fuentes que generan contaminación puntual.

. Fuentes de contaminación difusas: Son aquellas fuentes que no generan una pluma de contaminación claramente definida sino que normalmente impactan en un área y volumen mucho mayor del acuífero. Entre estas fuentes se encuentran por ejemplo las actividades agrícolas y el saneamiento in situ.

. Fuentes de contaminación puntuales: Son aquellas fuentes que al emitir un contaminante al acuífero producen una clara pluma de contaminación en él. Se cree que este tipo de fuente de contaminación es más sencillo de identificar, monitorear y controlar; sin embargo, cuando múltiples de estas actividades se concentran en un área relativamente reducida en extensión, terminan por equivaler a una fuente difusa en lo que respecta a su identificación y control.

Las fuentes puntuales elegidas como potenciales generadoras de carga contaminante al subsuelo fueron las siguientes: establecimientos industriales, estaciones de servicio, lagunas de efluentes residuales, cementerios, centro de disposición de residuos, establecimientos de cría intensiva de animales (feed lot), cavas y canteras.

El diseño del inventario de potenciales cargas contaminantes comprendió la identificación de todas las fuentes puntuales, la localización espacial (geo posicionamiento) y la caracterización y valoración de las mismas.

Establecimientos industriales.

Las actividades industriales son consideradas como una de las principales fuentes potenciales de contaminación, como resultado del volumen, concentración y tipos de productos químicos y residuos que manipulan.

Respecto al relevamiento de los datos, la mayor parte de estos estaban dispersos en manos de organismos municipales y del sector privado, por lo que el acceso a los mismos fue una ardua tarea. Este proceso concluyó con la obtención de los datos relevados en el Censo Industrial de 2011 que realizó la Municipalidad de Olavarría. Este fue el segundo censo industrial realizado en la ciudad y el primero realizado para las empresas de servicios.

Desde ADELO (Agencia de Desarrollo Local de Olavarría), aportaron una lista con todas las empresas relevadas en el censo; y luego ésta fue depurada y modificada hasta obtener la actual lista de industrias radicadas en la ciudad (Ver Tabla 1 en el Anexo). Inicialmente, el proceso se basó en la eliminación de aquellas empresas que no incluyeran una elaboración o producción de un bien material, es decir que no son industrias. Luego, se realizó un proceso de verificación y control para evaluar si efectivamente las industrias listadas seguían en actividad, y de ser así, si se encontraban localizadas en la misma ubicación (debido a que el origen de los datos era del año 2011).

Una vez que se obtuvo la actualización de los datos respecto a la razón social de las mismas y a su dirección, se las clasificó según el rubro en diferentes categorías para poder asignarles luego diferentes valores de potencial carga contaminante siguiendo principalmente los parámetros y metodología de Foster et al. (2002) y Zaporozec (2004).

Finalmente, la última etapa en el proceso de elaboración del inventario de los establecimientos industriales fue la localización y ubicación geográfica de los 201 establecimientos industriales relevados. Haciendo uso de Google Maps se obtuvieron las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de cada una de las industrias, y luego se ingresaron al software ArcGIS 10.3.

Estaciones de servicio.

Otra de las fuentes puntuales seleccionadas fueron las estaciones de servicio. Estas manipulan grandes volúmenes de hidrocarburos potencialmente contaminantes almacenados en tanques enterrados que no permiten una inspección visual de fugas.

El relevamiento de datos para conocer las estaciones de servicio instaladas dentro del área de estudio, se realizó mediante información proporcionada por páginas web, a saber: Secretaría de Energía de la Nación, Páginas Amarillas, y Argentino. A partir de estas tres fuentes, se confeccionó una única lista, luego de haber verificado mediante Google Earth e inspecciones visuales que las estaciones de servicio allí citadas continúen en actividad y funcionamiento.

Para su localización geográfica se procedió de la misma forma que con las demás fuentes puntuales. Mediante la utilización de Google Maps se obtuvieron las coordenadas geográficas del punto y luego se introdujeron al software ArcGIS 10.3 (Ver Tabla 2 en el Anexo).

Lagunas de efluentes.

Las lagunas de efluentes son otras de las fuentes puntuales consideradas como potenciales generadoras de carga contaminante al subsuelo. Estas son utilizadas para el almacenamiento, tratamiento, evaporación, sedimentación y oxidación de efluentes líquidos. La valoración de su potencial contaminante será tratada con mayor detalle en la siguiente sección ya que depende de varios factores, tales como: la composición de los efluentes (y por lo tanto el origen de los mismos), y la forma de construcción de la laguna.

Dentro del área de estudio, en la ciudad de Olavarría, existen sólo dos lagunas de efluentes. Una es la laguna de efluentes cloacales del Municipio, y la otra es la laguna de tratamiento de los lixiviados provenientes del relleno sanitario. (Ver Tabla 3 en el Anexo). El dato de la ubicación de estas fuentes fue obtenido de Google Maps.

Cementerios.

La práctica de la sepultura de los seres humanos podría ser una fuente puntual de contaminación del agua subterránea. En la sección siguiente se tratará la valoración de esta carga contaminante, aunque a priori pareciera ser una fuente con poco o bajo impacto.

En relación a la obtención de los datos, dentro del área de estudio existen dos cementerios, el cementerio Municipal de Olavarría, y un cementerio privado, nombrado Loma de Paz. Las latitudes y longitudes de los mismos fueron obtenidas, al igual que en las demás fuentes, de Google Maps (ver tabla 4 en el Anexo)

Relleno Sanitario

Los sitios de disposición final de residuos sólidos son considerados como una fuente puntual de contaminación para el agua subterránea. En el caso del área de estudio seleccionada, existe un relleno sanitario habilitado por OPDS (Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible) para la disposición final de los residuos sólidos urbanos generados en la ciudad. A su vez, el antiguo basural a cielo abierto que existía antes de la construcción del relleno mencionado, se ubicaba en el mismo predio. Por lo tanto, existe una sola fuente puntual dentro del área de estudio respecto a los sitios de disposición de residuos.

Respecto a la fuente de obtención de los datos, esta información fue consultada en ADELO, y la localización del predio fue realizada mediante Google Earth y Google Maps, siguiendo el mismo procedimiento que con las demás fuentes puntuales. (Ver Tabla 5 en el Anexo).

Cría intensiva animales.

Los sitios de cría intensiva de animales, engorde a corral, o comúnmente llamados feed lot, pueden ser considerados como una potencial fuente de contaminación para el agua subterránea. A diferencia de la ganadería extensiva, que podría ser considerada como una fuente difusa de contaminación, la cantidad de ganado que existe en un área reducida hace que se la deba considerar como una fuente de tipo puntual.

Respecto al relevamiento de datos, se consultó personalmente con el organismo SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria), en la oficina de Olavarría. Se obtuvo una lista con los registros de los feed lot activos en la zona, a partir de la cual se determinó que sólo un establecimiento se ubica dentro de la zona de estudio.

La localización del mismo predio fue proporcionada por el mismo organismo, el cuál brindó un mapa con su ubicación y su número de chacra. Esta información luego fue trasladada al Google Maps para poder obtener sus coordenadas geográficas. (Ver Tabla 6 en el Anexo).

Cavas y canteras

Las actividades de extracción y explotación pueden causar importantes impactos en la calidad del agua subterránea; principalmente debido a los cambios hidráulicos que provocan y a los posibles impactos que pudiesen presentarse una vez abandonadas las excavaciones. Dentro de la totalidad de las industrias de extracción (explotación de material inerte, extracción de metales y otros depósitos potencialmente reactivos, explotación de hidrocarburos), en la zona de estudio es de significativa importancia la extracción de materiales inertes. Como bien se mencionó anteriormente, es una de las principales actividades desarrolladas en el Partido de Olavarría y de alta significación en la matriz económica local. En este tipo de actividad, el mayor interés está dado por la evaluación de los cambios que esta actividad puede causar a la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos y a su sistema de flujo subterráneo, principalmente porque disminuye el espesor de la zona no saturada, y de esta manera disminuye la capacidad para atenuar el flujo de potenciales contaminantes.

Respecto al relevamiento de datos, se realizó una recopilación de las canteras y cavas existentes en la zona mediante la búsqueda en páginas de internet, principalmente en la página del gobierno local. A partir de esta búsqueda se realizó un inventario y el mismo fue corroborado por expertos locales en el tema.

Se pudo observar que la totalidad de las mismas se ubican fuera del área de estudio. De todas maneras, se considera necesaria su mención en el trabajo debido a su importancia y vínculo con la temática del presente proyecto, no sólo por su impacto en la vulnerabilidad del acuífero y generación de carga contaminante (por ejemplo, muchas de las que quedan en desuso luego terminan funcionando como basureros clandestinos), sino también por la cantidad de cavas y canteras establecidas en zonas próximas al área de estudio (Ver Figura 8).

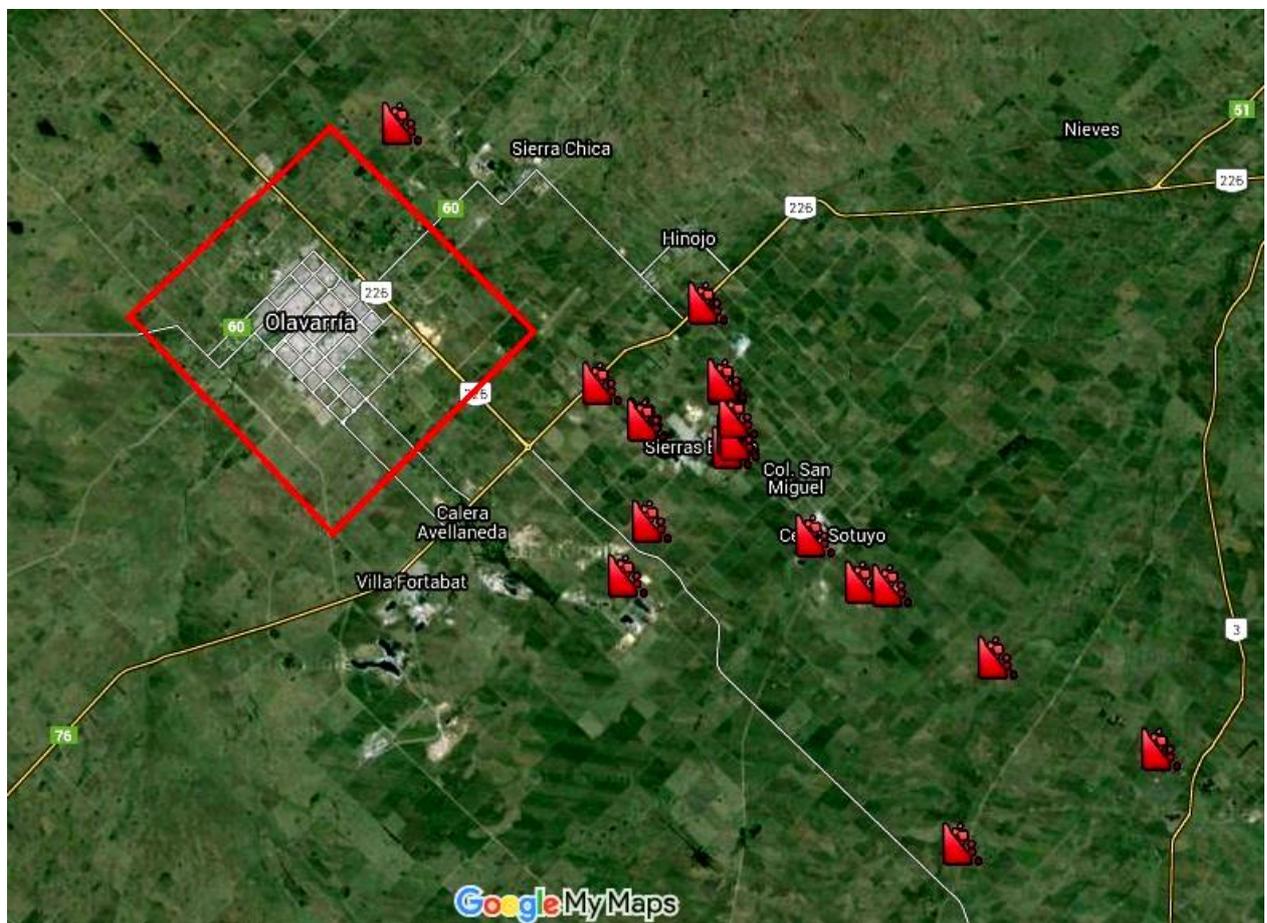


Figura 8: Ubicación canteras en zona próxima al área de estudio.

4.2 Evaluación de la peligrosidad

Para realizar la interacción entre el mapa de cargas contaminantes y el mapa de vulnerabilidad a la contaminación del acuífero, en el presente trabajo se utiliza el Sistema de Información Geográfico (SIG) ArcGIS. Un SIG es una herramienta informática diseñada para el almacenamiento, visualización, gestión y análisis de información geográfica, es decir de información que está ligada a una referencia geográfica dada. Los SIG asocian informáticamente, y de forma conjunta, la situación espacial de los elementos con la información temática asociada a ellos, es decir las características o los atributos de dichos elementos (Asociación gvSIG, 2013).

4.2.1 Valoración carga contaminante potencial.

Establecimientos industriales.

Las actividades industriales son capaces de generar una contaminación del suelo y cargas contaminantes de consideración al subsuelo como resultado del volumen, concentraciones y tipo de productos químicos y residuos que manipulan. En términos generales, cualquier actividad industrial puede generar una carga contaminante al subsuelo como resultado de la emisión de efluentes líquidos, la inadecuada disposición de residuos sólidos y materiales no deseados, conjuntamente con posibles accidentes que involucren fugas de productos químicos peligrosos (Foster, 2002).

Para caracterizar la carga contaminante de cada establecimiento industrial y poder luego valorizar el índice potencial de carga contaminante, se requiere de datos e información mínima tales como: la ubicación del establecimiento industrial, el tipo de industria, el uso del agua; y en lo posible de información adicional tal como: el tipo de almacenamiento químico, el método de disposición de residuos, el método de disposición de efluentes, y el tratamiento de los mismos. (Foster e Hirata, 1988)

Sin embargo, debido a los obstáculos comunes para obtener una información precisa sobre los procesos de cada uno de los establecimientos, es difícil generalizar sobre actividades industriales, y prescribir métodos simples y confiables para la caracterización de esta carga.

En este trabajo se valoriza el índice de carga contaminante siguiendo la clasificación del rubro de cada uno de los establecimientos, ya que está asociado con la probabilidad de que algunos contaminantes peligrosos sean dispuestos. Se seguirá la línea metodológica de Mazurek, expresada en la Tabla 7, la cual es un

resumen de las características químicas e índices de peligro para actividades industriales comunes (Foster, 2002).

Tabla 7: Resumen de las características químicas e índices de peligro para actividades industriales comunes (Foster, 2002).

TIPO DE INDUSTRIA	Índice de Peligro de Mazurek (1_9)	uso relativo del agua	carga salina	carga de nutrientes	carga orgánica	hidrocarburos	patógenos fecales	metales pesados	orgánicos sintéticos	Índice de Contaminación Potencial del Agua Subterránea (1-3)
Hierro y Acero	6	**	•	•	••	••	•	••	••	2
Procesamiento de Metales	8	*	•	•	•	•	•	•••	•••	3
Talleres Mecánicos	5-8	*	•	•	•	•••	•	•••	••	3
Metales No Ferrosos	7	*	•	•	•	•	•	•••	•	2
Minerales No Metálicos	3-4	**	•••	•	•	•	•	•	•	1
Refinerías de Petróleo y Gas	7-8	*	•	••	•••	•••	•	•	••	3
Productos Plásticos	6-8	**	•••	•	••	••	•	•	•••	3
Productos de Caucho	4-6	*	••	•	••	•	•	•	••	2
Sustancias Químicas Orgánicas	3-9	**	••	•	••	•••	••	••	•••	3
Sustancias Químicas Inorgánicas	6-9	**	••	•	•	•	•	•••	•	.
Farmacéuticos	6-9	***	•••	••	•••	•	••	•	•••	3
Carpintería	2-4	*	••	•	••	•	•	•	••	1
Pulpa y Papel	6	***	•	••	••	•	•	•	••	2
Jabón y Detergente	4-6	**	••	•	••	••	••	•	•	2
Fábricas Textiles	6	***	••	••	•••	•	•	•	••	2
Curtiduría	3-8	**	•••	••	••	•	•	••	•••	3
Alimentos y Bebidas	2-4	**	••	•••	•••	•	•••	•	•	1
Pesticidas	5-9	**	••	•	•	•	•	•	•••	3
Fertilizantes	7-8	*	•••	•••	•	••	•	•	••	2
Azúcar y Alcohol	2-4	**	•••	•••	•••	••	•	•	•	2
Termoeléctricas	-	***	•	•	•	•••	•	•••	••	2
Eléctricos y Electrónicos	5-8	*	•	•	•	•••	•	••	•••	3

• baja
 •• moderada
 ••• alta

} probabilidad de concentraciones problemáticas en líquidos y/o efluentes de procesos

En la siguiente tabla se puede observar la valoración del índice de carga contaminante que se le asignó a cada uno de los rubros.

Tabla 8:
Índice de carga contaminante potencial asignado por rubro.

Rubros	Índice carga contaminante (1-9)
Industria metalúrgica y afines	7
Industria alimenticia	2 - 5
Elaboración panificados	2
Elaboración de soda	2
Elaboración pastas frescas	2
Elaboración productos lácteos	3
Elaboración alimentos balanceados	3
Elaboración embutidos	4
Elaboración helados	3
Elaboración jugos y gaseosas	3
Elaboración girasol tostado	3
Envasado agua mesa	2
Matarife	5
Industria construcción y afines	3
Industria maderera, carpintería y afines	3
Industria gráfica y afines	4
Taller, lugar de reparaciones y/o lavaderos de automóviles	7
Industria equipos eléctricos y electrónicos	6
Industria textil	6
Industria productos plásticos y/o químicos	7
Industria curtiembre	8
Industria papel	7

Estaciones de servicio.

Las estaciones de servicio se encuentran ampliamente distribuidas y manipulan grandes volúmenes de hidrocarburos potencialmente contaminantes almacenados en tanques enterrados que no permiten una inspección visual de fugas. El motivo de ser consideradas como una de las principales fuentes de potencial contaminación del agua subterránea, se debe principalmente a la relación entre estos grandes volúmenes de hidrocarburos y la posible corrosión de los tanques que lo almacenan.

Generalmente, hay una correlación entre la incidencia y tamaño de las fugas y la edad de los tanques instalados. Existe una alta probabilidad de que los tanques de más de 20 años de antigüedad estén seriamente corroídos y sujetos a fugas sustanciales a menos que reciban un mantenimiento periódico (Foster, 2002). Pérdidas relativamente pequeñas pueden causar importantes plumas de contaminación del agua subterránea como resultado de la alta toxicidad de las sustancias involucradas. Sumado a esto, la cercanía a las napas es mayor en relación a las otras fuentes puntuales que se encuentran por sobre la superficie y por lo tanto la distancia a recorrer por el contaminante es menor.

Dentro del inventario relevado, se encuentran estaciones de servicio de diferentes tipos de bocas de expendio: Combustible líquido, GNC (Gas Natural Comprimido), y Duales. Tanto a las estaciones de servicio de combustible líquido únicamente como las de tipo dual, se les asignó un índice de carga contaminante de valor 9, en cambio a las instalaciones del tipo GNC únicamente, se les asignó un índice de un valor menor (8), considerando que si bien tienen menor carga contaminante potencial debido a que el combustible no es almacenado, algunas pueden haber tenido tanques anteriormente o bien pueden contar con dependencias de lavado, engrase, etc, que sí pueden disponer efluentes líquidos. Vale aclarar que estos valores de índice de carga contaminante, al igual que los asignados a las demás fuentes puntuales, se establecieron en base a una evaluación comparativa con los índices asignados por Mazurek en las actividades industriales comunes, visualizado en la Tabla 8.

Lagunas de efluentes.

Las lagunas de efluentes son ampliamente utilizadas en muchas partes del mundo para el almacenamiento, tratamiento, evaporación, sedimentación y oxidación de efluentes líquidos de origen industrial, de aguas residuales urbanas y de efluentes mineros. En el caso del relevamiento realizado en el área de estudio, se encuentran inventariadas dos lagunas de efluentes líquidos; una correspondiente a la planta de tratamiento de los líquidos residuales municipales, y

la otra correspondiente a tratar los líquidos lixiviados provenientes del relleno sanitario.

En términos generales, el potencial de contaminación al subsuelo de estas instalaciones puede considerarse dependiente de dos factores: la probabilidad de que contaminantes peligrosos del agua subterránea estén presentes en el efluente, lo que es fundamentalmente función de su origen industrial, y la tasa de percolación de la laguna en el subsuelo, que es principalmente función de la construcción y mantenimiento de la laguna (dependiendo de que su fondo y paredes estén o no totalmente impermeabilizadas) (Foster, 2002). En este caso, una laguna almacena y trata aguas de tipo residual, por lo que sus principales contaminantes son: patógenos fecales, compuestos de nutrientes, microorganismos tóxicos y carga orgánica general; la otra laguna contiene aguas provenientes de la lixiviación del relleno sanitario, por lo que sus principales tipos de contaminantes podrían ser: metales pesados, salinidad, microorganismos tóxicos, y carga orgánica en general (Foster, 2002). En referencia al otro parámetro establecido (tasa de percolación de la laguna al subsuelo), ambas lagunas de encuentran construidas con materiales impermeables.

Es complejo determinar la carga contaminante que llegará al agua subterránea sin investigación y monitoreo en campo. En este trabajo, a ambas lagunas de efluentes se les asignó un índice de carga contaminante relativo de un valor de 8.

Relleno Sanitario.

La disposición de desechos sólidos y residuos constituye un problema ambiental importante y que puede dar lugar al peligro significativo de contaminación del agua subterránea. La carga contaminante al subsuelo generada a partir de un relleno sanitario es función de dos factores principales: la probabilidad de existencia de sustancias contaminantes del agua subterránea en el residuo sólido, lo cual está relacionado principalmente con el origen del residuo y las reacciones (bio) químicas que ocurren en él; y la generación de una carga hidráulica suficiente para lixiviar tales contaminantes, estimada a partir de la precipitación en el sitio de disposición (Foster, 2002). A su vez, se requiere el conocimiento del nivel de impermeabilización del relleno (de su base y superficie), proporcionado a partir de la construcción del mismo.

Si las instalaciones del relleno sanitario se construyen y manejan adecuadamente, usando diseños estándar con una base impermeable y cobertura superficial, conjuntamente con drenaje superficial adecuado y monitoreo subterráneo, la infiltración del lixiviado será probablemente menor en volumen y bajo en peligro. Sin embargo, las disposiciones no controladas de desechos en

vertederos superficiales sobre acuíferos y mediante excavaciones de rellenos sanitarios sobre acuíferos producirán con frecuencia una carga contaminante subterránea pesada con altas probabilidades de contaminación del agua subterránea (OMS, 1990).

En el Relleno Sanitario de la ciudad de Olavarría se disponen los residuos sólidos urbanos generados en la ciudad y residuos industriales no especiales. Se encuentra operativo desde el año 1998 y cuenta con la habilitación otorgada por OPDS (Organismo Provincial para Desarrollo Sostenible). Tal certificación, otorga acreditación a cerca de la construcción del relleno, pero a su vez, existe cierto desconocimiento y desinformación del mantenimiento y manejo adecuado del mismo. En el presente trabajo se le asigna un índice de carga potencial de valor 7, asumiendo un rol preventivo ya que pequeños volúmenes de sus lixiviados son potencialmente capaces de generar importantes deterioros en la calidad del agua subterránea.

Cría intensiva animales.

El sistema de engorde intensivo de vacunos en espacios confinados o engorde a corral (denominado comúnmente "feedlot") involucra una alta concentración de individuos en una pequeña superficie de terreno, con el suplemento de alimento para cubrir sus necesidades nutricionales. La acción de eventos climáticos tales como lluvias y altas temperaturas sobre las heces y la orina de los animales, sumada a la falta de vegetación que proteja el suelo, y absorba y neutralice aunque sea una parte del aporte de materia orgánica y de microorganismos patógenos, supone riesgo de contaminación del suelo y del agua (Gil, 2006).

Uno de los principales impactos en el ambiente provenientes de esta actividad corresponde al causado por los efluentes que se originan por la recolección de los desagües a raíz de las precipitaciones, y al causado por el manejo de las excretas de los animales, en y fuera de los corrales. El engorde a corral genera grandes cantidades diarias de residuos orgánicos, con importantes aportes de nitrógeno, fósforo y patógenos. Todos pueden constituir peligro potencial de contaminación del suelo y del agua subterránea por escorrentías y filtraciones (Gil, 2006).

Respecto al feedlot localizado dentro del área de estudio, se le asignó un índice de carga contaminante de valor 6.

Cementerios.

La sepultura de los restos humanos es una práctica común que se realiza desde la antigüedad. Esta actividad genera cargas contaminantes de tipo microbiológicas, pero pueden ser reducidas si se utilizan materiales aislantes o impermeabilizantes especiales en las tumbas y/o cofres resistentes a la corrosión.

En comparación con las demás fuentes puntuales de contaminación, se considera que esta actividad genera cargas contaminantes bajas; en este trabajo se les asignó un índice de carga contaminante de valor 5.

4.2.2 Evaluación de la vulnerabilidad del acuífero.

Se considera vulnerabilidad del acuífero a aquellas características intrínsecas de los estratos que separan la zona saturada del acuífero, de la superficie del terreno; lo cual determina su sensibilidad a ser adversamente afectado por una carga contaminante aplicada en la superficie. Así, la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero sería función de (Foster, 2002):

- . la accesibilidad de la zona saturada del acuífero a la penetración de contaminantes, en un sentido hidráulico
- . la capacidad de atenuación de los estratos suprayacentes a la zona saturada resultantes de la retención o reacción físico-química de los contaminantes.

La evaluación a la contaminación de un acuífero puede ser compleja debido a que los procesos involucrados (tales como el flujo del agua subterránea y el transporte de contaminantes) son procesos complejos. No es estrictamente válida una vulnerabilidad general, a un contaminante universal, en un escenario de contaminación típico (Foster, 2002).

Los dos factores mencionados (accesibilidad y capacidad de atenuación) no son directamente medibles, dependen a su vez de la combinación de distintos parámetros. Dado que la información relacionada con la mayoría de estos parámetros no está generalmente disponible, para desarrollar el mapa de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos se realiza una simplificación de esta lista. Sobre esta base, el índice de vulnerabilidad GOD, (Foster, 1987; Foster e Hirata, 1988) caracteriza la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos en función de los siguientes parámetros:

- . Grado de confinamiento hidráulico del acuífero en consideración.
- . Ocurrencia del sustrato suprayacente (zona no saturada o capas confinantes) en términos de características litológicas y grado de consolidación, que determinan su capacidad de atenuación de contaminantes.
- . Distancia al agua determinada como: la profundidad al nivel del agua en acuíferos no confinados o la profundidad al techo de acuíferos confinados.

En este trabajo se realiza una adaptación de la metodología GOD, en función de los datos obtenidos. A partir de los parámetros profundidad al acuífero y litología de la zona no saturada, se elabora una matriz para discriminar la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación en: baja, media o alta (ver Tabla 9). Considerando que el tipo de acuífero, y con él el grado de confinamiento, es el mismo a lo largo de toda el área de estudio.

El acuífero que subyace bajo el área de estudio es el Acuífero Pampeano, de carácter libre y multicapa. Un acuífero libre o freático es aquel que está limitado en su parte inferior o base por una capa impermeable o semipermeable, y se recarga

local y directamente en su área de ocurrencia. Su presión esta en equilibrio con la presión atmosférica. El término multicapas hace referencia a una formación geológica constituida por una sucesión de capas permeables alternadas por capas semipermeables (Universidad de la República, 2008).

El acuífero libre y multicapa constituye una unidad hidrogeológica con importante continuidad vertical. Por lo tanto, un potencial evento contaminante no solo afectará los niveles superiores del acuífero (que son los niveles explotados en las zonas sin provisión de agua de red), sino que también tiene la potencialidad de afectar niveles más profundos.

El flujo de agua es perpendicular a las líneas equipotenciales o isofreáticas, es decir, en la dirección del gradiente hidráulico. De acuerdo a ello, en el caso del área de estudio, el flujo del agua subterránea tiene una orientación SO-NE (IHLLA, 2008).

Los sedimentos Pampeanos corresponden a limos, algo areno-arcillosos con carbonato de calcio, que presentan permeabilidad secundaria importante. La calidad del agua en explotación, en función del residuo, varía entre los 400 y 1.600 mg/l, siendo frecuentes valores altos de flúor al aumentar los caudales de explotación. Los sedimentos post-pampeanos de interés hidrogeológico están constituidos por arenas muy finas, limosas y de origen eólico, que han cubierto las distintas superficies aflorantes, y en especial al Pampeano, superando en algunos casos los 20 metros de espesor (Dirección Nacional de Producción y Economía Agropecuaria y Forestal, 1997).

La litología de la zona no saturada hace referencia a las características del material geológico natural existente en este estrato en que los poros se encuentran parcialmente llenos de aire y de agua. El área de estudio está compuestos por tres litologías diferentes que se ordenan estratigráficamente de la siguiente manera: los 0,5 metros a 1 metro superiores están integrados por limos arcillo arenosos edafizados y no son aptos para cimentaciones. Entre los 0,5 a 1 metro aparece un banco de calcrete, el cual es una capa limo arenosa endurecida por una fuerte cementación calcárea. Esta capa es muy dura y poco permeable. Por debajo aparecen los sedimentos pampeanos. Estos son limos arenosos cementados con diferente grado de calcáreos, aptos para las cimentaciones (Hoja de Línea de base ambiental Olavarría, 2002)

Uno de las características principales dentro de la litología es la permeabilidad de los diferentes tipos de suelo, ya que es la que posibilita, o no, el pasaje de los fluidos desde la zona no saturada al acuífero. A mayor permeabilidad del estrato, mayor vulnerabilidad del acuífero a la contaminación. Por esto las unidades litológicas fueron ordenadas de la siguiente manera (de mayor a menor coeficiente de permeabilidad): depósitos loésicos con calcáreo (suelos

conformados por limos arcillosos calcáreos, calcretes, paleosuelos arcillosos), depósito planicies aluviales y terrazas (suelos conformados por arenas limosas y limos arcillosos verdes, paleosuelos mólicos), depósito palustres lacustres (suelos conformados por arcillas y limos verdes con materia orgánica). (Carta Litológica, Carta Línea de Base Ambiental Olavarría, 2002)

El segundo parámetro considerado para valorizar la vulnerabilidad del acuífero es la profundidad o distancia al mismo. Este hace referencia a la altura de la zona no saturada, al espacio comprendido entre el nivel freático y la superficie. En el área de estudio, las profundidades del nivel del agua bajo boca de pozo están comprendidas entre 1 metro y 21 metros aproximadamente (IHLLA, 2008). Cuánto menor es este valor de profundidad, mayor es la vulnerabilidad del acuífero a la carga contaminante.

Tabla 9: Matriz vulnerabilidad del acuífero.

Vulnerabilidad acuífero		Profundidad acuífero (metros)		
		< 5	5 - 10	> 10
Litología zona no saturada	Depósitos loésicos con calcáreos	Alta	Alta	Media
	Depósito de planicies aluviales y terrazas	Alta	Media	Media
	Depósito palustres lacustres	Media	Media	Baja

El mapa de profundidad del acuífero fue realizado en base a datos tomados del informe mencionado como antecedente en el área de estudio (Varni, Marcelo; Weinzettel, Pablo. Instituto de Hidrología de Llanuras en convenio con Coopelectric, 2008). Del mismo se extrajeron los valores de profundidad del nivel de agua bajo boca de pozo de los pozos analizados. Estos datos puntuales, se agruparon en tres franjas de datos (menor a 5 metros de profundidad, entre 5 y 10 metros de profundidad y mayores a 10 metros de profundidad), y a partir de los mismos se interpolaron líneas aproximadas para establecer áreas o polígonos con las distintas profundidades a las que se encuentra el acuífero en el área de estudio. (Ver Figura 9)

El mapa litológico se confeccionó en base a la información aportada por la Hoja de Línea de Base Ambiental Olavarría (Subsecretaría de Minería de la Nación, Dirección de Geología Ambiental y Aplicada; 2002). A partir de la carta litológica de

la zona, se reprodujeron los polígonos de las distintas unidades litológicas presentes en el área de estudio (Figura 10).

Una vez obtenidos los mapas de los dos parámetros caracterizadores de la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, se calculó la matriz que valorizará la misma. (Ver Tabla 9)

Como anexo de esta metodología para la evaluación de la vulnerabilidad del acuífero, en la figura 5 se puede observar la ubicación de los pozos de abastecimiento de agua potable. A pesar que este trabajo evalúe la peligrosidad de contaminación del recurso hídrico en general, y no de las fuentes específicas, se los considera como un aspecto importante para la evaluación de los resultados obtenidos y las conclusiones finales.

5. RESULTADOS OBTENIDOS.

A partir de los mapas que caracterizan la vulnerabilidad del acuífero (ver Figura 9 y Figura 10), y de la matriz de vulnerabilidad confeccionada (Tabla 9), se realizó el mapa de vulnerabilidad del acuífero a la contaminación (Figura 11).

En el mismo se puede observar que la mayor proporción del área de estudio presenta una vulnerabilidad alta a la contaminación. Esto se debe a que la mayor parte del terreno corresponde a la categoría litológica (depósitos loésicos con calcáreo) con mayor coeficiente de permeabilidad, en relación a las dos restantes. Al mismo tiempo, coincide que en la mayor parte del terreno se presenta la categoría con menor profundidad al acuífero. Estas dos situaciones coexistentes en las mismas zonas del área de estudio hacen que en consecuencia la categoría predominante sea la vulnerabilidad alta. La vulnerabilidad se reduce a nivel media en los casos en que la litología de la zona no saturada corresponde a depósitos palustres lacustres, o aquellas zonas en que la profundidad del acuífero es mayor. No existen zonas categorizadas con baja vulnerabilidad debido a que no coexisten la categoría litológica depósitos palustres lacustres, con zonas dónde la profundidad del acuífero sea mayor a 10 metros.

Tal como fue desarrollado anteriormente, el otro factor determinante para evaluar la peligrosidad de contaminación potencial del agua subterránea es la carga contaminante aplicada. En la figura 12 y figura 13 se podrá observar un mapa de las fuentes puntuales potenciales inventariadas y un mapa con la valoración de las cargas contaminantes potenciales, respectivamente.

Finalmente, la evaluación de peligrosidad de contaminación potencial se basó en los resultados arrojados de la siguiente matriz (Tabla 10).

Tabla 10: Matriz peligrosidad de contaminación

Índice peligrosidad contaminación		Índice carga contaminante		
		Bajo [1-4]	Medio [5-7]	Alto [8-9]
Vulnerabilidad acuífero	Baja	Bajo	Medio	Alto
	Media	Medio	Medio	Alto
	Alta	Medio	Alto	Muy Alto

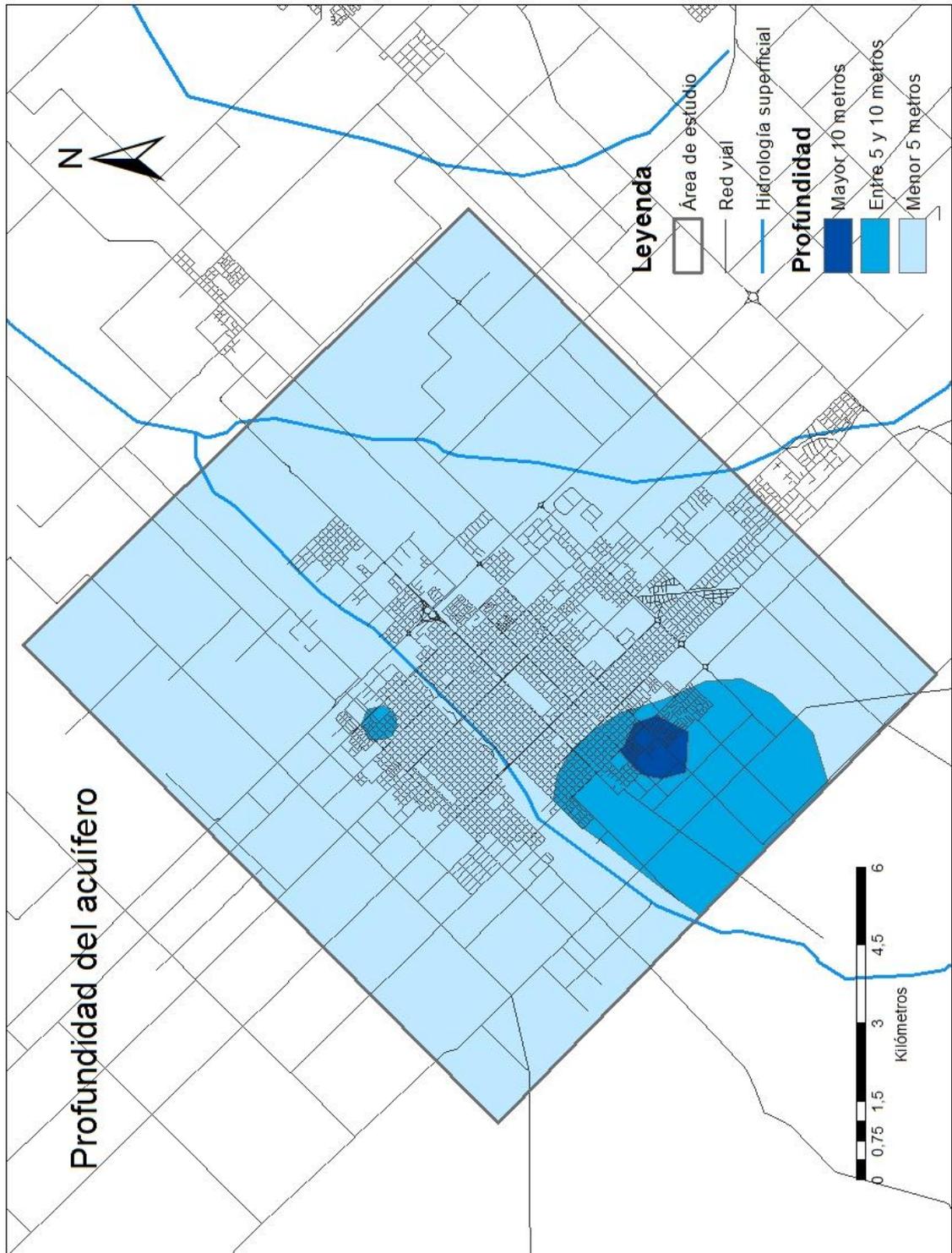


Figura 9: Profundidad del acuífero en el área de estudio.

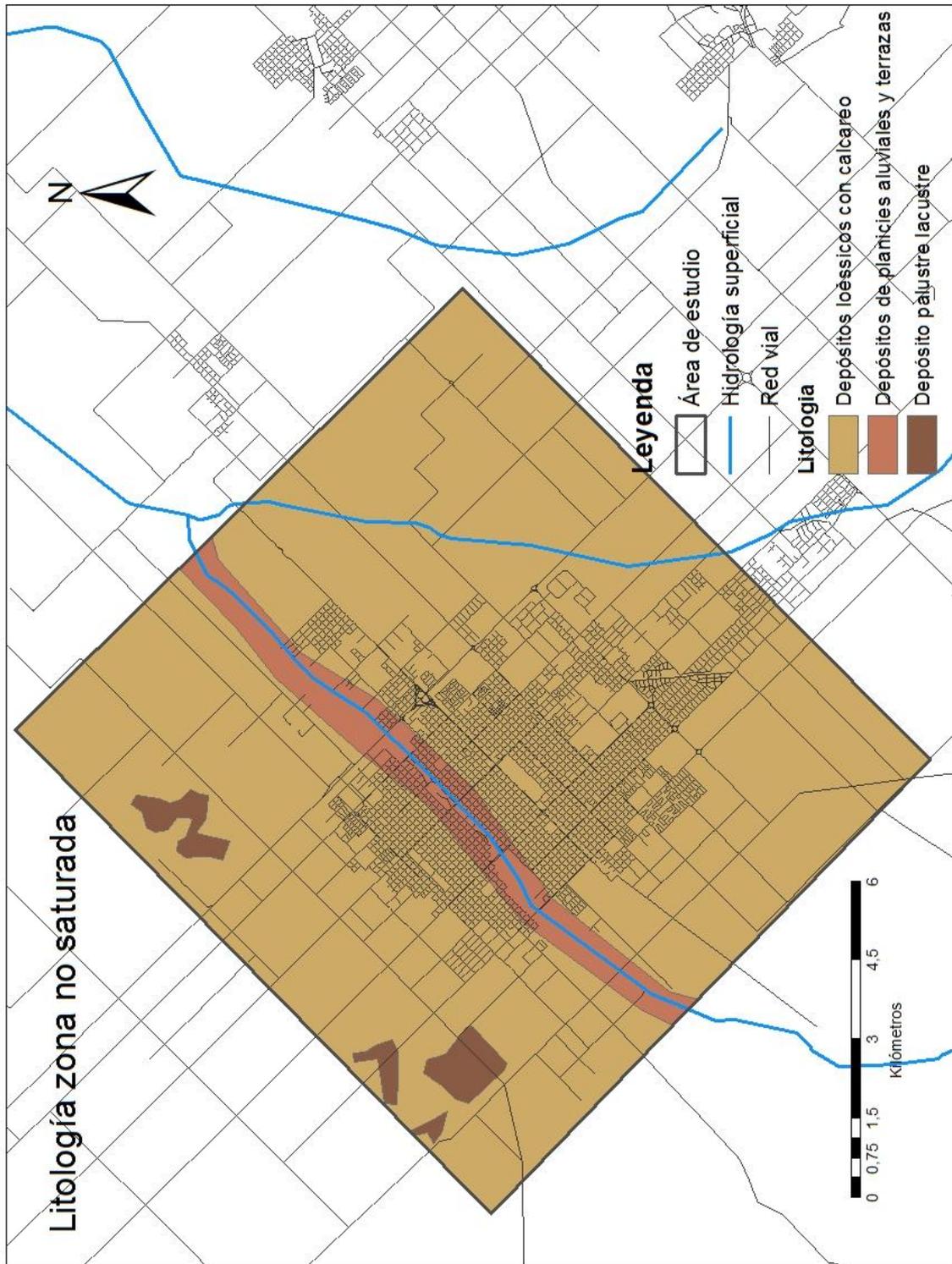


Figura 10: Litología de la zona no saturada en el área de estudio.

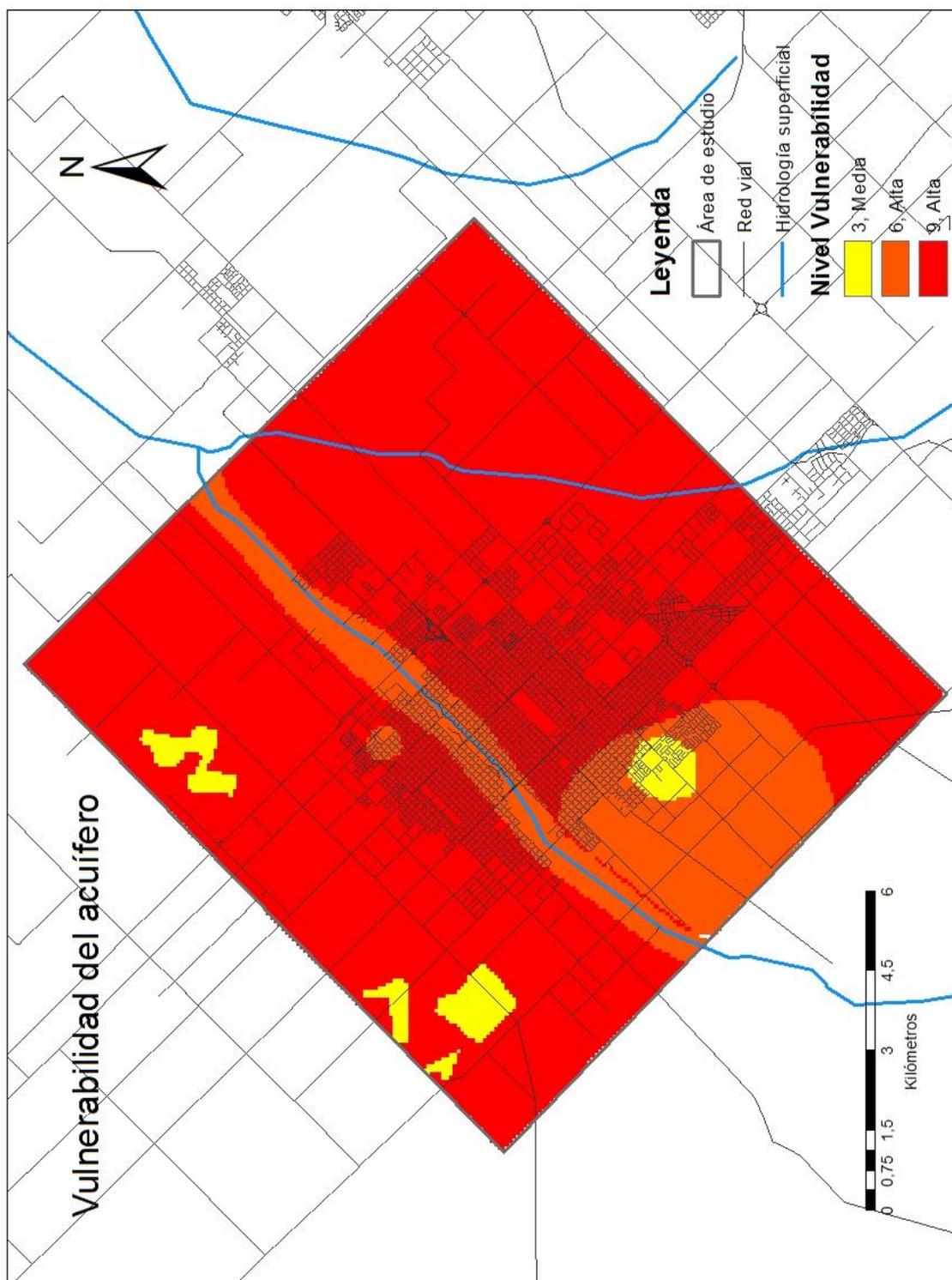


Figura 11: Vulnerabilidad del acuífero

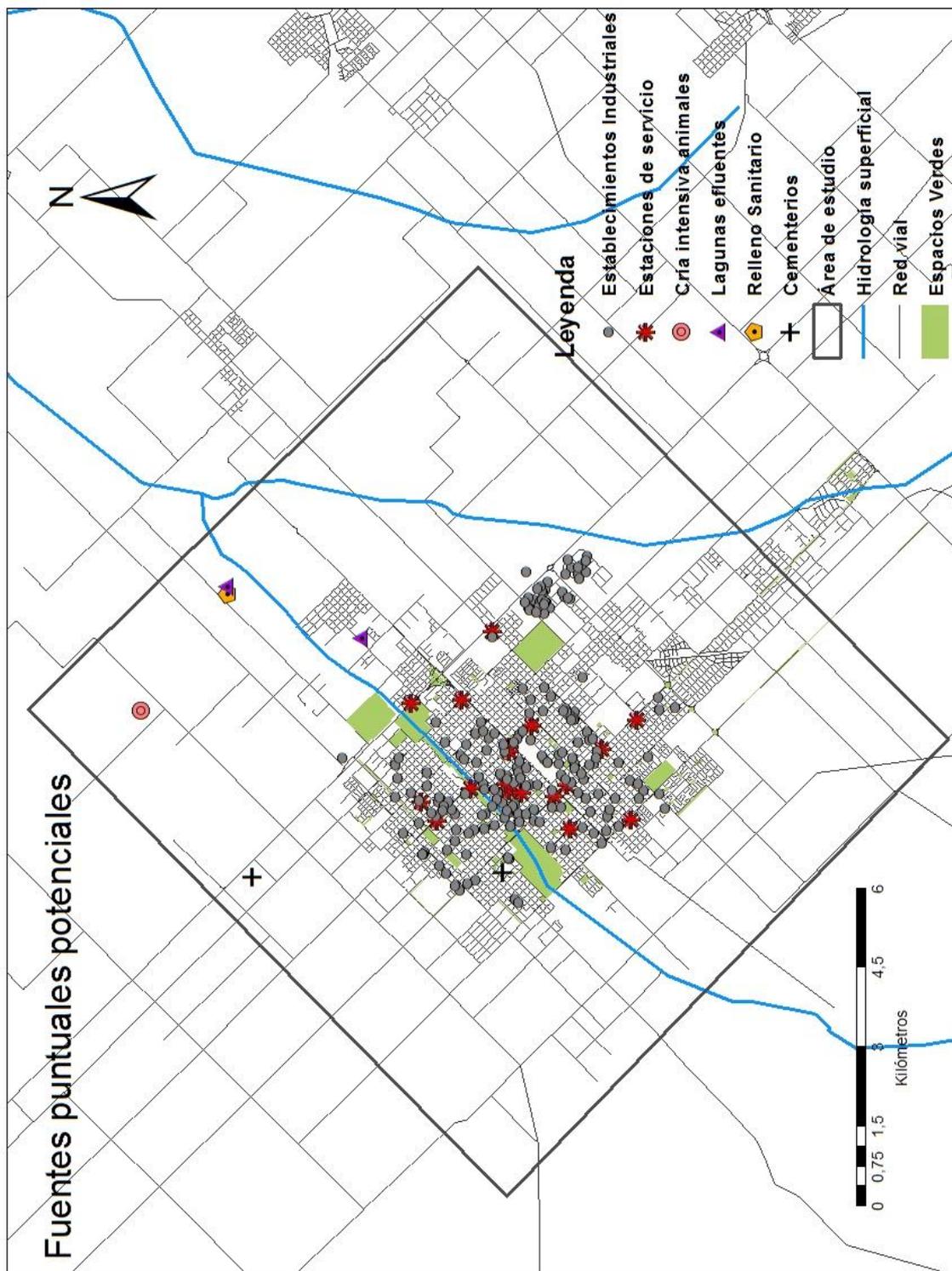


Figura 12: Fuentes puntuales potenciales

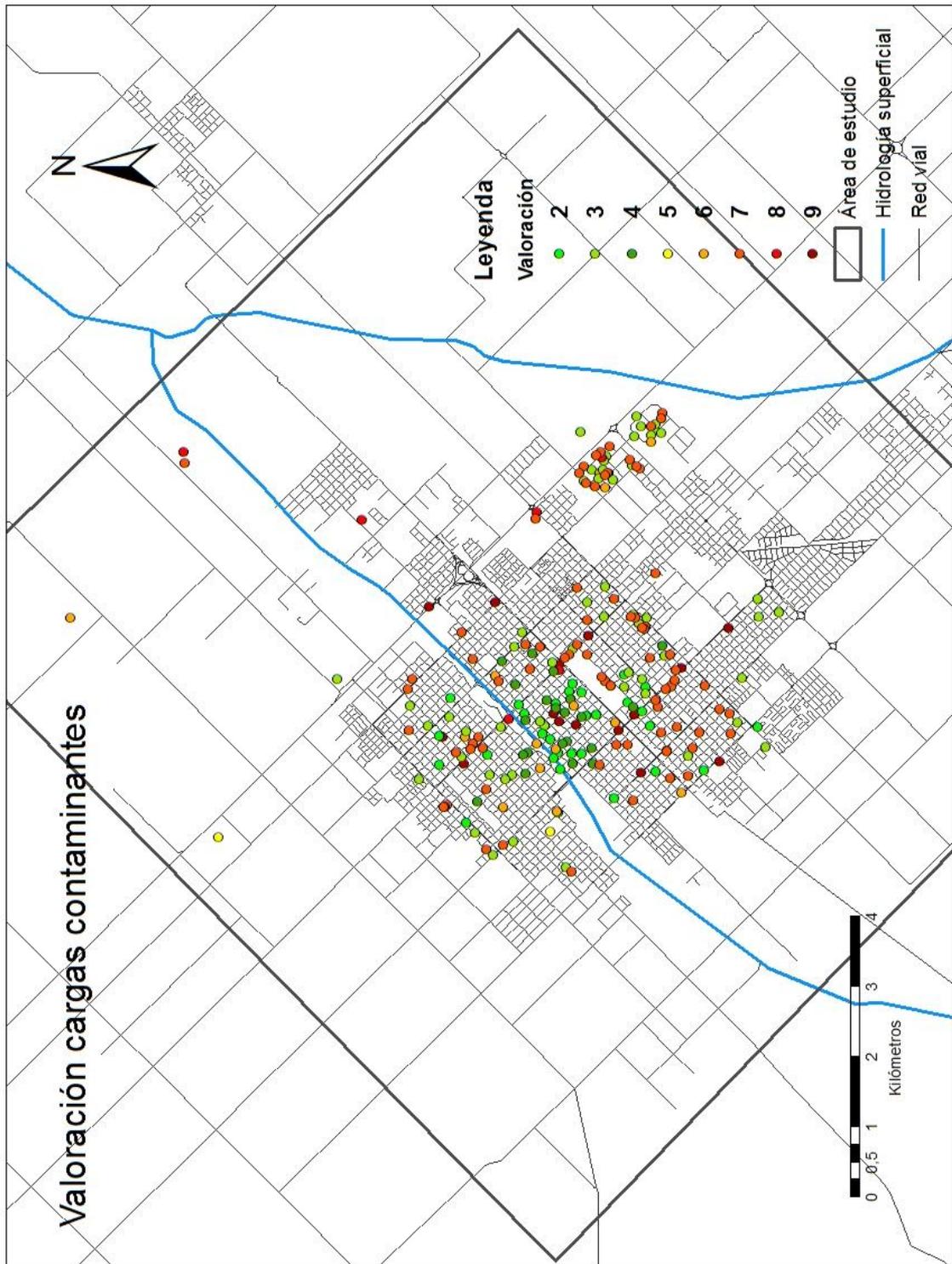


Figura 13: Valoración cargas contaminantes potenciales

En el mapa de peligrosidad de contaminación potencial (Figura 14), se muestran las ubicaciones puntuales con los distintos niveles de peligrosidad obtenidos. Se observa que no se presentan niveles de peligrosidad bajos, ya que aunque existan fuentes puntuales valorizadas con bajo índice de carga contaminante, al encontrarse en una zona de alta vulnerabilidad del acuífero, el índice de peligrosidad resulta en un nivel medio. De esta manera, la totalidad de las fuentes puntuales se dividen en índice de peligrosidad medio, alto y muy alto de la siguiente forma (Tabla 11):

Tabla 11: Distribución resultados índice peligrosidad

Fuentes puntuales	Cantidad fuentes puntuales inventariadas	Índice peligrosidad		
		Muy Alto	Alto	Medio
Establecimientos Industriales	201	1	91	109
Estaciones de servicio	18	18	-	-
Cría intensiva animales	1	-	1	-
Lagunas efluentes	2	2	-	-
Relleno sanitario	1	-	1	-
Cementerios	2	-	2	-
Totales	225	21	95	109
% Relativo	100,00%	9,33%	42,22%	48,44%

Se destaca de la tabla que la totalidad de las estaciones de servicio inventariadas presentan una peligrosidad muy alta a la contaminación potencial del agua subterránea, siendo a su vez la fuente que más unidades aporta a este nivel máximo de índice de peligrosidad. En diferencia, los establecimientos industriales se dividen principalmente entre el índice de peligrosidad alto y medio, siendo este último el mayoritario. Las restantes fuentes puntuales, menores en cantidad pero no así menores en importancia, presentan índices de peligrosidad potencial alto y muy alto.

Respecto a la proximidad entre estas fuentes y los pozos de abastecimiento de agua de red, se observa en la figura 15 que la mayoría de ellos se encuentran aguas arriba respecto de la dirección de flujo subterráneo (SO-NE). A excepción de cuatro pozos que han quedado ubicados dentro del ejido urbano y muy cercanos a fuentes con peligrosidad alta y muy alta. Por otra parte, es necesario tener en cuenta que si bien no están mapeados, en el área rural que ocupa la franja N y NE del área de estudio, existen perforaciones someras que podrían ser impactadas.

Justamente, es necesario tener en cuenta la generación de conos de depresión en el área de bombeo que podrían generar inversiones en la dirección del flujo y provocar así que las fuentes puntuales próximas impacten en la calidad del agua en este sitio.

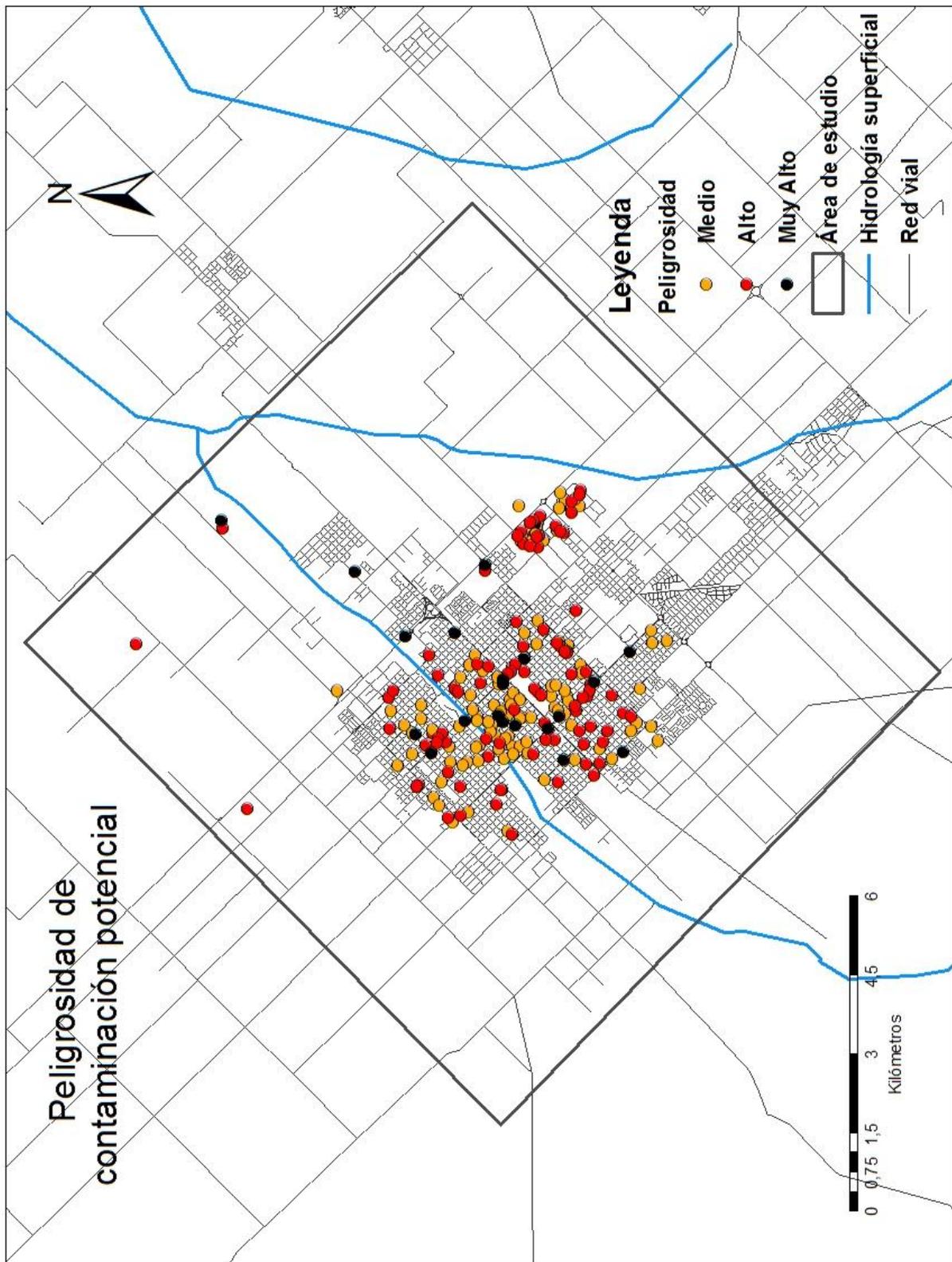


Figura 14: Peligrosidad de contaminación potencial

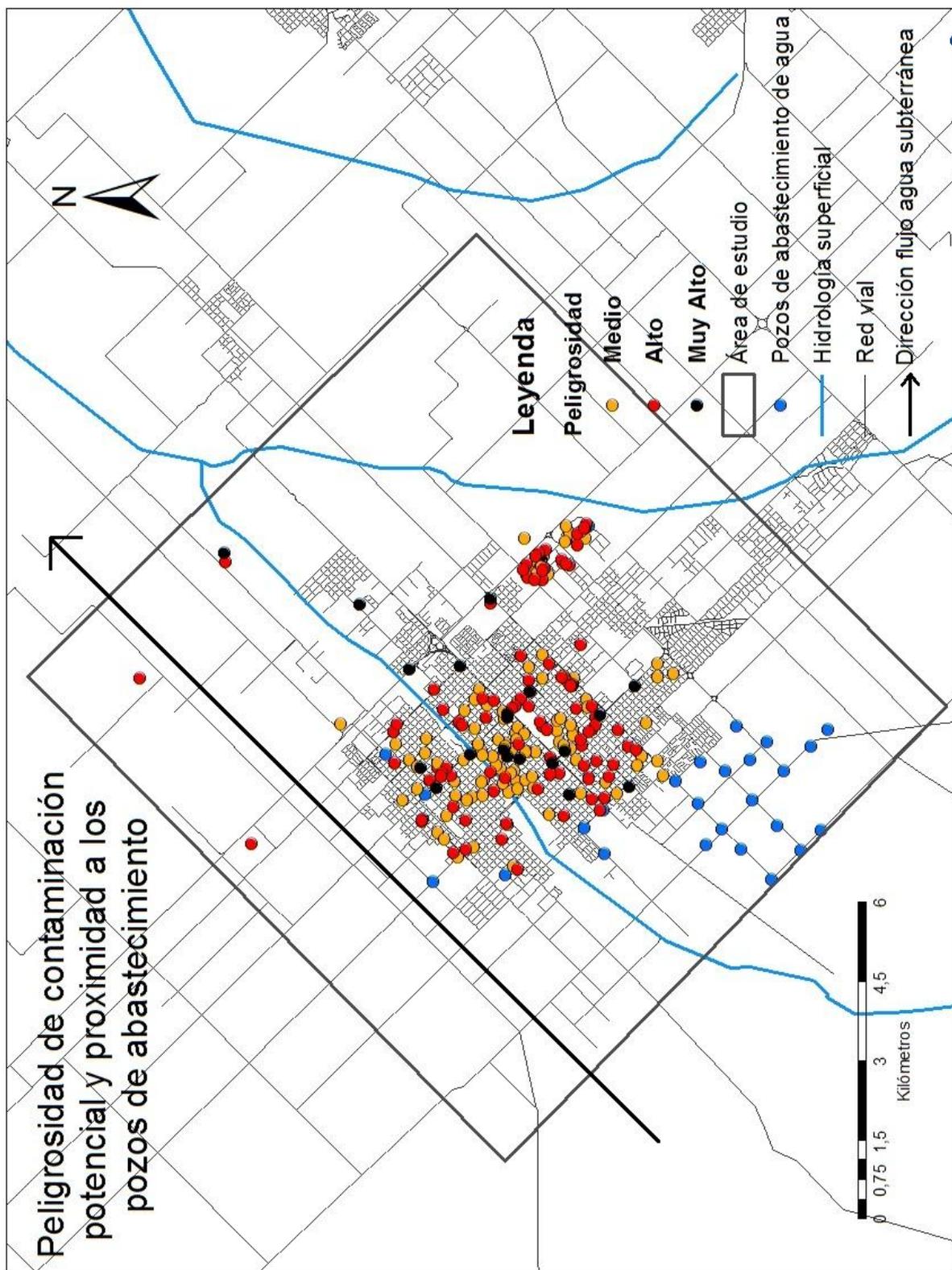


Figura 15: Peligrosidad de contaminación potencial y proximidad a los pozos de abastecimiento de agua subterránea.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El trabajo realizado constituye un primer avance en la evaluación de peligrosidad de contaminación potencial del agua subterránea por fuentes puntuales para el área de estudio.

Los resultados deben ser vistos como preliminares debido a que un análisis más detallado debiera considerar aspectos no incluidos en este trabajo e información no disponible que permita, por ejemplo, precisar más la evaluación de la carga contaminante. No obstante, los resultados y análisis presentados permiten plantear estrategias y medidas de prevención y control para mejorar la gestión del recurso hídrico, tales como:

- Ejercer mayor control sobre las fuentes categorizadas con índice de peligrosidad alto y muy alto. Principalmente enfocar el control e inspección sobre la descarga de los efluentes líquidos de los establecimientos industriales, el estado de los tanques subterráneos de almacenamiento de combustible en las estaciones de servicio, y el nivel de impermeabilización de las lagunas de efluentes.

- Tener en cuenta que a pesar que la mayoría de los pozos de abastecimiento de agua de red están en buena posición hidrogeológica respecto a las potenciales fuentes contaminantes, deben ser monitoreados por si existiera inversión en el flujo subterráneo; como también deberían ser monitoreados los pozos domiciliarios que se encuentran aguas abajo. Monitorear periódicamente el recurso hídrico subterráneo permitirá realizar un seguimiento de los distintos parámetros y detectar situaciones comprometidas o anormales.

- Gestionar el ordenamiento territorial, regulando principalmente el asentamiento y ubicación de nuevas estaciones de servicio e industrias.

- Ejercer mayor control sobre la efectividad de los perímetros de protección de los pozos de abastecimiento resueltos en la Ordenanza N° 3359/10, para garantizar su cumplimiento.

- Tener en cuenta los resultados obtenidos para el momento de incorporar nuevos pozos de captación de agua subterránea y definir su ubicación, considerando que el ejido urbano se va a ampliar a futuro, y con él la distribución de las potenciales fuentes puntuales.

Es válido mencionar que si bien la mayoría de los establecimientos industriales analizados se encuentran conectados a la red cloacal, la posible existencia de contaminación ha sido tomada en cuenta más allá del lugar físico en el cuál la infiltración se produzca.

7. ANEXOS.

Tabla 1: Inventario de establecimientos industriales.

Razon Social	Nombre fantasia	Clasificación Actividad	Rubro	Domicilio	Nro	Cuit	Latitud	Longitud	Valoración carga
Lacteos La Castana	La Castana	Elaboración de productos lácteos	Industria alimenticia	Avenida Alberdi y Calle 10			-36,865634	-60,314104	3
Agrocom SH (Disalvo-Feinster)	Agrocom	Elaboración envasado de girasol tostado	Industria alimenticia	Iruzaingo	4062	30-71151649-9			3
Aliala	Aliala	Elaboración de pastas frescas	Industria alimenticia	Cnel Suarez	2600	30-52534904-3	-36,877219	-60,321587	2
Dario Roberto Martinez	Carmelita Martinez	Elaboración de embutidos	Industria alimenticia	Rivadavia	2603	20-23457772-8	-36,893764	-60,325998	4
Menon Jorge Alberto	Carmelita La Libanesa	Elaboración de embutidos	Industria alimenticia	Pelligrini	2625	20-05514365-0	-36,907119	-60,308942	4
Cunibio Gustavo Fabian	Caserinos	Elaboración de pastas frescas	Industria alimenticia	Bolivar	2430	20-17288992-5	-36,894079	-60,328683	2
Asaro Jorge Luis	Dulcinea	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	Alvaro Barros	2632	20-36070745-9	-36,889464	-60,319705	2
El Molino SC	El Molino	Elaboración de pastas frescas	Industria alimenticia	Vta Lopez	2457	30-58414343-2	-36,895404	-60,326188	2
Fernando V	Fernando V	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	San Martin	2629	30-70974434-4	-36,892674	-60,323731	2
Quin Roberto	Heladeta Las Leñas	Elaboración de helados	Industria alimenticia	Colon y Riobamba		20-12544616-8	-36,886454	-60,321813	3
Tian En SRL	Ibosa	Elaboración de productos lácteos	Industria alimenticia	Coronel Suarez	3840	30-70914033-3	-36,902202	-60,315546	3
Crimaldi sergio	Indiana	Elaboración de soda	Industria alimenticia	Bolivar	4035	23-21450726-3	-36,904871	-60,315415	2
Castelli Miliam Rosana	La Galana	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	Vicente Lopez	3064	27-16019624-1	-36,891427	-60,320958	2
Yaya Norberto Claudio	Las 24	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	9 de Julio	3093	20-2473811-9	-36,895155	-60,316081	2
German Fay	Los Nietos	Elaboración de pastas frescas	Industria alimenticia	Del Valle	3768	20-25648212-7	-36,904444	-60,319423	2
Otilio Mario y Daniel S.H	Los Triangles	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	Independencia	3245	30-56121452-9	-36,884744	-60,326198	2
Mirage	Mirage	Elaboración de helados	Industria alimenticia	Vta. Lopez	2992	20-20587076-9	-36,892014	-60,321736	3
Traguire Darío Martin	Panaderia Elbay	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	25 de mayo	2699	20-07371473-8	-36,897277	-60,320083	2
Marti Pedro Manuel	Panaderia La colonial	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	Cnel. Suarez y Lavalle		20-12177281-8	-36,893105	-60,326753	2
Fischn Cesar Omar	Panaderia Los Angeles	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	Colon	2669	20-05384917-8	-36,888802	-60,318289	2
Sucesión de Rutil Jaime Marcos	Panaderia Los Vascos	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	Pingles	3141	30-6666317-8	-36,895609	-60,31489	2
Orocuila Alejandro Omar	Panaderia Nuevo Gusto	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	Vta Lopez	1601	20-21995811-1	-36,900912	-60,333352	2
Laira Oscar	Panaderia Santa Anita	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	Bolivar	3725	20-05490347-3	-36,902634	-60,317905	2
Parra Sergio Y Hernan SH	Panaderia Venus	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	Necochea	3018	30-66659211-1	-36,893411	-60,31816	2
Pasardi Juan Carlos	Panaderia y Sandwicheria Torricella	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	Rivadavia	2356	20-21883515-6	-36,896806	-60,326106	2
Fernandez Celsirino	Panificados Samiento	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	Igoyen	1318	20-23457160-5	-36,878537	-60,327879	2
Luis Daniel Igoa	Panificados Pasquini	Elaboración de panificados	Industria alimenticia	Pingles	2955	20-21883053-7	-36,896735	-60,316311	2
Berilo Mario Ruben	Pastas al dente	Elaboración de pastas frescas	Industria alimenticia	Iruzaingo	3890	20-26050248-5	-36,878531	-60,323175	2
Baglio Alejandro Fabian	Pastas Baglio	Elaboración de pastas frescas	Industria alimenticia	Cnel. Suarez	3308	20-20047924-7	-36,898667	-60,319977	2
Miguel Angel Giacomato	Soda Glaco	Elaboración de soda	Industria alimenticia	Chacabuco	2014	30-893757	-36,893757	-60,335556	2
Mario Roberto Machado	Soda Que Rica	Elaboración de soda	Industria alimenticia	Barrio CECCO I	28	30-13542541-9	-36,919207	-60,321995	2
Marcos Claudio Fabian	Soda San Marcos	Elaboración de soda	Industria alimenticia	San Martin	1044	20-18377432-9	-36,881989	-60,337041	2
Wisner Juan Y Gonzalez Guelavo SH	Soderia Argentina	Elaboración de soda	Industria alimenticia	Grat. Paz	3965	30-66656366-9	-36,9022	-60,313486	2
Alé Wei SA	Supermercado Tres Estrellas	Elaboración de embutidos	Industria alimenticia	Rivadavia	3636	30-70861115-4	-36,888388	-60,315101	4
Belgrano Jose	Tio Pepe	Elaboración de pastas frescas	Industria alimenticia	Belgrano	2609	20-07794077-5	-36,891817	-60,322972	2
Speiter Alberto	Yicar	Envasado de agua de mesa	Industria alimenticia	Laprida	1044	20-20523139-1	-36,912365	-60,328837	2
Bambonuevo Fortunato	Comarbe SA	Elaboración de soda	Industria alimenticia	Collinet	3344	20-05476224-2	-36,90621	-60,329025	2
Comarbe SA	Dacosta Jose	Elaboración de jugos y gaseosas	Industria alimenticia	Celestino Muñoz	3450	30-70778523-5	-36,899711	-60,304298	3
Dacosta Jose	Lacteos Don Vicentino SRL	Elaboración de productos lácteos	Industria alimenticia	Saravedra	1980	20-13898076-6	-36,905517	-60,321744	2
Lacteos Don Vicentino SRL	Palay Marcelo Adolfo	Elaboración de productos lácteos	Industria alimenticia	Alberdi y Del Valle	4127	3-71025694-9	-36,885366	-60,342351	3
Frigorifico Tropez SA	Ziro SRL	Elaboración de helados	Industria alimenticia	Mapu	3088	20-18025440-5	-36,880041	-60,317221	2
German Pantellini	Agropanadera Ariel	Elaboración de alimentos balanceados	Industria alimenticia	Vta Lopez	3088	30-66655646-8	-36,89143	-60,320922	3
Molino Olivarria SA	Tamboros de Olivarria	Elaboración de productos lácteos	Industria alimenticia	Parque Industrial PIO I		30-66655646-8	-36,89143	-60,320922	3
Adala Hnos. Y Cia. S.R.L.	Arenados Adala SRL	Arenados y pñados industriales	Industria construcción y afines	Parque Industrial PIO I		33-66655678-9	-36,903577	-60,275346	3
Canteras Cerro Negro S A	Cerro Negro	Tejas, pisos y revestimientos cerámicos. Extracción de arcilla.	Industria construcción y afines	Parque Industrial PIO I		33-71144188-9	-36,899997	-60,278521	3
Cesar si Cesari	Clase	Fabricación kosas y revestimientos	Industria construcción y afines	Ruta 226 y Circunvalación Del Valle	6048	20-20677807-6	-36,896784	-60,274735	3

Eduardo Bilibioni	Eduardo Bilibioni	Venta al por mayor de productos intermedios, desperdicios y desechos	Industria construcción y afines	A. Ituzaingó	34.60	20-0862.3573-1	-36,881.424	-60,32652.6	3
Dinutilla Nestor Sebastian		Fabricación de estructuras premoldeadas metálicas	Industria construcción y afines	Pellegrini	566	20-3017.9868-4	-36,920.239	-60,32512.5	3
Gonzalez Roberto cesar		Fabricación de productos minerales no metálicos	Industria construcción y afines	San Juan	1850	20-0800.2135-7	-36,921.935	-60,30361.1	3
Gramundo David		Fabricación de bloques	Industria construcción y afines	Parque Industrial PLOI I		20-2808.6419-1	-36,905.728	-60,27524.4	3
Juan Carlos Yiedro		Fabricación de bloques	Industria construcción y afines	San Martín	1937		-36,887.897	-60,32944.1	3
Granito Serrano SA		Aseado y lustre de granito	Industria construcción y afines	Parque Industrial PLO I		30-6403.3495-5	-36,900.834	-60,28234.6	3
Labosca Jorge Damian		Fabricación de bloques	Industria construcción y afines	Alberdi	3644	20-0551.2699-3	-36,876.002	-60,33011.7	3
Manga Jose		Elaboración productos minerales no metálicos	Industria construcción y afines	Pueyrredón	5098		-36,917.728	-60,3140.3	3
Martínola Susana Gladys		Fabricación de cerámicos	Industria construcción y afines	Pellegrini	3738	27-1182.3282-3	-36,899.874	-60,29934.2	3
Materiales Los Prinos SRL		Fabricación de bloques	Industria construcción y afines	Ituzaingó	1401		-36,894.471	-60,34424.3	3
Samborana Carl M Daniel		Fabricación de bloques	Industria construcción y afines	Antarctica Argentina	3050	20-6001.3617-9	-36,905.083	-60,3045.1	3
Suc. Filippin Victorio e Hijos		Fabricación mosaicos	Industria construcción y afines	San Lorenzo	2833	30-5181.8272-9	-36,887.006	-60,3302.3	3
Impo SA		Construcciones metálicas y civiles	Industria construcción y afines	Parque Industrial PLO I			-36,898.814	-60,2807.8	3
Ingeniería Integral S.R.L		Tomería y mantenimiento industrial	Industria construcción y afines	Parque Industrial PLOI I		30-7085.8843-5	-36,907.015	-60,27478.2	3
La Casa de los Cristales S.A		Procesadores y distribuidores de vidrios	Industria construcción y afines	Parque Industrial PLOI I			-36,903.875	-60,27212.2	3
Marmolería Sierra Chica SA	Sdhor Room Tomas Natalio	Marmolería	Industria construcción y afines	Parque Industrial PLO I		30-5978.5900-7	-36,897.17	-60,28249.6	3
Ochi Norma		Fabricación de block de cemento	Industria construcción y afines	Parque Industrial PLOI I		20-2605.0489-5	-36,907.051	-60,27258.9	3
Ultizama S.A		Elaboración de hormigón	Industria construcción y afines	Parque Industrial PLOI I		30-7086.3882-6	-36,906.288	-60,27340.9	3
Vigas y bloques SRL		Fabricación bloques de hormigón	Industria construcción y afines	Parque Industrial PLO I		30-7104.1606-7	-36,903.266	-60,2800.4	3
Martinez Eduardo	Curfidos sudamericanos	Transformación de pieles de chinchillas	Industria curtiembre	Parque Industrial PLO I		20-0498.7035-4	-36,899.478	-60,27884.9	8
Bolsas Olivarría Coop. Ltda		Fabricación de bolsas, envases de papel	Industria del papel	Parque Industrial PLO I		30-7081.0485-6	-36,900.396	-60,2769.6	7
Block Pablo y Block Miguel Soc. de Hecho	Electroléctrica Block Hnos.	Fabricación, rebobinado y reparación de motores eléctricos y grandes máquinas	Industria equipos eléctricos y electrónicos	Parque Industrial PLO I		30-7079.8787-8			6
Empl S.H		Construcción electromecánica	Industria equipos eléctricos y electrónicos	Parque Industrial PLO I		30-6666.1164-7	-36,899.864	-60,28355.9	6
Almaters SRL	Eco Control	Fabricación de equipos eléctricos y electrónicos	Industria equipos eléctricos y electrónicos	Vta. Lopez	3902	30-7103.4275-6	-36,885.697	-60,31369.2	6
Etchevarne Hector Oscar		Fabricación de equipos eléctricos y electrónicos	Industria equipos eléctricos y electrónicos	Chacabuco	2043	20-2004.8210-8	-36,893.565	-60,33534.4	6
Gundul Luis		Fabricación de equipos eléctricos y electrónicos	Industria equipos eléctricos y electrónicos	Saavedra	2738	20-1692.4207-1	-36,900.435	-60,31530.5	6
Nasello Mariano Raúl		Fabricación de equipos eléctricos y electrónicos	Industria equipos eléctricos y electrónicos	Coronel Suarez	2265	20-2082.7025-3	-36,891.468	-60,32839.9	6
Sfm de Mangano SA		Fabricación de equipos eléctricos y electrónicos	Industria equipos eléctricos y electrónicos	Yrigoyen	1849	30-7090.5785-1	-36,881.917	-60,32338.2	6
Ortiz Hermanos		Fabricación de equipos eléctricos y electrónicos	Industria equipos eléctricos y electrónicos	Parque Industrial PLOI I		30-6666.1713-0	-36,905.782	-60,27621.5	6
Santos Karina	3D GRáfica Funcional	Imprenta	Industria gráfica y afines	Belgrano	3029	27-2971.8238-8	-36,894.673	-60,31952.9	4
El Popular SA	EI Popular Medios	Edición de diarios	Industria gráfica y afines	Vicente Lopez	2626	33-5000.9217-9	-36,894.377	-60,32452.7	4
Megarinho Lucas	Gráfica digital	Imprenta	Industria gráfica y afines	Sargento Cabral	2585	20-2889.0917-	-36,889.627	-60,32079.9	4
Poles Mauricio	Gráfica Olavarría	Imprenta	Industria gráfica y afines	Dorrego	3202	20-2377.3872-2	-36,895.372	-60,31739.2	4
Marfil Jose Luis	Gráfica Urquiveso	Imprenta	Industria gráfica y afines	Sgto Cabral	2987	23-2033.2032-9	-36,892.333	-60,31747.5	4
Combsasies Omar Rodolfo	Imprenta Combsasies	Imprenta	Industria gráfica y afines	General Paz	3167	20-1219.5737-0	-36,896.804	-60,32018.2	4
Godoy Guillermo Nahuel	Imprenta Godoy	Imprenta	Industria gráfica y afines	Sarmiento	2924	20-2885.377-2	-36,886.666	-60,31131.6	4
Lkorente Julio	Imprenta La Idea	Imprenta	Industria gráfica y afines	Ribamba	2877	20-1601.9627-1	-36,889.862	-60,32600.8	4
Taraborelli Maria Beatriz	Imprenta Integral	Imprenta	Industria gráfica y afines	Rivadavia	2174	25-0540.1604-8	-36,898.151	-60,32765.3	4
Rivero Maria Cecilia	Imprenta MC	Imprenta	Industria gráfica y afines	Lamadrid	3043	27-1658.5935-4	-36,893.517	-60,31889.2	4
Ignacio Gastón Kees	Imprenta Olasol	Imprenta	Industria gráfica y afines	Alaina	2371	20-2847.0945-5	-36,895.601	-60,32781.4	4
Sucesionario Mario Francisco Pirola	Imprenta Pirola	Imprenta	Industria gráfica y afines	Velez Sarfield	2945	20-1078.6045-3	-36,897.985	-60,32521.3	4
Ruppel Angel Marcelo	Imprenta Ruppel	Imprenta	Industria gráfica y afines	9 de julio	3791	20-0548.4737-9	-36,890.445	-60,31004.2	4
Moreno Germáns Martín	Roma Impresos	Imprenta	Industria gráfica y afines	Belgrano	1348	20-2286.7189-5	-36,883.384	-60,33365.3	4
Romina Potes	RSP Diseño	Imprenta	Industria gráfica y afines	General Paz	2070	27-2860.7743-4	-36,889.638	-60,32932.1	4

Pablo Kees	Taller Grafico Kees	Imprenta	Industria gráfica y afines	Belgrano	22,32	20-24428734-5	-36,8893444	-60,326366	4
Chaparro Jacirino Alberto	VoGraf	Imprenta	Industria gráfica y afines	Colón	3329	20-14340420-0	-36,893186	-60,312868	4
Casares Mariano		Imprenta	Industria gráfica y afines	Veloz Sarriaké	3735	23-25397516-4	-36,903352	-60,318726	4
Florencio Poyo	Florencio Muebles	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Parque Industrial PIO I		20-9478726-3	-36,898938	-60,282153	3
Borboliti	Carpintería Borboliti	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Pellegrini	3065	20-12177797-6	-36,904144	-60,305273	3
Bricka Oscar	Carpintería Bricka	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Cnsl. Suarez	1033	20-06516538-7	-36,883092	-60,338667	3
Orradre Hector Oscar	Carpintería Cachí	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Sglo. Cabral	4810	20-13013268-6	-36,903433	-60,303839	3
Zanaazi Juan Carlos	Carpintería Juan Ca	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Ayacucho	3036	20-14501467-1	-36,884949	-60,329392	3
Almeida y Schmitz S.H	Carpintería La unión	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Balcarce	5877	30-69864140-8	-36,919338	-60,304259	3
Sclara Oscar Egidio	Carpintería Sclara	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Independencia	3957	20-05495783-2	-36,879922	-60,32015	3
Bonzkewitz Claudio	Claudio Refrigeraciones	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Pringles	4092	20-2327207-0	-36,889155	-60,306729	3
Ramiro Galbarino	Madero Muebles	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Urquiza	2307	23-30461006-9	-36,904977	-60,316478	3
Duran Pablo Javier	Muebles Comfort	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Pringles	3501	23-21450807-9	-36,893022	-60,311522	3
Ricci Liliana ester y Riente	Puertas Sur	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Iuzalgó	4402	30-69414055-2	-36,874924	-60,318411	3
Abelo Fabián Esteban	Carpintería El Pato	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Hornos	4520	20-22908647-2	-36,907392	-60,310507	3
Carlos Omar Alonso	Fabricación de productos de madera	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Hornos	4072	20-1650681-8	-36,904511	-60,314306	3
Carricquy Carlos Alberto	Fabricación de productos de madera	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Canavén	4594	20-07381171-7	-36,91662	-60,321182	3
Chiappara Luis Alfredo	Reparación de carpintería	Reparación de carpintería	Industria maderera, carpinterías y afines	Independencia	3666	20-16509108-7	-36,881983	-60,322466	3
Costa Felipe Omar	Fabricación de productos de madera	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	General Paz	4020	20-20587213-3	-36,902854	-60,313089	3
Curra Diego Jesus	Fabricación de productos de madera	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Celestino Muñoz	3759	20-28050444-5	-36,897523	-60,301928	3
Erdocia Julio Cesar	Fabricación de productos de madera	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Laprida	1321	20-08311712-6	-36,910383	-60,326605	3
Gonzalez Juan Carlos	Carpintería Gonzales	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Junín	2168	20-05399468-8	-36,888033	-60,340181	3
Pedro Capri	Fabricación de productos de madera	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Saavedra	3450	20-0549025-1	-36,895591	-60,309305	3
Ruppel Hugo Alberto	Fabricación de productos de madera	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	25 de mayo	4015	20-16174317-9	-36,88825	-60,308909	3
Rodriguez Pane Carlos Horacio	Maderpal	Fabricación de productos de madera	Industria maderera, carpinterías y afines	Parque Industrial PIO I		20-11837859-9	-36,899596	-60,280737	3
Ciklegas SA	Fabricación de cilindros GNC y gases de aire, tubos de acero	Fabricación de cilindros GNC y gases de aire, tubos de acero	Industria metalúrgica y afines	Parque Industrial PIO I		30-70832426-0	-36,899281	-60,277883	7
Clementi Fabian Omar	Clementi Aberturas	Fabricación de aberturas de aluminio	Industria metalúrgica y afines	Parque Industrial PIOII		23-25039644-9	-36,907247	-60,271585	7
Estergard	Mecanizados y tornaría industrial	Mecanizados y tornaría industrial	Industria metalúrgica y afines	Parque Industrial PIO I		23-20737002-9	-36,900156	-60,281198	7
Ing Mazzoze Servicios Industriales SA	Construcciones metálicas y montajes	Construcciones metálicas y montajes	Industria metalúrgica y afines	Parque Industrial PIO I		30-71052226-6	-36,898697	-60,27842	7
Marquez Walter	Metallúrgica Don Fede	Metallúrgica	Industria metalúrgica y afines	Parque Industrial PIO I		20-16174311-4	-36,897436	-60,282915	7
Ojeda Miguel Angel	Aberturas Olivarría	Fabricación de aberturas	Industria metalúrgica y afines	Parque Industrial PIO I		20-28607829-7	-36,884613	-60,331704	7
Mario Alberto Stunick	Alum. Glass	Fabricación de aberturas	Industria metalúrgica y afines	Belgrano	1567	20-2157427-6	-36,886692	-60,340771	7
Smith Laura Josefina	Alum. Tec	Fabricación de aberturas	Industria metalúrgica y afines	Coronel Suarez	4371	27-24595313-0	-36,905573	-60,310873	7
Alu One SRL	Alu One Soluciones Constructivas	Fabricación de aberturas	Industria metalúrgica y afines	Pueyrredón	3612	30-70819146-5	-36,907578	-60,325663	7
Ingratia Miguel Angel	Forjado prensado y laminado	Forjado prensado y laminado	Industria metalúrgica y afines	Laprida	3455	20-16924106-7	-36,896148	-60,308628	7
Metallúrgica Mifre SA	Fabricación de estructuras metálicas	Fabricación de estructuras metálicas	Industria metalúrgica y afines	Parque Industrial PIO I		33-65508842-9	-36,897162	-60,280222	7
Corfondo Ruben Horacio	Fabricación de acoplados	Fabricación de acoplados	Industria metalúrgica y afines	Moya	2251	20-17492642-6	-36,908786	-60,312865	7
Gomez Miguel	Metallúrgica	Metallúrgica	Industria metalúrgica y afines	Azapardo	3955		-36,908871	-60,321925	7

Lima Hector	EMI	Montajes Industriales	Industria metalúrgica y afines	Berútil	1458	20-12544494-7	-36,911724	-60,322864	7
Franchi Silvia	Franchi aberturas	Fabricación de aberturas	Industria metalúrgica y afines	Pringles	3778	27-10439924-5	-36,891509	-60,3091	7
Jordan Carlos Gustavo	Granimar	Corte, tallado y acabado	Industria metalúrgica y afines	Saavedra	2836	20-18528067-6	-36,899789	-60,314593	7
Mario Guinart	Guinart	Fabricación productos metalmeccánicos	Industria metalúrgica y afines	Alberdi	2331	20-14501398-8	-36,884593	-60,341339	7
Gonzales W. Daniel	Hierros Gonzales	Construcciones metálicas y montajes	Industria metalúrgica y afines	Celestino Muñoz	2161	20-16768026-6	-36,908233	-60,315459	7
Aclaraz Miguel Alberto	Marmolería Milagros	Corte, tallado y acabado	Industria metalúrgica y afines	Pellegrini	2960	20-13026062-5	-36,904942	-60,305905	7
Langar Osvaldo Antonio	Metalúrgica Collinet	Carpintería metálica y de aluminio	Industria metalúrgica y afines	Collinet	4544	20-10159429-8	-36,914334	-60,319018	7
Laborda	Metalúrgica Laborde	Fabricación de estructuras metálicas	Industria metalúrgica y afines	Colón	5258	20-29159856-1	-36,906333	-60,297297	7
Metalúrgica Stoesel SA	Metalúrgica Stoesel	Fabricación de acoplados	Industria metalúrgica y afines	Alberdi	3144	30-71086763-8	-36,879512	-60,334241	7
Metalúrgica Mico SA	Metalúrgica Mico	Metalúrgica	Industria metalúrgica y afines	Pellegrini	1351	30-71021301-8	-36,915628	-60,319741	7
Scmal Sergio	Metalúrgica Schmal	Herrenia	Industria metalúrgica y afines	Sarmiento	4336	20-1450123-0	-36,896227	-60,299595	7
Walker Miguel Angel	Metalúrgica Walker SRL	Fabricación de carpintería metálica	Industria metalúrgica y afines	Pellegrini	3161	20-10104894-3	-36,903599	-60,30451	7
Montano Alfredo Raúl	Montano Metalúrgica y Montajes	Construcciones metálicas y montajes	Industria metalúrgica y afines	Pellegrini	4569	20-20048330-9	-36,903066	-60,304201	7
Troia Juan Carlos	Neuma	Fabricación de cintas transportadoras	Industria metalúrgica y afines	Avda. Del Valle y Manuel Leal		20-07371448-7	-36,908679	-60,314402	7
Moreira Hnos	Pro One SRL	Fabricación de estructuras metálicas	Industria metalúrgica y afines	Parque Industrial PIO I			-36,899804	-60,281627	7
Alu One	Alu One	Fabricación de aberturas	Industria metalúrgica y afines	Pueyrredón	3612	30-71125179-7	-36,907587	-60,325771	7
Calso Walter Julio	Ruscol	Fofojado prensado y laminado	Industria metalúrgica y afines	Leal	1140	20-11823280-8	-36,915778	-60,322996	7
Alamda Luis y Archimano Jorge SH	Sedir	Montajes Industriales	Industria metalúrgica y afines	9 de Julio	3944	30-70969797-4	-36,88896	-60,308626	7
Serrin SA	Serrin	Metalúrgica	Industria metalúrgica y afines	Berútil	3598		-36,897447	-60,304797	7
Offidant Arturo Edgardo	Taller AEO	Fofojado prensado y laminado	Industria metalúrgica y afines	Vie. Lopez	3846	23-08002156-9	-36,886239	-60,314431	7
Diaz Antonio Enrique	Tomeria Diaz	Fofojado prensado y laminado	Industria metalúrgica y afines	Merlo	2668	24-06606939-3	-36,88294	-60,310918	7
Lemina Julio Alberto	Tomeria Julio	Tomeria	Industria metalúrgica y afines	Belgrano	3727	20-10914629-4	-36,899371	-60,313781	7
Broggio Mario Alberto	Tomeria Olavaria	Fofojado prensado y laminado	Industria metalúrgica y afines	Laprida	3270	23-11413959-9	-36,897502	-60,310369	7
Fialo Ruben	Tomeria Ruben	Fofojado prensado y laminado	Industria metalúrgica y afines	Chiclana	2198	20-11823351-5	-36,907504	-60,315859	7
Vakkua SA	Vakkua SA	Montajes Industriales	Industria metalúrgica y afines	Independencia	3354	30-71029951-6	-36,884185	-60,325119	7
Agroservicios del Centro SRL	Burgardt	Fabricación de productos metálicos	Industria metalúrgica y afines	Pellegrini	2967	30-71101252-0	-36,904792	-60,306139	7
Nuevas Alberto Jesús	Nueva Fábrica de Máquinas agrícolas	Fabricación implementos agrícolas	Industria metalúrgica y afines	Trabajadores	1757	20-14906426-6	-36,874573	-60,315681	7
Comella Carlos Daniel	Comella	Tomeria	Industria metalúrgica y afines	Parque Industrial PIO I	4663	23-0511569-9	-36,896565	-60,281295	7
Duran Raul Lorenzo	El Guadalupe	Mecanizados y fornería industrial	Industria metalúrgica y afines	Independencia	3335	20-29343475-2	-36,875193	-60,314154	7
Gargaglione Jose Laberto	Gouveia Rosa Carlos	Metalúrgica	Industria metalúrgica y afines	Balcarce	4570	20-13542355-7	-36,90264	-60,324721	7
Gundel mecanica de Precision	Hagg Sebastian SH	Fabricación de aberturas	Industria metalúrgica y afines	Dorrego	3749	30-70966742-0	-36,904502	-60,306106	7
Hermel SA	Metalúrgica Ale Omar	Fabricación de silos	Industria metalúrgica y afines	Buchardo	1270	20-12895866-6	-36,906852	-60,322866	7
Marte Ingeniería SRL	Pitaluga Ramiro	Construcciones metálicas y montajes	Industria metalúrgica y afines	Pringles	2728	20-10159080-2	-36,9081	-60,330127	7
Taller Metalúrgico Mazzeo	Naya Juan Carlos	Corte, tallado y acabado de cerámica	Industria metalúrgica y afines	Saavedra	5012	30-71066993-3	-36,900425	-60,315351	7
Oberli Carlos Alberto	Olivan Edgardo Daniel	Fofojado prensado y laminado	Industria metalúrgica y afines	Pellegrini	2461	30-70964393-9	-36,891024	-60,288501	7
Romanelli Oscar Alfredo	Romanelli	Montajes Industriales	Industria metalúrgica y afines	Pellegrini	4535	30-70875272-6	-36,908089	-60,310345	7
Stabile Mario Hugo	Tomeria TIN SA	Fabricación productos metalmeccánicos	Industria metalúrgica y afines	Circunvalación	2134	30-70936943-8	-36,90437	-60,280514	7
Fittipaldi Erica	Sophia Laboratorio de Cosmética	Fabricación de cosméticos	Industria metalúrgica y afines	Parque Industrial PIOII	3970	23-24595020-9	-36,905679	-60,273833	7
Jorge Horacio Zanga	Deterxil	Fabricación de jabones y preparados	Industria metalúrgica y afines	Parque Industrial PIO I	2875	30-82781150-7	-36,89853	-60,283403	7
Magnateria Anibal	Lomera Olavaria	Fabricación y reparación de lonas	Industria metalúrgica y afines	Ituzaingo	3611	20-13542361-1	-36,89543	-60,34494	7
Flexonvasas SRL	Flexonvasas SRL	Fabricación de pollelleno	Industria metalúrgica y afines	Agüilar	6096	20-03511195-1	-36,910263	-60,329767	7

Tabla 2: Inventario estaciones de servicio.

Razon social	Domicilio		Tipo de boca	Latitud	Longitud
Sew Combustibles SA - Estacion de Servicio Shell Dual	Av Del Valle 3699	Del Valle y Saavedra	Dual	-36,903527	-60,319891
Estacion de Servicio Esso. Carlos A Martino	Belgrano 2892	Belgrano y Moreno	Combustibles líquidos	-36,893852	-60,321042
Union Pasali SA - Estacion de Servicio Lavadero de Automoviles	Av Colón 2412	Colon y Brown	GNC	-36,887442	-60,320629
Est de Servicio Ypf Abrigo-Hernando SRL	Av Colón 3427	Colon y Pringles	Combustibles líquidos	-36,893873	-60,311937
Estacion de Servicio Gnc Gas Olavarria SA	Av Colón 3380	Colon y Pringles	GNC	-36,893886	-60,312772
Estaciones de Servicio Pdv Sur	Av Urquiza 970	Avellaneda y Urquiza	Combustibles líquidos	-36,914405	-60,327472
Estacion de Servicio Petrobras de Pascua	Gral Paz 3016	Lamadrid y Gral paz	Combustibles líquidos	-36,896006	-60,321575
Estacion de Servicio YPF, Opessa, nafta, gasoil y gnc (gas natural comprimido)	A. Del Valle 4545	A. Del Valle y Pellegrini	Dual	-36,909514	-60,312392
Estacion de Servicio Petrobras, Pascua Sa , nafta, gasoil y gnc (gas natural comprimido)	Pringles 2215	Pringles y Del Valle	Dual	-36,901525	-60,322417
Estacion de Servicio YPF, Abrigo-Hernando Srl , nafta y gasoil	Moreno 3002	Moreno y Dorrego	Combustibles líquidos	-36,893233	-60,319625
Estacion de Servicio Esso de Andrich E Hijos S.c., naftas y gasoil	Avenida Colón 1588	Colon e Ituzaingó	Combustibles líquidos	-36,88172	-60,327622
Estacion de Servicio SOL Petróleo, González Esteban Horacio, nafta y gasoil	Avenida Del Valle 5402	Avenida Del Valle y La Rioja	Combustibles líquidos	-36,915511	-60,306163
Estacion de Servicio Petrobras, Pascua Sa , nafta y gasoil	25 de Mayo 1649	25 Mayo casi Puevrrredón	Combustibles líquidos	-36,904251	-60,329176
Estacion de Servicio Petrobras, Pascua Sa , nafta y gasoil	Rivadavia 5201	Rivadavia y 226	Combustibles líquidos	-36,877314	-60,302528
Estacion de Servicio Ram Olavarria Sa , nafta, gasoil y gnc (gas natural comprimido)	Colón 4008,	Colon y Urquiza	Dual	-36,89769	-60,30732
Estacion de Servicio Gnc Antonela Vannacci, gnc (La Posta SA)	Antartida Argentina 5091	Ruta Nacional 226 y Ant. Argentina	GNC	-36,891057	-60,287389
Estacion de Servicio José Roberto González, nafta y gasoil	Avenida Ituzaingó 3838	Avenida Ituzaingó y El Libano	Combustibles líquidos	-36,879041	-60,323441
Estacion de Servicio Unión Pasali Sa , nafta y gasoil	Pringles y Trabajadores		Combustibles líquidos	-36,885841	-60,301788

Tabla 3: Inventario lagunas efluentes.

Razón Social	Domicilio	Latitud	Longitud	Valoración carga
Laguna Tratamientos cloacales	Rivadavia, pasando 1,4 Km Ruta 226	-36,868826	-60,288668	8
Laguna planta tratamientos lixiviados del Relleno Sanitario	Ituzaingo, pasando 3,8 km Ruta 226.	-36,846061	-60,277692	8

Tabla 4: Inventario de cementerios.

Razón Social	Domicilio	Latitud	Longitud	Valoración carga
Cementerio Loma de Paz	-	-36,850388	-60,339281	5
Cementerio Municipal	Balcarce entre Av. Ituzaingo e Independencia	-36,892765	-60,338508	5

Tabla 5: Inventario relleno sanitario.

Razón Social	Domicilio	Latitud	Longitud	Valoración carga
Relleno Sanitario RSU e Industriales no Especiales. Planta de tratamientos.	Ituzaingo, pasando 3,8 km Ruta 226.	-36,846266	-60,279498	7

Tabla 6: Inventario cría intensiva animales.

Razón Social	Domicilio	Latitud	Longitud	Valoración carga
Don Antonio (Engorde al corral)	Chacra 349	-36,808309	-60,273926	6

8. BIBLIOGRAFÍA.

- ❖ ANDRADE PÉREZ, A; NAVARRETE LE BLAS, F, 2004. Lineamientos para la Aplicación del Enfoque Ecosistémico a la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). México, D.F.
- ❖ Asociación Mundial para el agua (GWP), 2008. Principios de gestión integrada de los recursos hídricos. Bases para el desarrollo de planes nacionales.
- ❖ Consejo Hídrico Federal (COHIFE), 2003. Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina. Fundamentos del Acuerdo Federal del Agua.
- ❖ Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, 2002. Hoja de Línea de Base Ambiental Olavarría 3760-I, Provincia de Buenos Aires. Subsecretaría de Minería de la Nación SEGEMAR-IGRM.
- ❖ Dirección Nacional de Producción y Economía Agropecuaria y Forestal, 1997. Manejo sustentable de sistemas productivos con riego complementario en la Región pampeana.
- ❖ FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M, 2002. Protección de la Calidad del Agua Subterránea: guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales. World Bank, GW-MATE, UNESCO. Washington.
- ❖ FOSTER, S.; HIRATA, R, 1988. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas: una metodología basada en datos existentes. OPS-CEPIS.
- ❖ FOSTER et al, 1990. Política de protección de las aguas subterráneas. Centro Panamericano de ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Organización Mundial de la Salud (OMS).
- ❖ GARCÍA; LEÓN et al, 2013. Guía para el aprendizaje autónomo gvSIG. Universidad Politécnica de Cartagena.
- ❖ GIL, S, 2006. Engorde intensivo (feedlot), elementos que intervienen y posibles impactos en el medio ambiente.
- ❖ MASSONE, H. y D. MARTINEZ, 2008. Consideraciones metodológicas acerca del proceso de gestión del impacto y riesgo de contaminación de acuíferos. Publicación especial, Revista Ingenierías, Universidad de Medellín, Colombia.

❖ Universidad de la República, Facultad Ingeniería. Uruguay, 2008. Agua Subterránea. Curso de Hidrología e Hidráulica Aplicadas.

❖ VARNI, M; WEINZETTEL, P, 2008. Estudio hidrogeológico para la perforación de nuevos pozos de abastecimiento en la ciudad de Olavarría. Instituto de Hidrología de Llanuras en convenio con Coopelectric.

SITIOS CONSULTADOS.

- ❖ Página web Gobierno local de Olavarría, <http://www.olavarria.gov.ar/>
- ❖ Página web Parque Industrial de Olavarría, <http://www.piolavarria.com.ar/>
- ❖ Página web Secretaría de Energía de la Nación, <http://www.energia.gov.ar/>
- ❖ Página web Páginas Amarillas, <http://www.paginasamarillas.com.ar/>
- ❖ Página web Buscador Argentino, <http://www.argentino.com.ar/>
- ❖ ADELO Agencia Desarrollo Local de Olavarría
- ❖ Municipalidad de Olavarría

10. AGRADECIMIENTOS.

Agradezco al Dr. Héctor Massone por la ayuda brindada, su tiempo y su compromiso con este proyecto. A la Dr. Lourdes Lima, quién fue de gran apoyo en el aprendizaje del ArcGIS. A la Municipalidad de Olavarría y la Agencia de Desarrollo Local de Olavarría por los datos e información suministrada.