

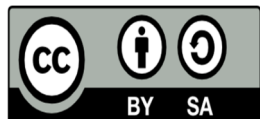
Cánepa, Clarisa

Análisis multiescalar de la relación entre la calidad del agua y los usos del suelo, en la cuenca del arroyo Las Conchitas, Argentina

2020

Instituto: Ciencias Sociales y Administración

Carrera: Licenciatura en Gestión Ambiental



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Reconocimiento – Compartir igual 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Cánepa, C. (2020) *Análisis multiescalar de la relación entre la calidad del agua y los usos del suelo, en la cuenca del arroyo Las Conchitas, Argentina* [tesis de grado Universidad Nacional Arturo Jauretche]

Disponible en RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital UNAJ <https://biblioteca.unaj.edu.ar/rid-unaj-repositorio-institucional-digital-unaj>



TRABAJO FINAL INTEGRADOR

**Análisis multiescalar de la relación entre la calidad
del agua y los usos del suelo, en la cuenca del
arroyo Las Conchitas, Argentina.**

Clarisa Cánepa

Tutor: Dr. Alejandro D. Crojethovich

Diciembre 2020

ÍNDICE

1.0	RESUMEN	7
2.0	INTRODUCCIÓN	8
2.1.	OBJETIVOS.....	12
2.1.1.	<i>Objetivo general:</i>	12
2.1.2.	<i>Objetivos específicos:</i>	12
2.2.	HIPÓTESIS	13
3.0	EL CASO DE ESTUDIO: LA CUENCA DEL ARROYO LAS CONCHITAS.....	14
3.1.	EL ÁREA DE ESTUDIO A NIVEL REGIONAL: LA REGIÓN METROPOLITANA DE BUENOS AIRES	14
3.1.1.	<i>Suelos:</i>	14
3.1.2.	<i>Hidrología superficial:</i>	15
3.1.3.	<i>Hidrología Subterránea:</i>	16
3.1.4.	<i>Geomorfología</i>	17
3.2.	EL ÁREA DE ESTUDIO A ESCALA MUNICIPAL: LOS MUNICIPIOS DE FLORENCIO VARELA Y BERAZATEGUI	19
3.2.1.	<i>Municipio de Florencio Varela</i>	19
3.2.2.	<i>Municipio de Berazategui</i>	20
3.2.3.	<i>Municipio de Presidente Perón</i>	22
3.2.4.	<i>Red Hídrica municipal</i>	23
3.3.	EL ÁREA DE ESTUDIO A NIVEL LOCAL: LA CUENCA DEL ARROYO LAS CONCHITAS	24
4.0	MATERIALES Y MÉTODOS	26
4.1.	METODOLOGÍA	26
4.1.1.	<i>Muestras de calidad del agua</i>	26
4.2.	SITIOS DE MUESTREO	30
4.2.1.	<i>Descripción de los sitios de muestreo</i>	32
4.2.1.1.	Estación C11	32
4.2.1.2.	Estación C13.....	33
4.2.1.3.	Estación C15.....	38
4.2.1.4.	Estación 421	40
4.2.1.5.	Estación C20.....	42
4.3.	CARACTERIZACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO DE LA CUENCA	43
4.4.	ANÁLISIS DE LOS DATOS	44
4.4.1.	<i>Estadística descriptiva</i>	44
4.4.2.	<i>Análisis de la varianza</i>	45
4.4.3.	<i>Análisis de correlaciones</i>	45
5.0	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
5.1.	USOS DEL SUELO IDENTIFICADOS EN LA CUENCA	47

5.1.1. Usos del suelo urbano:.....	47
5.1.2. Uso del suelo Rural:.....	49
5.1.3. Uso del suelo agricologanadero:	50
5.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS USOS DEL SUELO EN LA CUENCA	52
5.2.1. Usos del suelo en la cuenca del arroyo las Conchitas:.....	52
5.3. ANÁLISIS ESPACIOTEMPORAL DEL GRADIENTE DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA	65
5.3.1. Estadística descriptiva	65
5.3.2. Análisis de gradiente espacial	66
5.3.2.1. pH:.....	66
5.3.2.2. Conductividad:.....	67
5.3.2.3. Oxígeno Disuelto:.....	68
5.3.2.4. Demanda Química de Oxígeno:	69
5.3.3. Análisis temporal	70
5.3.3.1. pH.....	70
5.3.3.2. Conductividad.....	75
5.3.3.3. Oxígeno disuelto	79
5.3.3.4. Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	85
5.4. RELACIÓN ENTRE USOS DEL SUELO Y LA CALIDAD DE LAS AGUAS	91
6.0 CONCLUSIONES	94
7.0 BIBLIOGRAFÍA	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.: Evolución poblacional del partido de Florencio Varela.	20
Tabla 2. Evolución poblacional del partido de Berazategui.	22
Tabla 3. Métodos analíticos empleados en la evaluación de las muestras de agua recolectadas	30
Tabla 4. Cronograma de las campañas realizadas.....	31
Tabla 5. Clasificación de los usos de suelo urbano en la cuenca del arroyo Las Conchitas. Fuente: elaboración propia.....	49
Tabla 6. Clasificación de los usos de suelo rural en la cuenca del arroyo Las Conchitas. Fuente: elaboración propia.....	50
Tabla 7. Clasificación de los usos de suelo agrícola ganadero en la cuenca del arroyo Las Conchitas. Fuente: elaboración propia.	51
Tabla 8. Media y varianza los porcentajes de usos del suelo en la cuenca.	65
Tabla 9: Media y varianza de parametros ambientales de la cuenca . Fuente: elaboracion propia.....	66

Tabla 10: Resultados de los muestreos del pH en las cinco estaciones por campaña y promedio	72
Tabla 11: Mediciones de Conductividad en las 5 (cinco) estaciones	76
Tabla 12: mediciones de Oxígeno Disuelto en 5 (cinco) estaciones .	81
Tabla 13: mediciones de DQO en 5 (cinco) estaciones	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa del partido de Florencio Varela y ubicación relativa de la cuenca del arroyo las Conchitas. Fuente: elaboración propia	19
Figura 2: Mapa del partido de Berazategui y ubicación relativa de la cuenca del arroyo las Conchitas. Fuente: elaboración propia	21
Figura 3: Recursos hídricos de los municipios de Berazategui y Florencio Varela. Fuente: elaboración propia	24
Figura 4: Área de estudio - cuenca "Las Conchitas". Fuente: Elaboración propia	25
Figura 5: Estaciones de muestreo en la cuenca "Las Conchitas". Fuente: Elaboración propia	30
Figura 6: Usos del suelo en la cuenca del arroyo Las Conchitas". Referencias: P: Conjunto de viviendas. Vm: Asentamientos precarios y villas miseria. F: Residencial jardín Barrio parque. G: Clubes de campo y barrios privados. E: Manzanas y fracciones baldías. 20: Plazas y espacios verdes públicos. L: Espacio rural. I: Establecimientos industriales y grandes galpones. Nr: Espacio rural. Ak: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media. Bk: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media. Ck: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja. Dk: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja. Q	

: Grandes equipamientos sanitarios militares educativos cementerios. Ph: viviendas. Av: Avicultura y granja. V: Flori horticultura en invernáculo. H: Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso. Ex-H: Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso. S: Forestación dominante natural e inducida. Ag: Agricultura extensiva dominante. Ex-Ag: Agricultura extensiva dominante. Gn: Ganadería o sin uso aparente dominante. Bn: Bañado o terreno anegadizo. K: zona residencial. Fuente: elaboración propia

53

Figura 7: usos del suelo y área de 100 m en la cuenca "las Conchitas", las referencias de los usos del suelo se pueden ver en la tabla N° 5. Referencias: P: Conjunto de viviendas. Vm: Asentamientos precarios y villas miseria. F: Residencial jardín Barrio parque. G: Clubes de campo y barrios privados. E:	
--	--

Manzanas y fracciones baldías. 20: Plazas y espacios verdes públicos. L: Espacio rural. I: Establecimientos industriales y grandes galpones. Nr: Espacio rural. Ak: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media. Bk: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media. Ck: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja. Dk: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja. Q : Grandes equipamientos sanitarios militares educativos cementerios. Ph: viviendas. Av: Avicultura y granja. V:Flori horticultura en invernáculo. H: Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso. Ex-H: Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso. S: Forestación dominante natural e inducida. Ag: Agricultura extensiva dominante. Ag: Agricultura extensiva dominante. Gn: Ganadería o sin uso aparente dominante. Bn: Bañado o terreno anegadizo. K: zona residencial. Fuente: elaboración propia

55

Figura 8: Usos del suelo a 500 m en la cuenca “las Conchitas”. Las referencias de los usos del suelo se pueden ver en la figura 7. Fuente: elaboración propia	58
Figura 9: Usos del suelo a 1000 m. en la cuenca “las Conchitas”. Las referencias de los usos del suelo se pueden ver en la figura 7. Fuente: elaboración propia	61
Figura 10: Variación espacial del pH entre las estaciones de muestreo.	67
Figura 11: <i>Variación espacial de la conductividad entre las estaciones de muestreo</i>	68
Figura 12: Variación espacial del oxígeno disuelto entre las estaciones de muestreo.	69
Figura 13: Variación espacial del DQO entre las estaciones de muestreo.	70
Figura 14: promedio de pH en muestras tomadas en verano.....	72
Figura 15: promedio de pH en muestras tomadas en otoño.....	73
Figura 16: promedio de pH en muestras tomadas en invierno	74
Figura 17: promedio de pH en muestras tomadas en primavera.....	75
Figura 18: promedio de conductividad en muestras tomadas en verano.	77
Figura 19: promedio de conductividad en muestras tomadas en otoño.	78
Figura 20: promedio de conductividad en muestras tomadas en primavera.	79
Figura 21: promedio de OD de muestras tomadas en verano.	82
Figura 22: promedio de OD de muestras tomadas en otoño.	83
Figura 23: promedio de OD de muestras tomadas en invierno.	84
Figura 24: promedio de OD de muestras tomadas en primavera.	85
Figura 25: promedio de DQO de muestras tomadas en verano.	87
Figura 26: promedio de DQO de muestras tomadas en otoño.	88
Figura 27: promedio de DQO de muestras tomadas en invierno.	89
Figura 28: promedio de DQO de muestras tomadas en primavera.	90

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Campaña de muestreos en el arroyo las Conchitas. Foto: Fernando Calzada.....	28
Foto 2.: Ubicación estación de muestreo C11. Fuente: Google Maps.	32
Foto 3 : Estación de muestreo C11. Foto: Fernando Calzada.....	33
Foto 4.: Ubicación estación de muestreo C13. Fuente: Google Maps.	34
Foto 5.: Caño con vuelco de efluentes proveniente de la curtiembre en cercanías de la estación de muestreo C13. Foto: Fernando Calzada.	34
Foto 6. : Estación de muestreo C13. Foto: Fernando Calzada.....	35
Foto 7.: Micro basurales en el estación de muestreo C13. Foto: Fernando Calzada.....	36
Foto 8.: Micro basurales en el estación de muestreo C13. Foto: Fernando Calzada.....	37
Foto 9.: Viviendas casi a orillas del arroyo en la estación de muestreo C13. Foto: Fernando Calzada.	37
Foto 10. : Ubicación estación de muestreo C15. Fuente: Google maps.	38
Foto 11.: En ocasiones el agua del arroyo se encontraba en estas condiciones. Foto: Fernando Calzada.....	39
Foto 12.: Estación de muestreo C15. Foto: Fernando Calzada.....	40
Foto 13 : Ubicación estación de muestreo 421. Fuente: Google Maps.	41
Foto 14 : Residuos obstruyendo el cauce natural del arroyo en la estación de muestreo 421. Foto: Fernando Calzada.....	41
Foto 15. : Ubicación estación de muestreo C20. Fuente: Google Maps.	42
Foto 16.: Estación de muestreo C20. Foto: Fernando Calzada.....	43

1.0 RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar la influencia de la variación de los usos del suelo pueden tener a distintas escalas sobre la calidad del agua, en la cuenca del arroyo Las Conchitas, ubicada en la región nordeste del área metropolitana de Buenos Aires.

Se tomaron muestras de agua superficial midiendo oxígeno disuelto, DQO, conductividad y pH. Se clasificó los usos del suelo a 100, 500 y 1000 mts de distancia del cauce del arroyo, utilizando imágenes satelitales en un sistema de información geográfica.

Los resultados señalan que la calidad del agua está relacionada con los usos del suelo y que la relación depende de la distancia al arroyo.

La conductividad esta inversamente relacionada con la variación del uso del suelo residencial urbano que se encuentra hasta 100 mts. del cauce del arroyo ($r = -0,95$). El pH está positivamente relacionado con los establecimientos industriales que se encuentran hasta 500 mts de distancia ($r = 0,89$).

2.0 INTRODUCCIÓN

El arroyo Las Conchitas se encuentra ubicado en la región nordeste del área metropolitana de Buenos Aires. Ocupa una superficie de 120 kilómetros cuadrados y su curso nace en Florencio Varela, atraviesa a Berazategui y desemboca en el Río de la Plata. Posee una alta demanda multisectorial de recursos hídricos ya que a lo largo de su cauce concentra una gran cantidad de establecimientos industriales y emprendimientos florihortícolas, y un gradiente urbano rural muy marcado.

Gran parte de la cuenca se ubica en lo que se denomina periurbano, entendido como un complejo territorial que expresa una situación de interfase entre dos tipos geográficos aparentemente bien diferenciados: el campo y la ciudad.

Estas complejidades y transformaciones territoriales hacen que el periurbano pueda ser considerado un “territorio de borde” sometido a procesos relacionados con la valorización económica del espacio, pero también es un territorio contrapuestos desde el punto de vista geopolítico, pues define esa valorización económica del espacio en términos de intereses en disputa por diferentes usos del mismo (Goites et al. 2020).

Los estudios que han abordado al periurbano desde una perspectiva ecológica han centrado su atención en la complejidad de los sistemas naturales que componen este tipo de espacios de ecotono (Di Pace, Bartrons 2012), constituyendo un espacio donde se despliegan fenómenos ecológicos y sociales.

El periurbano es un espacio multidimensional con una combinación de actividades y diferentes usos del suelo como: la naturaleza (topografía, vientos, cursos de agua, flora y fauna), variados sistemas productivos (especialmente la producción rural extensiva e intensiva), las infraestructuras y los espacios habitacionales y/o productivos (viviendas rurales o loteos recientes deslindados de las plantas urbanas, industrias, establecimientos productivos rurales, escuelas, centros recreativos, áreas protegidas).

En este panorama de complejidad socioespacial, se dan diversos tipos de relaciones entre los usos del suelo y los recursos que sostienen.

María Di Pace (2001, p. 6) afirma que “las ciudades impactan en los sistemas circundantes, transformando su suelo y sus recursos hídricos superficiales y subterráneos: por la exportación de residuos sólidos y líquidos -domiciliarios e industriales-, la presencia de cavas, basurales a cielo abierto, etc. (...). Pero a su vez es

impactado por el sistema rural: recibe la influencia de los agroquímicos y los residuos sólidos, los contenedores de los productos agroquímicos que están constituyéndose en un elemento contaminador de importancia, etc.

Así mismo el uso intensivo de la tierra y el agua, que implica estructuras complejas construidas en cuencas hidrográficas, requiere el desarrollo de enfoques especiales para estudiar y pronosticar el efecto de las actividades humanas. El aumento de las necesidades de agua, las limitaciones impuestas por la calidad de los diferentes usos y la creciente contaminación como resultado de las actividades urbanas, industriales y agrícolas hacen más necesario considerar los acuíferos como componentes del sistema de recursos hídricos para aumentar los suministros de agua fiables y preservar la calidad del agua (Fianko et al. 2009).

La calidad del agua superficial está condicionada por un variado conjunto de procesos naturales y actividades humanas que interaccionan entre sí; por lo tanto, se verá afectada por los usos efectivos del territorio en la cuenca y por el uso que se haga de dicho recurso. Es por esta razón que el diagnóstico de la calidad del agua superficial es una herramienta significativa en la planificación del territorio y el establecimiento de medidas estructurales y no estructurales para minimizar la degradación ambiental de una cuenca y mejorar la calidad de vida de su población (Salvioli et al.2012).

Básicamente hay tres componentes que afectan severamente la calidad de las aguas:

- I. El microbiológico por los gérmenes patógenos asociados con los desechos domiciliarios y otros.
- II. La toxicidad y sus múltiples consecuencias aportada por efluentes industriales, drenaje de agroquímicos, desechos domiciliarios, lixiviados de rellenos sanitarios y otros pasivos ambientales como basurales a cielo abierto, depósitos de desechos tóxicos y hasta las aguas pluviales que arrastran diferentes sustancias hacia los cuerpos receptores.
- III. El exceso de nutrientes generadoras de eutroficación (Herkovits 2015).

Estas condiciones representan un desafío para la conservación de las características ecológicas de los cursos de agua, debido a que los múltiples impactos que se producen se traducen en una serie de conflictos socioambientales que existen entre los distintos “usos” que hace de los cursos de agua los habitantes (recreacional, como abrevadero para el ganado, vuelco de efluentes, etc.). Estos impactos son más difíciles de remediar

debido a que requieren diferentes medidas de manejo que deben complementarse entre sí (Feijó et al. 2012).

Se sabe que el uso del suelo en las cuencas fluviales tiene un efecto en la tierra, también en los ecosistemas acuáticos y especialmente en su interrelación. En Sudamérica es factible estudiar el funcionamiento de los ecosistemas en el gradiente urbano/rural debido a la importante concentración urbana de algunas ciudades, circundadas por extensas áreas rurales (Di Bella et al. 2004). Por otro lado en Centroamérica la principal causa de la degradación del recurso hídrico es el avance de la frontera agropecuaria, con prácticas de uso del suelo tradicionales, como la ganadería extensiva en zonas de fuertes pendientes, sobrepastoreo, riego por inundación, etc., que han causado impactos negativos sobre los ecosistemas, tales como la contaminación por nitratos y agroquímicos de las aguas superficiales de cuencas hidrográficas importantes (FAO 1996).

Los humanos utilizan la tierra con la intención de obtener productos y/o beneficios mediante el uso de recursos y en la mayoría de los casos cambiando las propiedades de los terrenos. Cualquier acción humana y usualmente una serie de operaciones en tierra definen un tipo de uso. Por lo tanto, el término uso de la tierra se refiere al propósito al que sirve la tierra, por ejemplo, la agricultura o las zonas urbanas, y no describen necesariamente los materiales (bio)físicos de la superficie terrestre. La descripción de la vegetación, los materiales, los objetos y la superficie desnuda, ya sea natural o hecha por el hombre, define comúnmente los tipos de cubierta terrestre (Fisher et al. 2005).

Según Allan (2004) el hábitat local y la diversidad biológica de los arroyos y ríos están fuertemente influenciada por la formación de la tierra y el uso de esta a múltiples escalas. Sin embargo, las asociaciones empíricas entre el uso de la tierra y la respuesta de los arroyos implican vías de influencia debido a:

- La covariación de los gradientes antropogénicos y naturales en el paisaje.
- la existencia de múltiples mecanismos dependientes de la escala-
- respuestas no lineales .
- las dificultades de separar las influencias actuales de las históricas.

La investigación y la gestión de los recursos de agua dulce podrían mejorar considerablemente si se comprendiera mejor la relación entre los factores de escala del paisaje y los indicadores de la calidad del agua. Esto es particularmente cierto en las

zonas urbanas, donde la transformación de la tierra afecta a los sistemas de corrientes a diversas escalas. A pesar de los avances en los métodos del paisaje, varios estudios que intentan dilucidar la relación entre el uso de la tierra/cobertura terrestre (LULC) y la calidad del agua han dado lugar a conclusiones contradictorias. Esos estudios se han basado en gran medida en la métrica de composición del paisaje. Para las cuencas urbanas y en vías de urbanización en particular, el uso de mediciones que capten el patrón espacial puede ayudar a distinguir los efectos de los diversos patrones de crecimiento urbano, así como a explorar la interacción entre las variables ambientales y socioeconómicas (Kearns et al. 2005).

Entre las herramientas modernas para estudiar los patrones espaciales de los usos del suelo a escala de paisaje y región están los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales se refieren a la integración de sistemas de cómputo y datos geográficos mediante los cuales se analizan y gestionan grandes volúmenes de datos estadísticos, espaciales y temporales (Gutiérrez y Gould 2000). Los sistemas de información geográfica (SIG) han surgido como poderosas herramientas para la manipulación y análisis de datos que son necesarios para generar, de una forma flexible, versátil e integrada, productos de información, ya sean mapas o informes para la toma de decisiones sobre el uso de tierras (Sombroek 1994). El almacenamiento de esta información cartográfica permite la creación de mapas en una diversidad de formas, de acuerdo con una necesidad o problemática específica. Adicionalmente, mediante los SIG se logra obtener datos e imágenes de la cubierta vegetal y usos del territorio, los cuales permiten una rápida y eficiente monitorización de los cambios y riesgos (FAO 1997).

Así mismo, un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una importante herramienta para integrar los datos espaciales con otra información. Permite analizar los datos integrados y representarla información que facilita la planificación espacial de los recursos desarrollo, la protección del medio ambiente y la ciencia. Esta capacidad hace que el SIG sea un poderoso herramienta para la evaluación de las aguas subterráneas.

El SIG no sólo proporciona herramientas para interpolar los valores medidos de la calidad del agua y parámetros de lugares específicos, sino que también permite para vincular la calidad del agua con el uso de la tierra, las características del suelo, y otra información pertinente. Además, el SIG proporciona sofisticadas capacidades de generación de mapas, útiles comunicando los resultados del análisis de los datos (Basem et al. 2010).

Da Silva et. al, (2012) reconocen que, aprovechando la base territorial de los datos de usos del suelo, existe actualmente una fuerte tendencia en aumentar el nivel de detalle y capacidad analítica, con el empleo de SIG, Sensores Remotos y tecnología GNSS en la recopilación, almacenamiento, procesamiento y representación de los datos.

La calidad del agua superficial generalmente se mide con monitoreos que duran mucho tiempo. Esto da como resultado una cantidad de información enorme y poco clara, una matriz que está compuesta por una gran cantidad de parámetros de sustancias fisicoquímicas, que a menudo son difíciles de evaluar e interpretar por su complejidad. Para resolver este problema, diferentes multivariantes técnicas estadísticas como el análisis de conglomerados (CA), análisis discriminante (DA) y análisis de componentes principales (PCA) se pueden aplicar. Estos métodos han sido ampliamente utilizados para reducir la cantidad de datos, para interpretar y comprender datos de calidad e identificar posibles factores / fuentes que influyen en los sistemas de agua, por lo tanto, ofrecen una herramienta valiosa para una gestión confiable de los recursos hídricos (Krishna et al. 2009; Mavukkandy et. al. 2014; Shrestha y Kazama 2007; Singh et al. 2004)

En este trabajo final integrado se estudian los usos del suelo ubicados dentro la cuenca periurbana del arroyo las Conchitas en la Provincia de Buenos Aires, Argentina y como la variación de esos usos en un gradiente urbano rural afectan distintos parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua.

Para realizar ese análisis se llevaron a cabo 8 campañas de muestreo en el arroyo, cuya información fue combinada con un análisis de los usos del suelo basados en imágenes satelitales procesadas en un entorno SIG y posteriormente se usaron herramientas estadísticas para evaluar la relación entre los usos del suelo y la calidad del agua del arroyo.

2.1. Objetivos

2.1.1. *Objetivo general:*

Analizar la relación entre los usos del suelo y la calidad del agua superficial en la cuenca del arroyo las Conchitas

2.1.2. *Objetivos específicos:*

- Caracterizar el patrón de la distribución de los usos del suelo en la cuenca.

-
- Evaluar la influencia de factores temporales y espaciales sobre la calidad del agua.

2.2. Hipótesis

La variación de la calidad del agua superficial en el arroyo las Conchitas está significativamente relacionada con la distribución de los usos del suelo en la cuenca.

3.0 EL CASO DE ESTUDIO: LA CUENCA DEL ARROYO LAS CONCHITAS

3.1. El área de estudio a nivel regional: la Región Metropolitana de Buenos Aires

La Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA), en la República Argentina, se encuentra en la Provincia de Buenos Aires, en la desembocadura del Río de la Plata.

De acuerdo a la definición del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC): incluye la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los 24 municipios tradicionales de Gran Buenos Aires, aun cuando también se suele definir a la RMBA como formada por la ciudad de Buenos Aires y a los 34 municipios contiguos (los 24 municipios de la definición del INDEC más 10 municipios adicionales con contigüidad urbana parcial con los municipios de Gran Buenos Aires: La Plata, Berisso, Ensenada, San Vicente, Presidente Perón, Cañuelas, Marcos Paz, General Rodríguez, Escobar, Pilar).

Al año 2010 tenía 15.594.428 habitantes en una superficie de 8.114 km². Esta población representa el 38,87% de la población de la Argentina.

La RMBA se encuentra limitada físicamente al Norte por el Delta del río de la Plata, al Este principalmente por el Río de la Plata y al Oeste y Sur por tierras agrícolas y ganaderas de la Provincia de Buenos Aires.

Estas áreas corresponden a sistemas naturales con diversos grados de antropización que interaccionan de diversas formas con la RMBA, proveyéndola de aire, alimentos, energía y recepcionando productos, incluidos los residuos domiciliarios e industriales. (Crojethovich, 2016)

3.1.1. Suelos:

Los suelos de la Pampa Ondulada, donde se encuentra localizada la RMBA, se caracterizan por su fertilidad y la facilidad para su cultivo. Estos suelos, que desde la estación de vista taxonómico se clasifican como "Molisoles", se han desarrollado en el "loess pampeano", de textura limosa y composición mineralógica rica en nutrientes.

Es posible distinguir al menos tres zonas de características morfológicas particulares, que se reflejan en los tipos de suelos predominantes:

- La primera zona comprende la parte próxima al río Paraná y río de La Plata. Su límite sur se puede establecer en el río Matanzas, y hacia el oeste se encuentra la divisoria de aguas entre el Paraná y el río Salado. Se caracteriza por las variaciones topográficas y una red de drenaje definida que reflejan un importante potencial morfogenético. Las formas comunes son las lomas con un dorso plano convexo. En las desembocaduras de los afluentes, las lomas son lobulares, convexas y con pendientes que excepcionalmente llegan al 4%.
- La segunda zona, hacia el oeste de la anterior, se localiza en los municipios de Lobos, Navarro y Suipacha. Se caracteriza por la gran suavidad de la topografía, con un muy escaso gradiente (0,5%) que determina un muy bajo potencial morfogenético. No posee una red de drenaje definida y los cursos son escasos. En las planicies se presentan suaves depresiones planocóncavas de forma irregular y tamaño variable, en donde se acumula el agua pluvial.
- La tercera zona se halla al sur del Río Matanza, correspondiendo a lo que se ha denominado la Pampa Ondulada baja.

3.1.2. Hidrología superficial:

Los ríos de las Cuencas de la Región Metropolitana de Buenos Aires (CUMIBA), se caracterizan por una topografía relativamente plana y uniforme, típica de cursos de llanura.

De todas las que atraviesan a la RMBA, las tres más importantes son, de norte a sur, las de los ríos Luján, Reconquista y Matanza-Riachuelo, y en menor grado las que integran a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y las de la Zona Sur (Herrero y Fernández 2008).

Cabe aclarar que todos los ríos del área pertenecen a la Cuenca del Plata;

- Río de la Reconquista: la cuenca del Río de la Reconquista abarca gran parte de la superficie de los municipios de Morón, Moreno, Merlo, Gral. Sarmiento, 3 de Febrero, Gral. San Martín, San Isidro, Vicente López y San Fernando. Su curso inferior está canalizado.

-
- Arroyo Maldonado: drena las aguas de las lluvias de los municipios de La Matanza, 3 de Febrero y de la Capital Federal, aunque esta entubado.
 - Río de La Matanza- Riachuelo: su cuenca drena las aguas de los municipios de Marcos Paz, Gral. La Heras, Cañuelas, Merlo, Morón, Almirante Brown, La Matanza, Esteban Echeverría, Lomas de Zamora, Lanús, Avellaneda y Capital Federal. En su tramo inferior ha sido rectificado y canalizado.
 - Arroyos Sarandí y Santo Domingo: reciben efluentes domiciliarios e industriales del municipio de Lanús y esta entubado en parte de su recorrido. (Crojethovich, 2016)

3.1.3. Hidrología Subterránea:

El abastecimiento del agua potable en gran parte de la región se realiza a través de empresas concesionarias privadas y es regulada por un ente estatal donde participan las distintas jurisdicciones. Sin embargo, en las áreas sin cobertura de la red de agua, el agua subterránea es la única fuente de abastecimiento.

El agua subterránea que se explota en la región se encuentra alojada fundamentalmente en los Sedimentos Pampeanos y en la Formación Puelches, en los acuíferos Pampeano y Puelches, respectivamente, los que en conjunto constituyen la Sección Epiparaneana, es decir, se encuentran por encima del Acuífero Paraná.

En las zonas topográficas más bajas, como los valles de los ríos, donde se han depositado los Sedimentos Post-pampeanos, el agua también se encuentra alojada en sus intersticios. Sin embargo, por ser un acuífero de baja productividad, elevada salinidad y vulnerabilidad a la contaminación, no se utiliza prácticamente para la provisión de agua.

El acuífero freático es el que en condiciones naturales se halla más cerca de la superficie, está en equilibrio con la presión atmosférica y se alimenta directa o indirectamente del agua de lluvia que se infiltra. Este acuífero se encuentra alojado en los Sedimentos Pampeanos y Post-Pampeanos.

Por debajo de la capa freática, se encuentran los Acuíferos Pampeano y Puelches, que por tratarse de acuíferos multicapa de llanura, están hidráulicamente conectados. O sea, que si se explota sólo el más profundo (Acuífero Puelches), también va a repercutir en los acuíferos superiores, bajando el nivel en la freática o “arrastrando” la depresión de la

misma. A la inversa, si se extrae agua de la freática va a llegar un momento en que un acuífero más profundo va a aportar agua hacia arriba disminuyendo su nivel piezométrico, o sea la presión del agua. En muchos municipios, el abandono de pozos de abastecimiento para agua potable y para uso industrial, entre otras causas, provocó el lento ascenso del agua freática, inundando sótanos y diversas construcciones, obligando en muchos casos a drenarlos en forma permanente.

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el agua subterránea prácticamente no se explota, pues el abastecimiento proviene del río de la Plata, a través de las empresas de provisión de agua. Es por ello que cuando se practican excavaciones por debajo de la superficie freática, para la construcción de edificios o túneles subterráneos, es necesario deprimirla con bombas extractoras. (Crojethovich,2016)

3.1.4. Geomorfología

La Provincia de Buenos Aires se caracteriza por presentar una cierta heterogeneidad de ambientes en relación fundamentalmente con la fisiografía y el paisaje. Sobre una superficie total aproximada de 307.569 Km², la diversidad de ambientes se manifiesta principalmente en una extensa área que abarca aproximadamente el 90% de la superficie y está ocupada por llanuras casi planas o muy suavemente onduladas, mientras que el 10% restante corresponde a un paisaje serrano de escasa altura. En la llanura bonaerense la altura media del terreno es inferior a los 60 msnm, con pendientes que generalmente son menores local y regionalmente al 10 /00. El ambiente serrano presenta una altura máxima de 524 y 1.100 msnm en la zona de las Sierras de Tandil y Sierra de la Ventana, respectivamente.

Los rasgos geomorfológicos de una región están estrechamente vinculados con las características del drenaje o escurrimiento del agua superficial. En términos generales, la Provincia de Buenos Aires se caracteriza por poseer una red de drenaje superficial con diferencias regionales que determinan una diversidad de ambientes, particularmente en el ámbito de llanura. (Consejo Federal de Inversiones 2011)

Un manejo poco efectivo de las tierras en zonas urbanas resulta en una generalizada degradación de suelos, agua y paisaje, ocupación de áreas riesgosas, pérdida de espacios verdes y de tierras agrícolas. Los impactos de la urbanización sobre los cursos fluviales (geología y geomorfología fluvial) son múltiples y significativos, lo que puede

extenderse a toda los aspectos relacionados con la hidrología (superficial y subterránea). A su vez, tal como es ampliamente conocido, las ciudades poseen un impacto directo, si bien local, sobre el clima, lo cual a su vez repercute también sobre el ciclo hidrológico (Pereyra,2017).

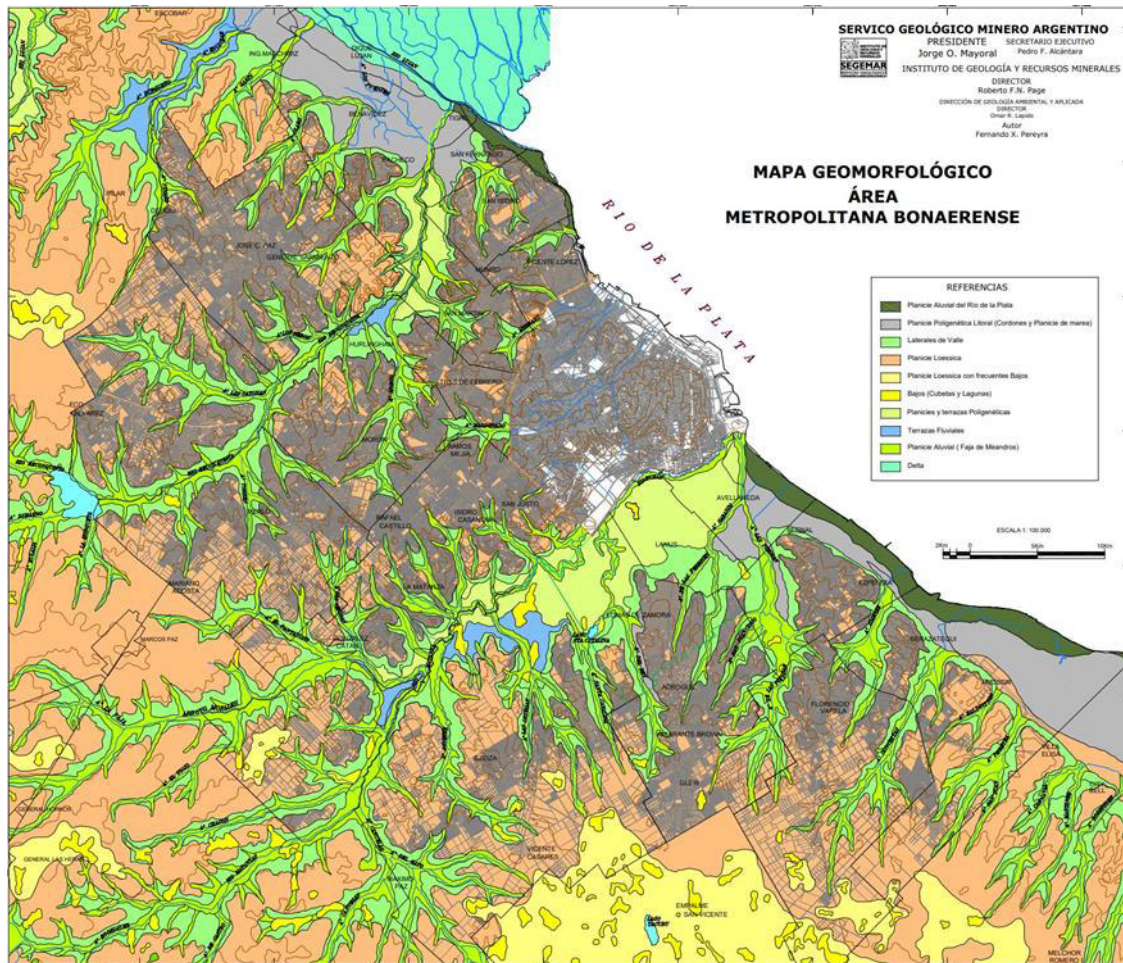


Figura 1: Mapa Geomorfológico Área Metropolitana Bonaerense. Fuente: Repositorio Segemar

3.2. El área de estudio a escala municipal: Los Municipios de Florencio Varela y Berazategui

3.2.1. *Municipio de Florencio Varela*

Ubicado en el sur del Conurbano bonaerense (Figura 2), Florencio Varela es uno de los veinticuatro municipios que conforman el Gran Buenos Aires. Sus localidades son: Bosques, Gobernador Costa, Ingeniero Allan, La Capilla, San Juan, Santa Rosa, Villa Brown, Villa San Luis, Villa Vatteone y Zeballos.

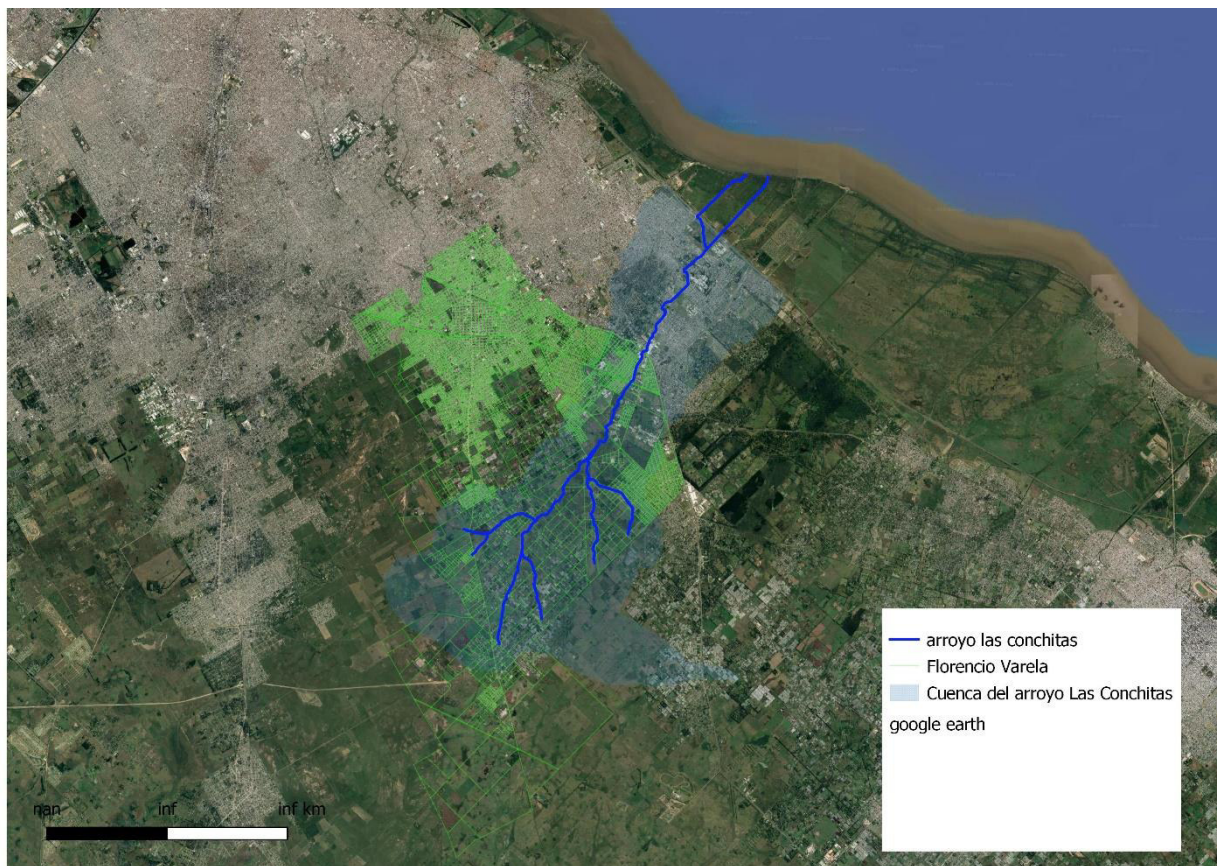


Figura 2: Mapa del partido de Florencio Varela y ubicación relativa de la cuenca del arroyo las Conchitas. Fuente: elaboración propia

Posee una extensión de 190 km² y según el Censo Nacional de Población realizado en 2010, cuenta con una población de 426.005 habitantes. Su crecimiento poblacional intercensal (2001-2010) es del 22,1%, superando ampliamente el crecimiento promedio del Gran Buenos Aires (14,2%) y el de la provincia de Buenos Aires en su totalidad (13%). Cabe mencionar que Florencio Varela se encuentra entre los cinco municipios de la RMBA en los que más ha aumentado su población en términos relativos entre 2001 y 2010 (Tabla 1).

Evolución poblacional del partido de Florencio Varela según los distintos censos de población y variación intercensal en porcentaje ¹⁵									
Censo	1895	1914	1947	1960	1970	1980	1991	2001	2010
Población	2.491	5.174	10.480	41.707	98.446	173.452	254.997	348.970	426.005
Variación	-	+107,70%	+102,55%	+297,96%	+136,04%	+76,18%	+47,01%	+36,85%	+22,07%

Tabla 1.: Evolución poblacional del partido de Florencio Varela.

3.2.2. *Municipio de Berazategui*

Conocida como la «Capital Nacional del Vidrio». Se encuentra al sudeste del conglomerado Gran Buenos Aires. Limita al norte con el Partido de Quilmes, al este con el Río de la Plata, al sur con los partidos de La Plata y Ensenada, y al oeste con el Partido de Florencio Varela. El partido se encuentra subdividido en las localidades de: Berazategui (cabecera), Hudson, Juan María Gutiérrez, Ranelagh, Sourigues, Pereyra, Plátanos, Villa España y El Pato (Figura 3).

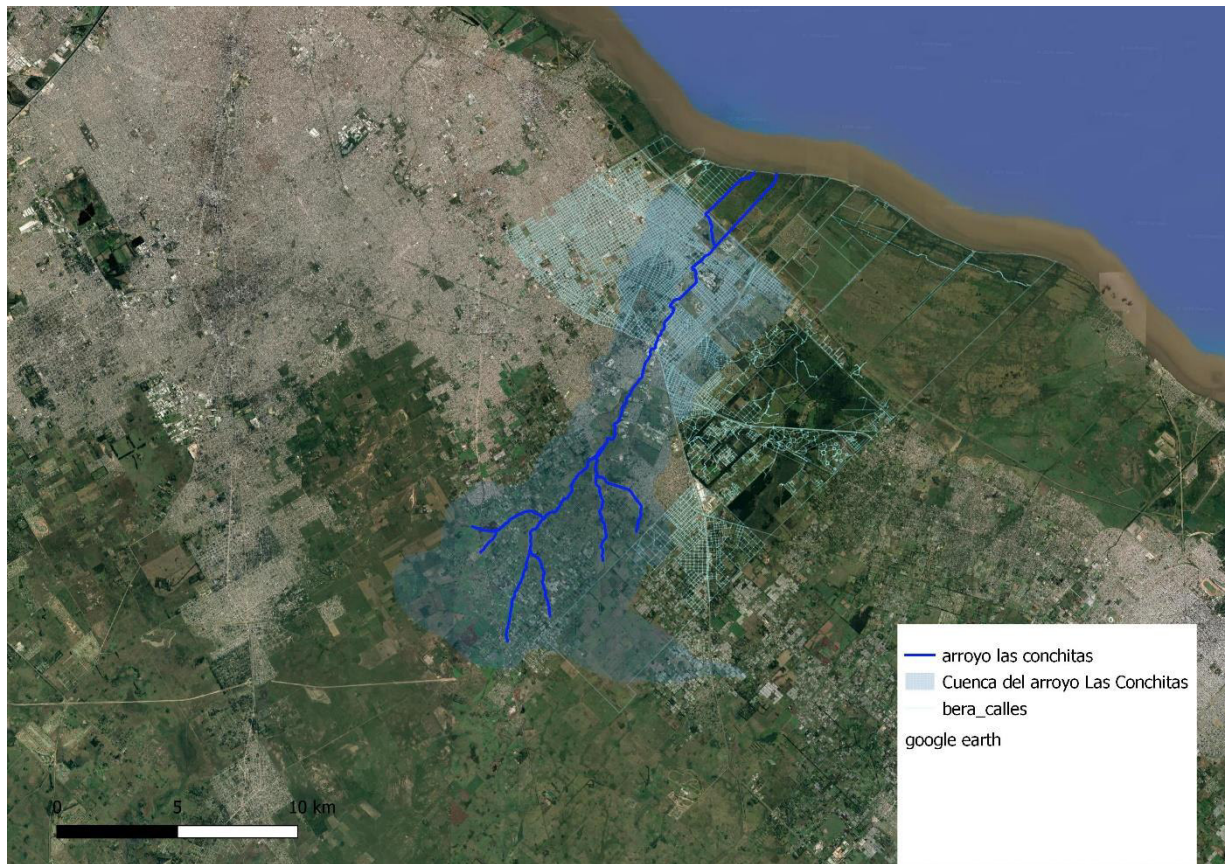


Figura 3: Mapa del partido de Berazategui y ubicación relativa de la cuenca del arroyo las Conchitas. Fuente: elaboración propia

Forma parte de la provincia de Buenos Aires, a 23 km al sudeste de la ciudad de Buenos Aires. Su superficie es de 217 km² y sus límites son: al norte el partido de Quilmes, al este el Río de la Plata, al oeste el partido de Florencio Varela y al sur los partidos de La Plata y Ensenada. Está bien comunicado con las principales ciudades de la zona sur del conurbano Gran Buenos Aires, a través del Ferrocarril General Roca y la Autopista Buenos Aires - La Plata.

Evolución poblacional del partido de Berazategui según los distintos censos de población y variación intercensal en porcentaje ¹¹					
	1970	1980	1991	2001	2010
Población	127.740	201.862	244.929	287.913	320.244
Variación	-	+58,02%	+21,33%	+17,54%	+11,22%

Tabla 2. Evolución poblacional del partido de Berazategui.

3.2.3. *Municipio de Presidente Perón*

Presidente Perón es uno de los 135 partidos de la provincia argentina de Buenos Aires. Forma parte del aglomerado urbano conocido como Gran Buenos Aires, ubicándose en la zona sur del mismo. Su ciudad cabecera es Guernica. Está a una distancia de 30 km de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. El nombre de este partido proviene del expresidente Juan Domingo Perón.

Guernica es la única ciudad del partido. Barrios: Panamerica, Parque Las Naciones (Barrio cerrado), Parque Americano, La Yaya, Las Lomas, San Martín, Santa Elena, Santa Magdalena, Santa Teresita, Centro, 25 de mayo, Santa Rosa de Lima (conocido como el El triangulo), Copenaghue, San Roque, Los Pinos, Numancia, Los Robles, America Unida.

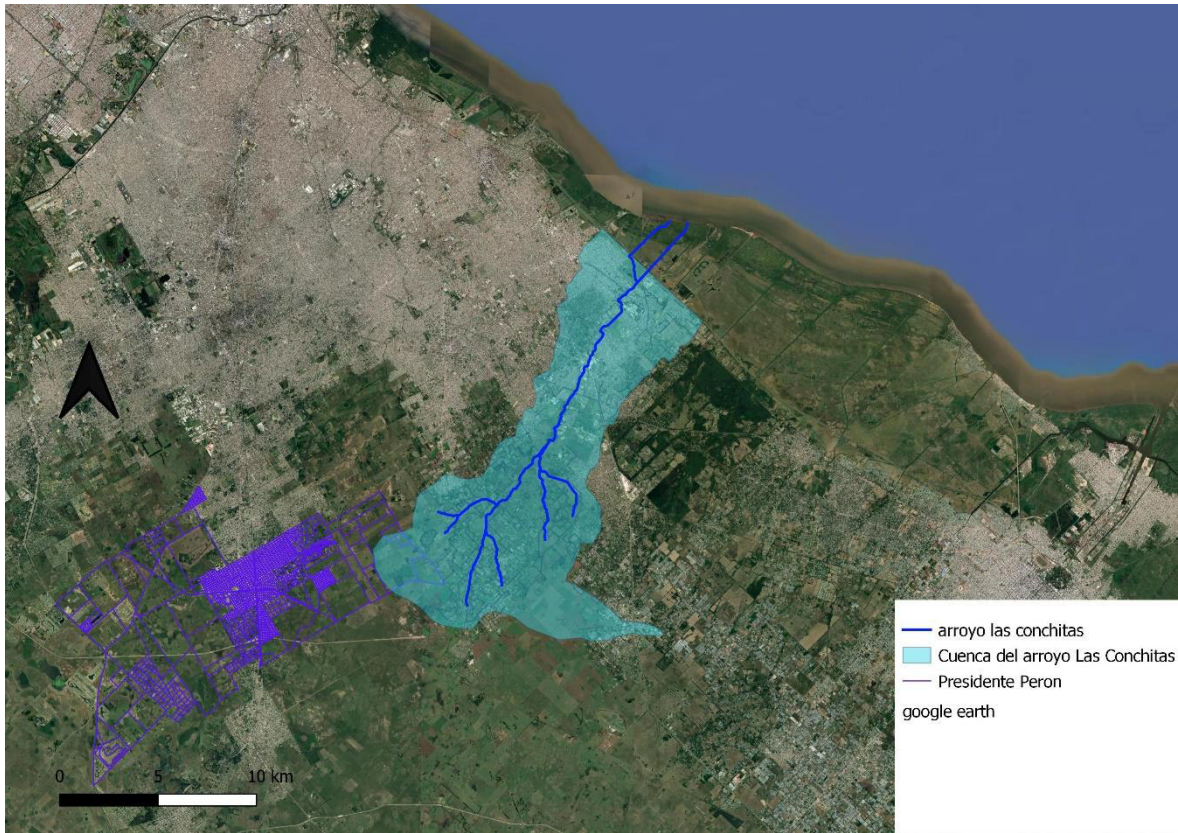


Figura 4: Mapa del partido de Presidente Perón y ubicación relativa de la cuenca del arroyo las Conchitas. Fuente: elaboración propia

3.2.4. Red Hídrica municipal

Los partidos de Berazategui y Florencio Varela comparten varios cursos superficiales, entre ellos el arroyo Jiménez, Las Conchitas, San Juan y el arroyo Baldovinos, los cuales pertenecen a la cuenca del río de La Plata (Figura 5).

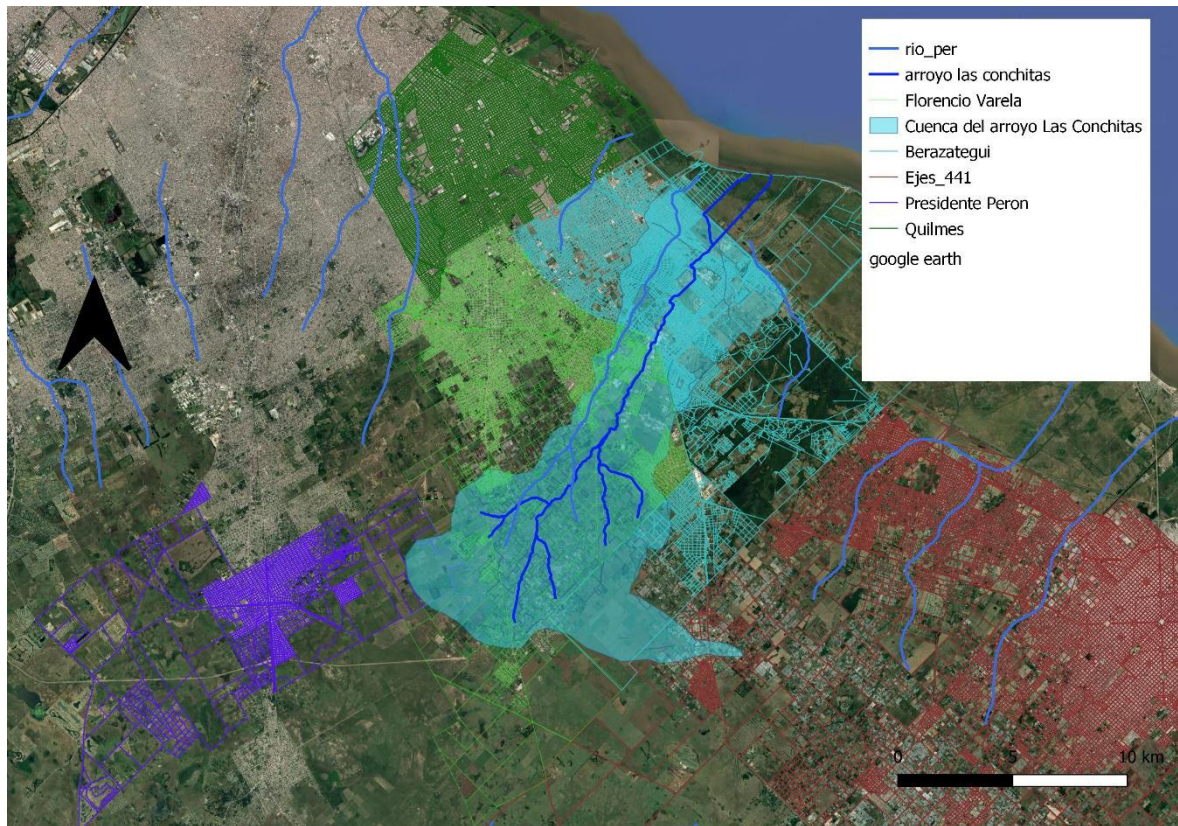


Figura 5: Recursos hídricos de los municipios que integran la cuenca. Fuente: elaboración propia

3.3. El área de estudio a nivel local: la cuenca del Arroyo Las Conchitas

El área de estudio del trabajo es la Cuenca del Arroyo Las Conchitas. La cuenca (Figura 6) ocupa amplios sectores de los Partidos de Florencio Varela, de Berazategui y una pequeña porción del partido de Presidente Perón, en el Conurbano Bonaerense, y forma parte de las pequeñas cuencas que descargan sus aguas en la Franja Costera Sur del Río de la Plata. En las últimas décadas dichas cuencas han experimentado un acentuado proceso de ocupación, que las transformó de cuencas predominantemente rurales en cuencas de características mayoritariamente urbanas.

De acuerdo con el Consejo Federal de Inversiones (2011) en las épocas en que no se producen precipitaciones su caudal de base está asociado a la acción antrópica, a través de efluentes cloacales e industriales que descargan, directa o indirectamente, en sus cauces. A lo que hay que sumar como fuente afloramientos de agua subterránea en la cabecera de la cuenca.

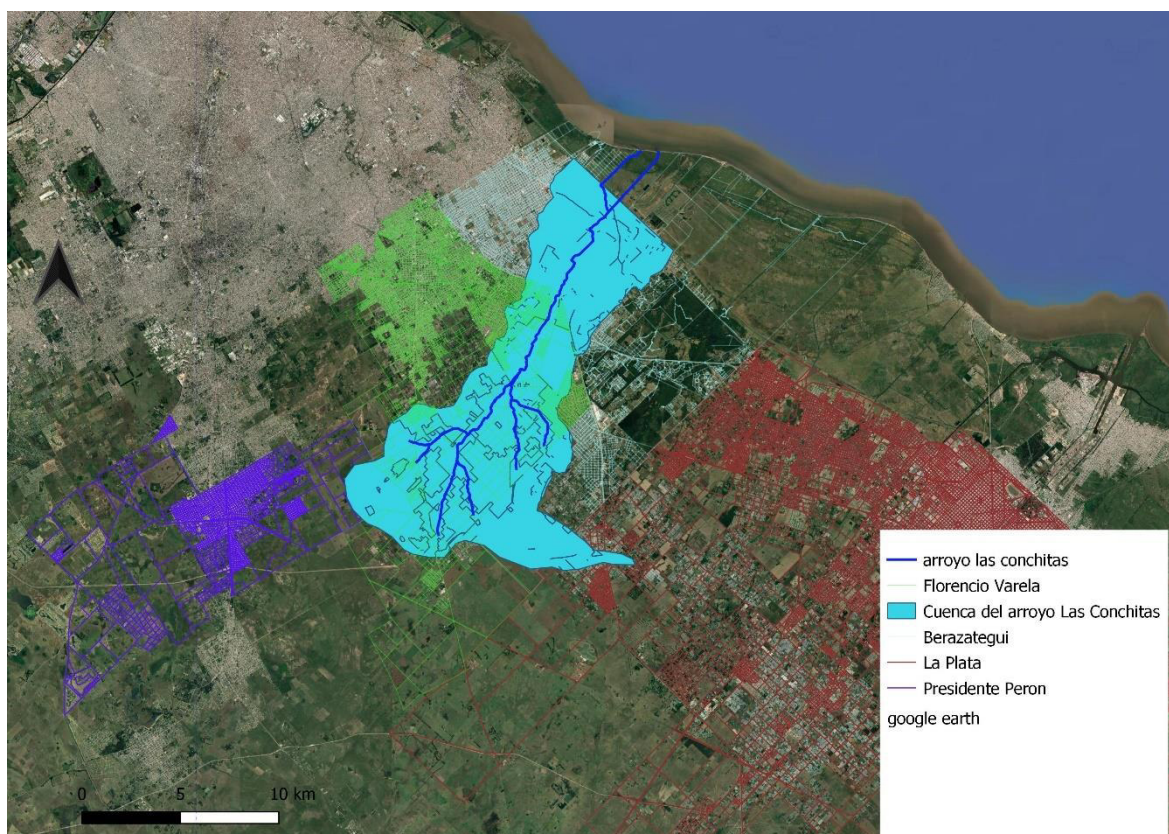


Figura 6: Área de estudio - cuenca "Las Conchitas". Fuente: Elaboración propia

4.0 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Metodología

La calidad ambiental de una cuenca se encuentra condicionada por un conjunto variado de procesos naturales y de actividades antrópicas que interaccionan de manera directa o indirecta según la estructura funcional de la misma; por lo tanto, la dinámica y calidad del agua superficial y subterránea se vinculan o asocian con los diferentes usos del territorio y del recurso hídrico en sí mismo, que se desarrollan en una cuenca (Consejo Federal de Inversiones 2011)

Las actividades antropogénicas pueden interactuar negativamente con un curso de agua que cruza una ciudad o un área urbana pequeña, aportando una cantidad significativa de contaminantes (Strungaru et al. 2015) sobre todo por vertidos industriales que no han sido tratados previamente. Además, el agua contaminada puede ser una amenaza para la salud, más allá de la subsistencia de la integridad biótica y por lo tanto obstaculiza servicios y funciones de los ecosistemas acuáticos. (Howladar et al. 2017)

En cuanto a calidad hídrica este trabajo se refiere a las características fisicoquímicas del recurso.

4.1.1. *Muestras de calidad del agua*

El objetivo de un muestreo es obtener una parte representativa del material bajo estudio (cuerpo de agua, efluente industrial, agua residual, etc.) para la cual se analizan las variables fisicoquímicas de interés para luego ser transferido al laboratorio para el respectivo análisis, momento en el cual la muestra debe conservar las características del material original. Para lograr ese objetivo se requiere que la muestra conserve las concentraciones relativas de todos los componentes presentes en el material original y que no hayan ocurrido cambios significativos en su composición antes del análisis.

En el análisis de la calidad del agua es importante considerar tanto la variación espacial como la temporal al realizar un plan de monitoreo. Por ejemplo Roy et al. (2018) realizaron una investigación, teniendo por finalidad cuantificar los procesos hidroquímicos y antropogénicos e identificar los factores que influyen en las concentraciones iónicas de un río en la región costera del suroeste de Bangladesh. Para

llevar adelante el estudio se recogieron muestras de superficie del río y sus canales adyacentes durante cuatro estaciones: primavera, verano, otoño e invierno midiendo pH, la conductividad eléctrica (EC), el oxígeno disuelto (DO) y los sólidos disueltos totales (TDS).

La composición específica de un agua determinada influye en propiedades físicas tales como densidad, tensión de vapor, viscosidad, conductividad, etc. Los parámetros para evaluar dicha composición se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Físicos: Características organolépticas Color, olor, sabor Elementos flotantes, temperatura, Sólidos, Conductividad y Radioactividad.
- Químicos: pH, Materia Orgánica, (Carbono orgánico total, COT) DBO, DQO, Nitrógeno y compuestos derivados (amoníaco, nitratos, nitritos, etc.), Fósforo y compuestos derivados (fosfatos), Aceites y grasas Hidrocarburos, Detergentes, Cloro y cloruros, Fluoruros, Sulfatos y sulfuros, Fenoles, Cianuros, Haloformos, Metales y Pesticidas.
- Además, las aguas contaminadas presentan compuestos diversos en función de su procedencia: pesticidas, tensoactivos, fenoles, aceites y grasas, metales pesados, etc.

En este trabajo se utilizaron los siguientes parámetros para caracterizar la calidad del agua en el arroyo las Conchitas:

- Oxígeno disuelto
- Conductividad
- Demanda química de oxígeno
- pH
- Temperatura

Los dos primeros midieron in situ con una sonda Hanna HI 9146 (Foto 1). La conductividad y el pH fueron medidos en los laboratorios de la Dra. Laura María Isabel López en el CITEC-INTI ubicados en la localidad de Gonnet. Por último, los análisis de DQO fueron realizados en los laboratorios de G.E.M.A ubicado en la localidad de La Plata.

En el marco del proyecto de investigación las muestras fueron tomadas por los mismos integrantes, no se cuenta con cadena de custodia ya que como objetivo se persigue un fin académico.



Foto 1. Campaña de muestreos en el arroyo las Conchitas. Foto. Fernando Calzada.

Las muestras fueron recolectadas en frascos de vidrio estéril de 750 ml de capacidad y refrigerado a 4° C hasta el momento de los análisis, realizadas dentro de las 24 hs después de la recolección.

En la Tabla 3 se realiza una descripción de los métodos instrumentales utilizados en el análisis de las muestras recolectadas.

Variable	Método utilizado
PH	Para la determinación del pH se utilizó un pH-metro Mettler Toledo SevenMultiGmbH 8603 N° serie 1226377097 L.Q. 005, empleando patrones de calibración (pH 4,0; 7,0 y 10,0), el resultado nos indica la acidez o lo alcalinidad de la muestra.
Conductividad	<p>La conductividad se midió con una sonda electrónica HANNA HI 98130, que aplica un voltaje entre dos electrodos. La disminución del voltaje se usa para medir la resistencia del efluente que se traduce a conductividad. La conductividad es el valor inverso de la resistencia. Se utilizaron soluciones patrones de conductividad conocida para calibrar el equipo.</p> <p>Las medidas se realizaron de acuerdo a lo establecido en la publicación: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. 20ed., New York, 1998.</p>
DQO	Se realizó a través del método SM 5220-D. En estas pruebas el componente orgánico es sujeto a oxidación, el oxidante especificado es ion dicromato ($K_2Cr_2O_7$ el cual se reduce a ion cromático (Cr^{3+}))
Od	Al igual que la conductividad el Oxígeno Disuelto se midió con una sonda

Tabla 3. Métodos analíticos empleados en la evaluación de las muestras de agua recolectadas

4.2. Sitios de Muestreo

Se establecieron 5 estaciones de muestreo de agua superficial (Figura 7), sobre el cauce del arroyo Las Conchitas, y en un tiempo aproximado de 9 meses se realizaron 2 muestreos por estación del año (otoño, primavera, verano) en invierno solo se muestreo una vez, con un total de 7 campañas.

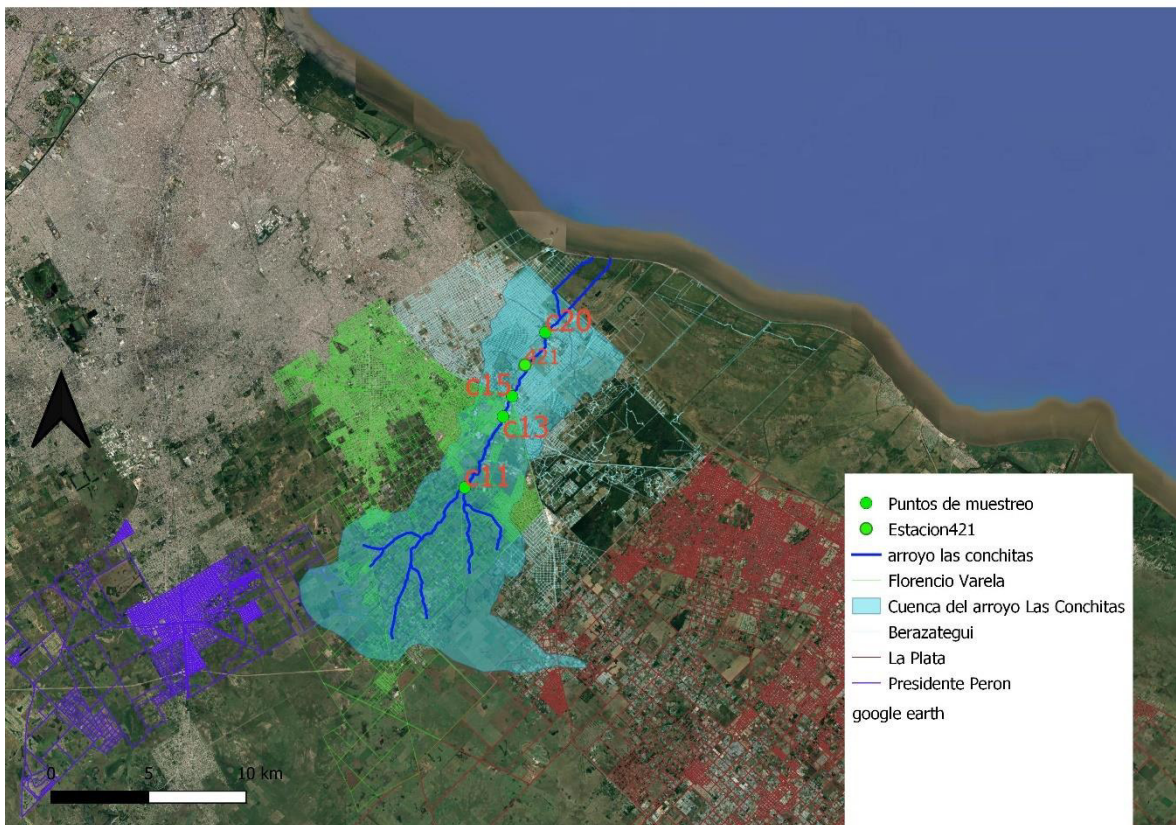


Figura 7: Estaciones de muestreo en la cuenca “Las Conchitas”. Fuente: Elaboración propia

Las estaciones de muestreo se establecieron en base a un estudio previo realizado por el equipo del PEAT (Programa de Estudios en Ambiente y Territorio), que determinó la extensión de la cuenca, su geometría, y las estaciones de recarga y descarga de las mismas.

Campañas realizadas

Campañas	fecha	año
Campaña 1	24/05	2018
Campaña 2	09/08	2018
Campaña 3	08/11	2018
Campaña 4	11/01	2018
Campaña 5	15/03	2019
Campaña 6	22/05	2019
Campaña 7	02/06	2019

Tabla 4. Cronograma de las campañas realizadas.

Estaciones de muestreo			
ID	Designacion	Latitud	Longitud
C11	Rural	34º 51' 20"	58º 13' 25"
419 (C13)	Rural	34º 49' 22"	58º 12' 11"
C15	Agricologanadero	34º 48' 47"	58º 11' 51"
421	Urbano	34º 47' 26"	58º 10' 49"
C20	Urbano	34º 47' 01"	58º 10' 48"

Tabla 5. Estaciones de muestreo.

4.2.1. Descripción de los sitios de muestreo

4.2.1.1. Estación C11

Está ubicada en el cordón periurbano del partido de Florencio Varela (Foto 2, Foto 3). Es la única de las estaciones de muestreo ubicada en una zona con baja ocupación de viviendas. Accediendo por av. Hudson en una gran área verde, dicha estación está ubicada en la intersección de dos brazos del arroyo. El agua suele ser clara y su cauce fluye con normalidad, a simple vista no suele tener existencia de basura ni restos de efluentes.

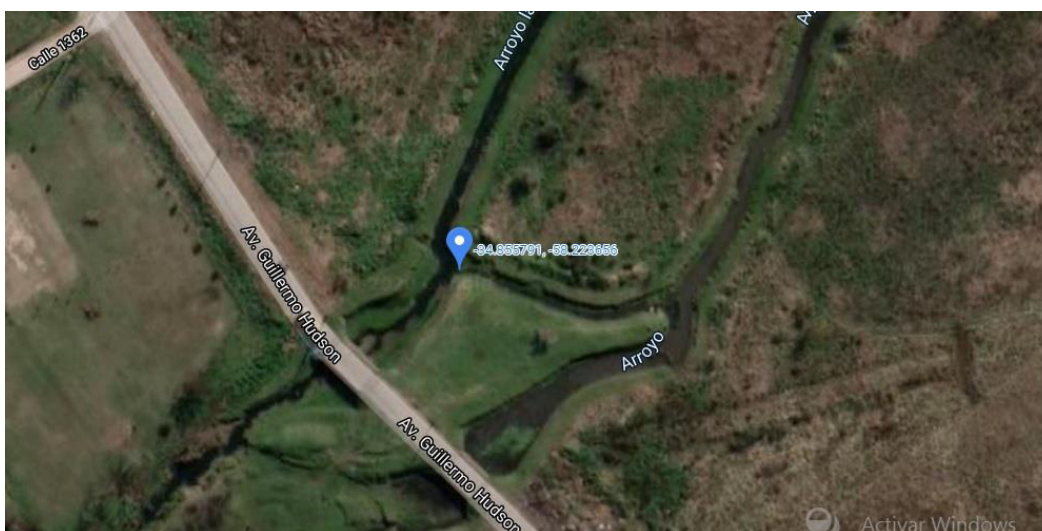


Foto 2.: Ubicación estación de muestreo C11. Fuente: Google Maps.



Foto 3 : Estación de muestreo C11. Foto: Fernando Calzada.

4.2.1.2. Estación C13

También ubicada en el partido de Florencio Varela (Foto 4), al contrario de la estación de muestreo anterior esta estación está ubicada en una zona con alta cobertura de viviendas (Foto 9). Como se puede observar en la foto la ocupación de viviendas llego hasta la zona inundable del arroyo. La zona donde está ubicado este estación de muestreo es un barrio con viviendas de bajos recursos en donde para acceder al lugar de toma de muestras debimos atravesar cantidad de micro basurales, calles no asfaltadas y anegadas, quemas de basura etc. (Foto 7, Foto 8).

En frente se encuentra Terniun Argentina (Foto 6) una industria basada en la producción de aceros y La Hispano Argentina Curtiembre la cual de camino a la estación de muestreo se puede visualizar los caños de vuelco al arroyo (Foto 5) en donde vecinos del lugar en varias oportunidades ha expresado que los vuelcos se realizan por las noches.



Foto 4.: Ubicación estación de muestreo C13. Fuente: Google Maps.



Foto 5.: Caño con vuelco de efluentes proveniente de la curtiembre en cercanías de la estación de muestreo C13. Foto: Fernando Calzada.



Foto 6. : Estación de muestreo C13. Foto: Fernando Calzada.



Foto 7.: Micro basurales en el estación de muestreo C13. Foto: Fernando Calzada.

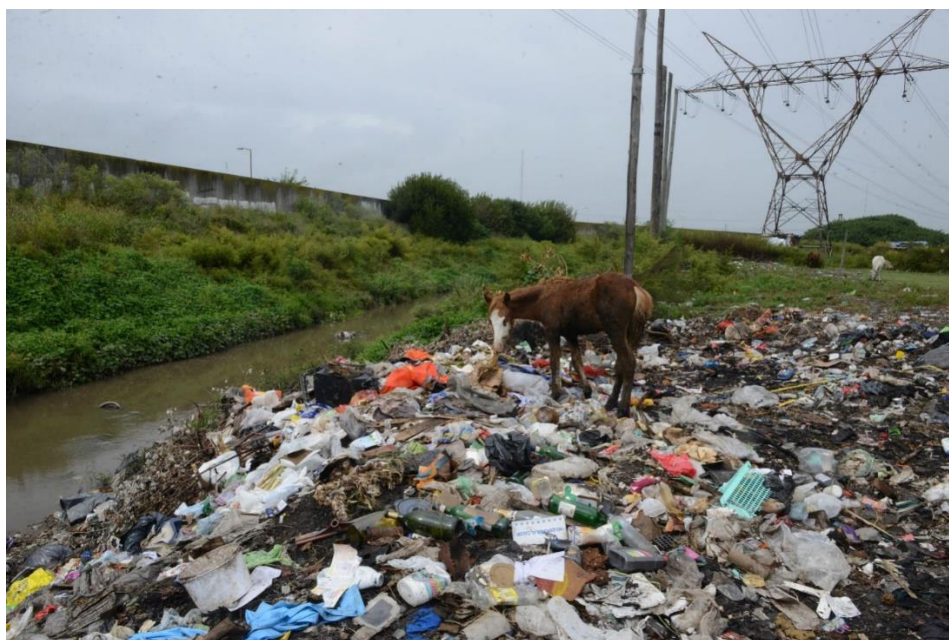


Foto 8.: Micro basurales en el estación de muestreo C13. Foto: Fernando Calzada.



Foto 9.: Viviendas casi a orillas del arroyo en la estación de muestreo C13. Foto: Fernando Calzada.

4.2.1.3. Estación C15

En el partido de Berazategui, esta estación de muestreo está ubicado frente a Reginald Lee S.A. (Foto 10, Foto 12) Al igual que la estación C13 se encuentra en una zona urbana con una leve mejoría en los recursos de las viviendas aun así se puede denotar que es un barrio muy humilde. En ocasiones en esta estación se ha llegado a visualizar el agua del arroyo en condiciones muy críticas con una coloración gris (Foto 11).

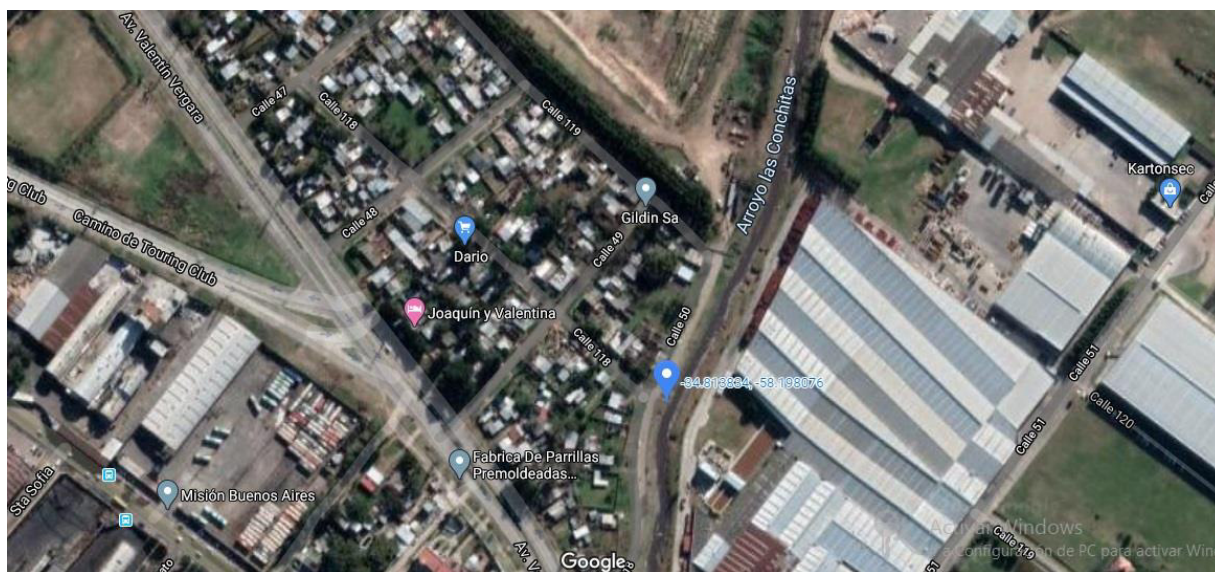


Foto 10. : Ubicación estación de muestreo C15. Fuente: Google maps.



Foto 11.: En ocasiones el agua del arroyo se encontraba en estas condiciones. Foto: Fernando Calzada.

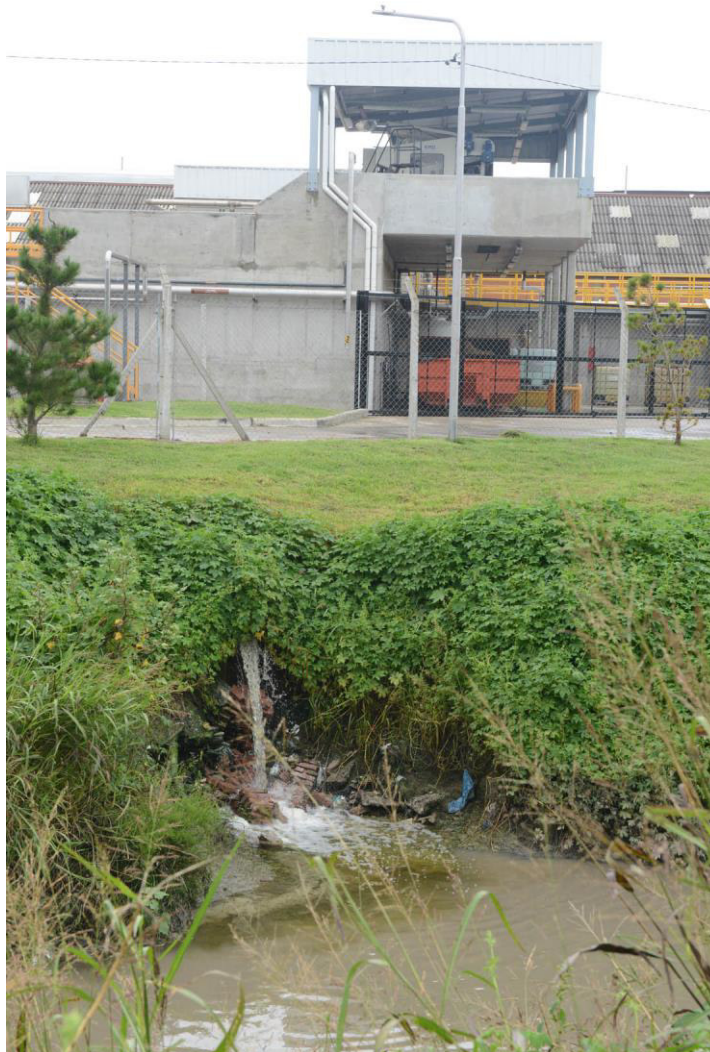


Foto 12.: Estación de muestreo C15. Foto: Fernando Calzada.

4.2.1.4. Estación 421

También ubicada en el partido de Berazategui en la localidad de Ranelagh en la calle 133A, el arroyo pasa por debajo de la calle (Foto 13), en esta estación de muestreo en ocasiones se pudo observar grandes acumulaciones de residuos obstruyendo el cauce natural del arroyo (Foto 14). En cuanto a la zona es urbana residencial con amplios espacios verdes.

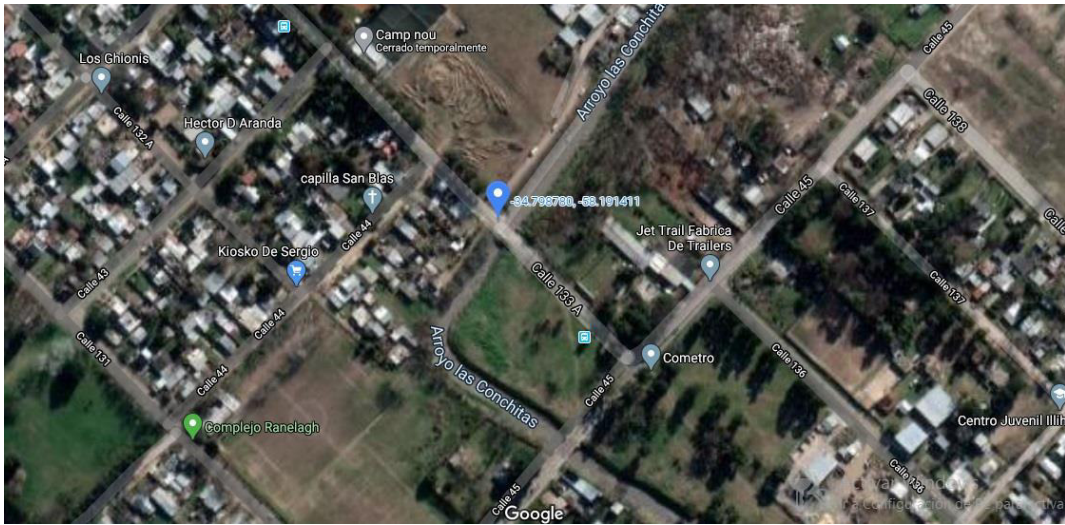


Foto 13 : Ubicación estación de muestreo 421. Fuente: Google Maps.



Foto 14 : Residuos obstruyendo el cauce natural del arroyo en la estación de muestreo 421. Foto: Fernando Calzada.

4.2.1.5. Estación C20

Este es la última estación de muestreo del recorrido, también ubicada en la localidad de Ranelagh (Foto 15). Al igual que en la estación C11 la mayoría de las campañas se pudo observar el agua con condiciones de claridad y su cauce fluye de manera normal (Foto 16).

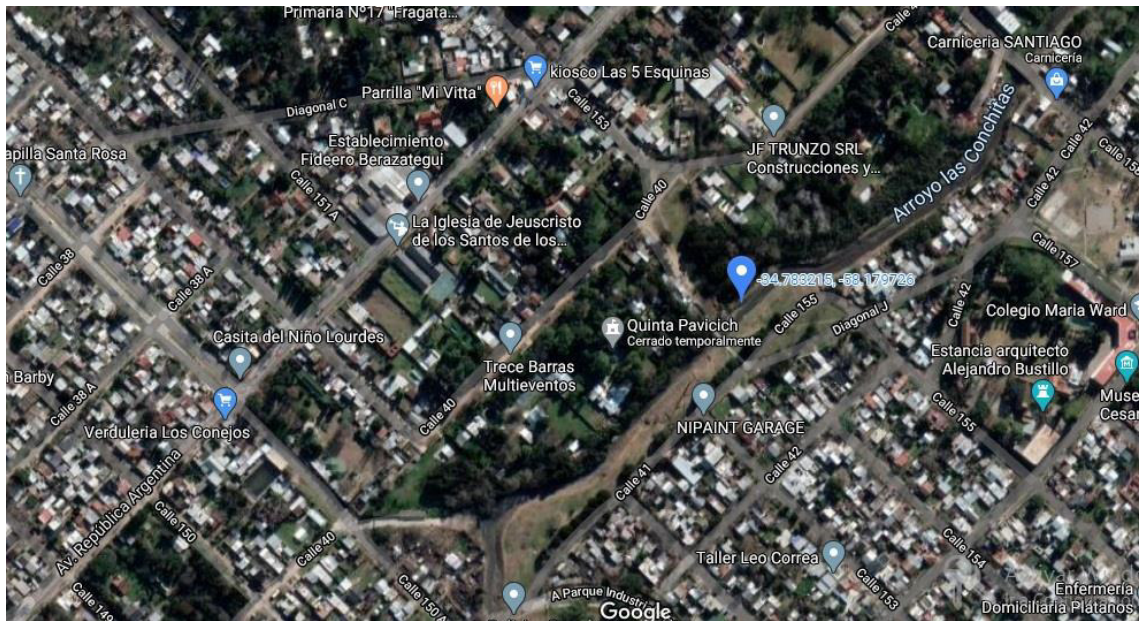


Foto 15. : Ubicación estación de muestreo C20. Fuente: Google Maps.



Foto 16.: Estación de muestreo C20. Foto: Fernando Calzada.

4.3. Caracterización de los usos del suelo de la cuenca

Las investigaciones de los procesos de cambio de uso del suelo (identificación y análisis de los factores e impactos en los ecosistemas), incluyen además de la caracterización y diagnóstico de las diversas cubiertas (naturales y artificiales), usos del suelo que comprenden un determinado territorio. En la actualidad para este tipo de estudios se ha propuesto el uso de metodologías y procedimientos estadísticos innovadores, que se complementan con técnicas de trabajo de campo, así como el uso y aplicación de herramientas de los denominados sistemas de información geográfica y de cartografía automatizada (Riebsame, Meyer, Turner, 1994).

Como consecuencia, la ciencia cartográfica no ha sido ajena al desarrollo de la revolución tecnológica, y su evolución se ha visto fuertemente impulsada por la implementación de

métodos numéricos y procesos computarizados, que han masificado el proceso de producción cartográfica y multiplicando exponencialmente la creación y generación de datos geográficos (Siabato 2018).

En la actualidad, la mayoría de los estudios actuales se basan en mapas estáticos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que pueden representar la cubierta terrestre de algunos años desplazada en el tiempo a partir de las medidas del estado de los arroyos (Allan 2004).

Un SIG es un sistema basado en capas, cada una de estas representan información descriptiva sobre cada entidad almacenada, esto permite mostrar relaciones espaciales y conocer características relevantes de cada lugar. En este trabajo se realizó una caracterización de los usos del suelo de la cuenca utilizando coberturas ya existentes, procesándolas con el software QGIS 3.4.

La multiescalaridad proporciona una perspectiva para analizar los eventos y procesos que tienen lugar en el territorio. Para dicho análisis, se delimitaron las áreas que se encuentran a 100, 500 y 1000 metros de distancia al cauce del arroyo. En cada una de ellas se realizó el cálculo de la superficie ocupada por cada uso del suelo de acuerdo con la clasificación de los mismos que se presenta más adelante.

4.4. Análisis de los datos

En general, las técnicas de análisis factorial pueden utilizarse para explorar las interrelaciones entre muchas variables diferentes para determinar si existe un conjunto subyacente (los factores) que explique la correlación entre las variables. Esta técnica se ha utilizado con éxito en anteriores investigaciones sobre ecología del paisaje (Kearns et. Al 2005).

En este trabajo se hará uso de diferentes herramientas estadísticas:

4.4.1. Estadística descriptiva

En la estadística descriptiva los registros u observaciones efectuados proporcionan una serie de datos que necesariamente deben ser ordenadas y presentadas de una manera

inteligible. La estadística descriptiva desarrolla un conjunto de técnicas cuya finalidad es presentar y reducir los diferentes datos observados.

También desarrolla técnicas que estudian la dependencia que puede existir ante dos o más características observadas en una serie de individuos son las denominadas técnicas de regresión y correlación.

4.4.2. Análisis de la varianza

Se realiza un análisis la variabilidad aportada por la escala espacial de los usos y la temporalidad de los muestreos.

La varianza de una muestra representa el promedio de la desviación de los datos con respecto a la media (Vinuesa, 2017). Se calcula casi en la misma forma que la desviación media, con dos pequeñas diferencias: 1) las desviaciones se elevan al cuadrado antes de ser sumadas y, 2) se obtiene el promedio, utilizando $n - 1$ en lugar de n . (Castillo 2009).

4.4.3. Análisis de correlaciones

Se analiza la relación entre usos del suelo y la calidad de las aguas a través de un análisis estadístico de correlaciones.

La correlación es una medida de la relación (covariación) lineal entre dos variables cuantitativas continuas (x , y). La manera más sencilla de saber si dos variables están correlacionadas es determinar si co-varían (varían conjuntamente). Es importante hacer notar que esta covariación no implica necesariamente causalidad, la correlación puede ser fortuita, como en el caso clásico de la correlación entre el número de venta de helados e incendios, debido al efecto de una tercera variable, la temperatura ambiental. La correlación es en esencia una medida normalizada de asociación o covariación lineal entre dos variables. Esta medida o índice de correlación r puede variar entre -1 y $+1$, ambos extremos indicando correlaciones perfectas, negativas y positivas respectivamente. Un valor de $r = 0$ indica que no existe relación lineal entre las dos variables. Una correlación positiva indica que ambas variables varían en el mismo sentido. Una correlación negativa significa que ambas variables varían en sentidos opuestos.

La correlación suele interpretarse de la siguiente manera (Vinuesa 2017)

-
- correlación despreciable: $r < |0.1|$
 - correlación baja: $|0.1| < r \leq |0.3|$
 - correlación media: $|0.3| < r \leq |0.5|$
 - correlación fuerte o alta: $r > |0.5|$

5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Usos del suelo identificados en la cuenca

La interacción dada entre el ser humano y el espacio geográfico que habita supone una relación de mutua adaptación. Esta visión conduce a una idea de dinamismo dada por la ocupación y utilización diferencial del territorio, en función a las necesidades y demandas de la población. En términos concretos, ello se traduce en que los usos del suelo caracterizan el paisaje urbano, mientras que su distribución espacial determina la estructura y organización de la ciudad. (Da Silva et. al 2012)

Conocer la distribución de los usos del suelo en una región son de la mayor importancia para la planificación y el ordenamiento territorial, debido a la magnitud alcanzada por los conglomerados urbanos, sus interrelaciones con los terrenos agropecuarios y el creciente impacto del desarrollo industrial, cuyas consecuencias en los esquemas de producción, distribución y consorcio de bienes, han degenerado en deseconomías urbanas, caracterizadas por el mal aprovechamiento de los recursos naturales y la generación de grandes cantidades de basura. Fueron precisamente los cambios en los usos del suelo, motivados por el predominio de la incorporación de grandes áreas industriales, residenciales y de servicios, frente al uso agropecuario, y los problemas del tráfico, los que propiciaron la definición de políticas de ordenamiento del territorio como medidas estatales (CEPAL 1996)

En cuanto a usos del suelo en la cuenca del arroyo Las Conchitas, se identificaron los mismos y se clasificaron en 3 grandes grupos, con una posterior desagregación de los mismos.

5.1.1. *Usos del suelo urbano:*

Una correcta selección de los usos del suelo urbano (Tabla 6), que incorpore las variables ambientales a las de carácter físico, económico, social y ambiental, puede minimizar los conflictos e incompatibilidades, e incluso en algunos casos, evitar completamente los impactos. No obstante, la complejidad y multiplicidad de relaciones tejidas en los espacios urbanos hace que los problemas de distribución de la infraestructura y equipamiento de los servicios básicos, ocupe un lugar destacado en cuestiones de ordenamiento y planificación territorial. Esto obedece a que los usos del suelo urbano constituyen un insumo fundamental para los planificadores, y donde el

grado de detalle, exactitud y actualización de los datos es crítico al momento de tomar decisiones (Da Silva et. al 2012).

Dentro del uso del suelo urbano podemos distinguir como un uso especial al industrial: la localización de instalaciones industriales en un territorio exige, de forma prioritaria, un ordenamiento previo de los usos del suelo urbano. La carencia de un plan de ordenamiento o la existencia de un plan inadecuado puede inducir a que las instalaciones industriales produzcan impactos negativos de carácter social y ambiental, de grandes dimensiones, que repercuten obviamente, en altos costos de manejo y mitigación de efectos.

En la Tabla 6 se muestran los distintos subtipos de suelo urbano en la cuenca del arroyo Las Conchitas.

Tipo de Uso del suelo	Categoría
intensidad de ocupación media	urbano
intensidad de ocupación media baja	urbano
intensidad de ocupación baja	urbano
intensidad de ocupación muy baja	urbano
Conjunto de viviendas	urbano
Asentamientos precarios y villas miseria	urbano
Residencial jardín Barrio parque	urbano
Manzanas y fracciones baldías	urbano

Plazas y espacios verdes públicos	Urbano
Establecimientos industriales y grandes galpones	Urbano
zona residencial y galpones intensidad de ocupación media	Urbano
zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja	Urbano
Grandes equipamientos sanitarios militares educativos cementorios	Urbano
viviendas	Urbano
Bañado o terreno anegadizo	Urbano
zona residencial	Urbano

Tabla 6. Clasificación de los usos de suelo urbano en la cuenca del arroyo Las Conchitas. Fuente: elaboración propia.

5.1.2. *Uso del suelo Rural:*

El suelo rural es aquel suelo que por sus condiciones naturales, geográficas y características paisajísticas, es apto para la explotación, protección y conservación de recursos naturales renovables y no renovables; además de la producción y aprovechamiento: agropecuario, ganadero, piscícola, forestal, minero, paisajístico y turístico.

La ruralidad, desde la perspectiva del espacio y el territorio, se establece como las áreas de asentamientos humanos dispersos o de baja concentración poblacional. Distintas fuentes difieren en su conceptualización, pero se ha generalizado la consideración de lo rural, como los espacios con población dispersa o localizada en concentraciones no mayores a 2.500 habitantes. Desde lo productivo se define lo rural a partir de la base económica, es decir, los espacios que dependen de actividades o explotaciones primarias en función de la oferta de recursos naturales (Echeverri y Ribero, 2002).

No obstante, dentro del uso del suelo rural existen impactos ambientales que se producen en el proceso de ocupación del suelo, el uso residencial y la forma de producción agrícola (Goites et al. 2020), tales como:

- la creciente impermeabilización, lo que provoca un aumento de la escorrentía natural de los cursos de agua, provocando inundaciones en el territorio.
- A lo que se suma la erosión hídrica; la salinización, compactación, alteración del balance de nutrientes y de agua;
- la contaminación por agroquímicos y residuos agropecuarios y agroindustriales
- los cambios en la estructura y en la funcionalidad de la biota del suelo (biodiversidad) que lleva a agro-ecosistemas poco diversificados
- la emisión de dióxido de carbono por combustión de tejidos vegetales y mineralización de la materia orgánica del suelo
- y los distintos tipos de conflictos urbano-rurales

En la Tabla 7 se muestran los distintos subtipos de suelo rural en la cuenca del arroyo Las Conchitas.

Uso del suelo	Categoría
Espacio rural	Rural
Forestación dominante natural e inducida	Rural
Club de campo y barrios privados	Rural

Tabla 7. Clasificación de los usos de suelo rural en la cuenca del arroyo Las Conchitas. Fuente: elaboración propia.

5.1.3. *Uso del suelo agricologanadero:*

Dentro de los límites o en zonas aledañas a las ciudades de todo el mundo se llevan a cabo distintas formas de agricultura. Los productos obtenidos de las actividades agropecuarias, pesqueras y forestales, así como servicios ecológicos, coexisten en múltiples sistemas agrícolas y hortícolas. Este tipo de agricultura o Agricultura Urbana y Periurbana (AUP) puede contribuir a la seguridad alimentaria en muchas formas: aumenta la cantidad de alimentos disponibles para las familias carentes de las zonas

urbanas y puede aumentar la variedad general y el valor nutritivo de los alimentos disponibles (FAO 1997)

La Agricultura Urbana y Periurbana (AUP) es una actividad multifuncional, que incluye la producción agrícola y pecuaria en zonas urbanas y periurbanas, para autoconsumo o bien para la comercialización de excedentes. De esta manera, se logra aprovechar de manera eficiente y sostenible los recursos e insumos locales. Unos 500 productores hortiflorícolas en el partido de Florencio Varela, provincia de Buenos Aires, convierten al distrito en líder de la producción agrícola urbana y periurbana en Argentina, según informe del Instituto de Desarrollo Local (IDEL).

En la Tabla 8 se muestran los distintos subtipos de suelo agricolaganadero en la cuenca del arroyo Las Conchitas.

Uso del suelo	Categoría
Avicultura y granja	Agricolaganadero
Floriorticultura en invernáculo	Agricolaganadero
Floriorticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso	Agricolaganadero
Floriorticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso	Agricolaganadero
Agricultura extensiva dominante	Agricolaganadero
Agricultura extensiva dominante	Agricolaganadero
Ganadería o sin uso aparente dominante	Agricolaganadero

Tabla 8. Clasificación de los usos de suelo agrícola ganadero en la cuenca del arroyo Las Conchitas. Fuente: elaboración propia.

5.2. Distribución espacial de los usos del suelo en la cuenca

Como se explicó en el punto 4.3 se delimitaron tres áreas para evaluar la influencia de la variación de los usos del suelo con respecto a la distancia al cauce del arroyo tiene sobre la calidad del agua. Con el sistema de información geográfica (Qgis) se realizó el cálculo de los km² que abarca cada uso del suelo, así se pudo saber la extensión de los diferentes usos que predominan en cada sitio donde están ubicadas las estaciones de muestreo.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de los usos del suelo en la cuenca.

5.2.1. Usos del suelo en la cuenca del arroyo las Conchitas:

Los siguientes mapas muestran la distribución de los diferentes usos del suelo de la cuenca, tanto a nivel de toda la cuenca como los usos existentes a 100 metros, 500 metros y 1000 metros del cauce del arroyo.

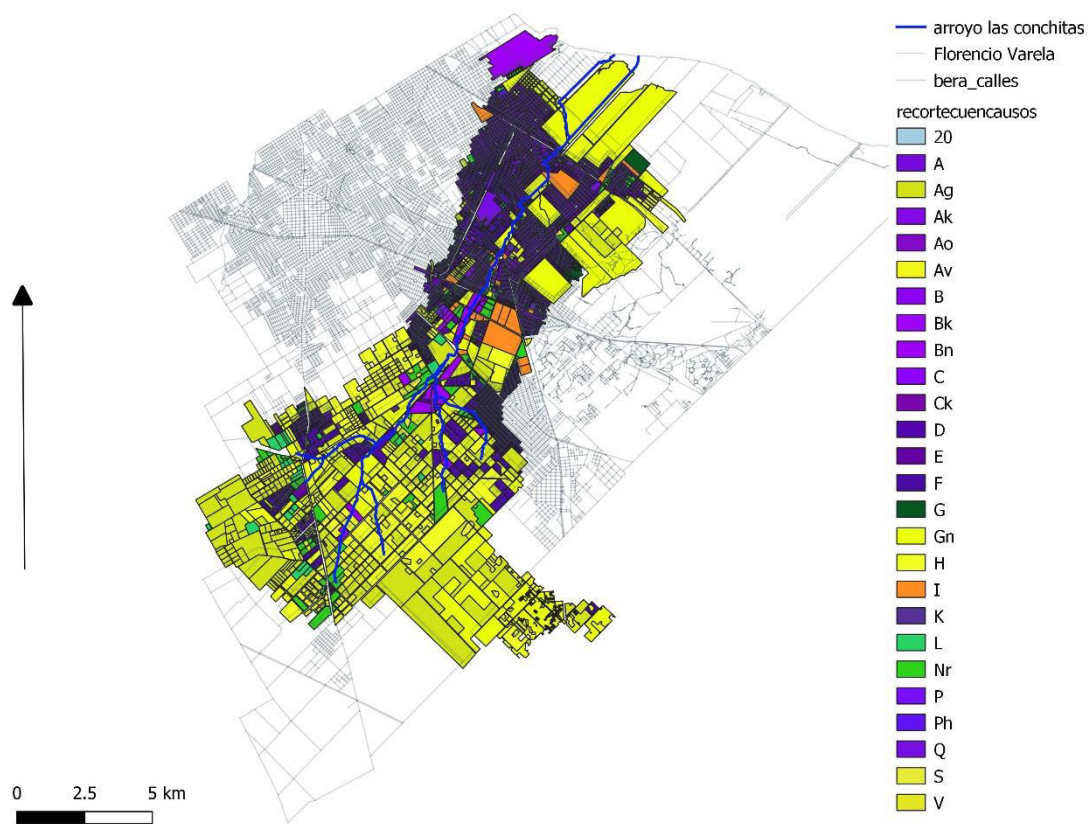
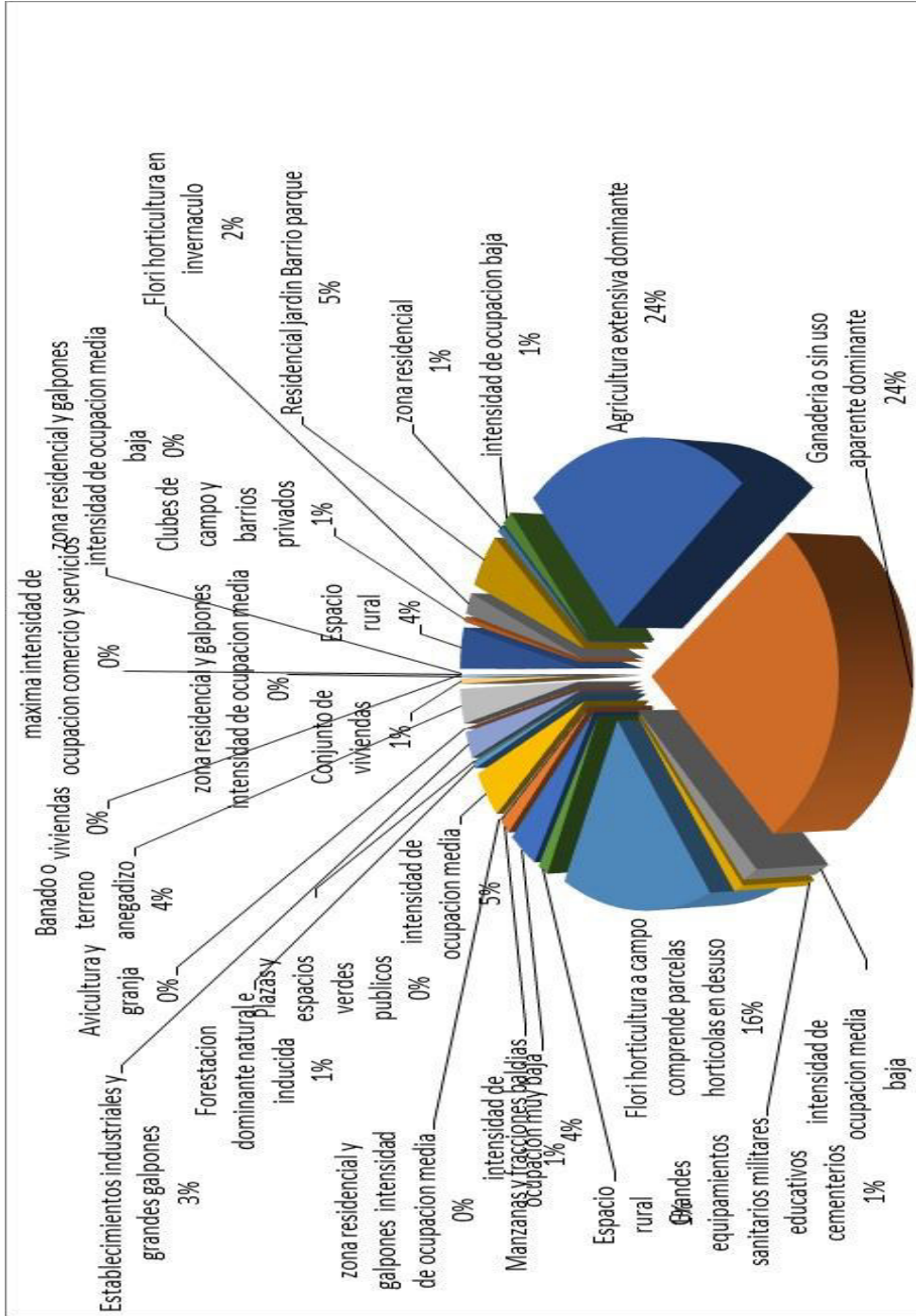


Figura 8: Usos del suelo en la cuenca del arroyo Las Conchitas". Referencias: P: Conjunto de viviendas. Vm: Asentamientos precarios y villas miseria. F: Residencial jardín Barrio parque. G: Clubes de campo y barrios privados. E: Manzanas y fracciones baldías. 20: Plazas y espacios verdes públicos. L: Espacio rural. I: Establecimientos industriales y grandes galpones. Nr: Espacio rural. Ak: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media. Bk: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media. Ck: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja. Dk: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja. Q : Grandes equipamientos sanitarios militares educativos cementerios. Ph: viviendas. Av: Avicultura y granja. V: Flori horticultura en invernáculo. H: Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso. Ex-H: Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso. S: Forestación dominante natural e inducida. Ag: Agricultura extensiva dominante. Ex-Ag: Agricultura extensiva dominante. Gn: Ganadería o sin uso aparente dominante. Bn: Bañado o terreno anegadizo. K: zona residencial. Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestran los porcentajes de cada uso del suelo en la cuenca del arroyo las conchitas". Como se puede ver en el gráfico los usos del suelo con más extensión son la Ganadería o sin uso aparente dominante y la Agricultura extensiva dominante con 24%. Luego le sigue florihorticultura con 16%.



Usos del suelo a 100 metros:

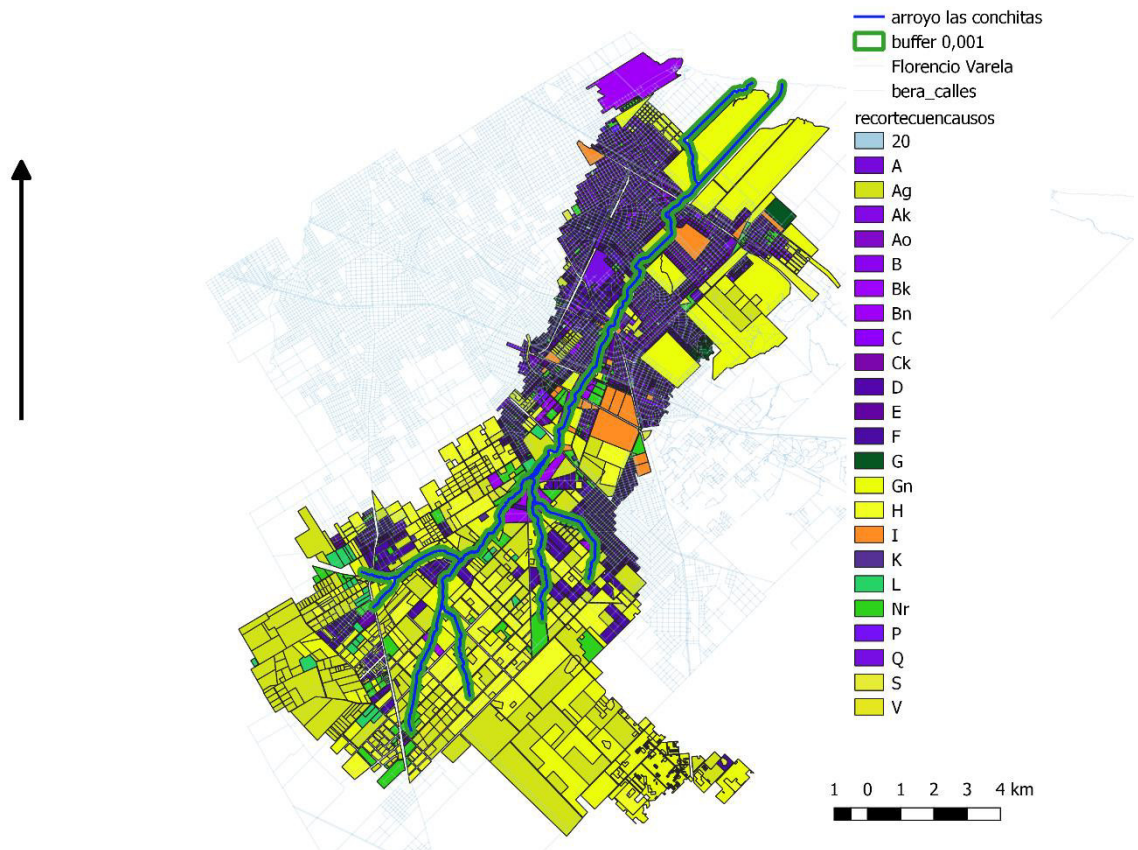
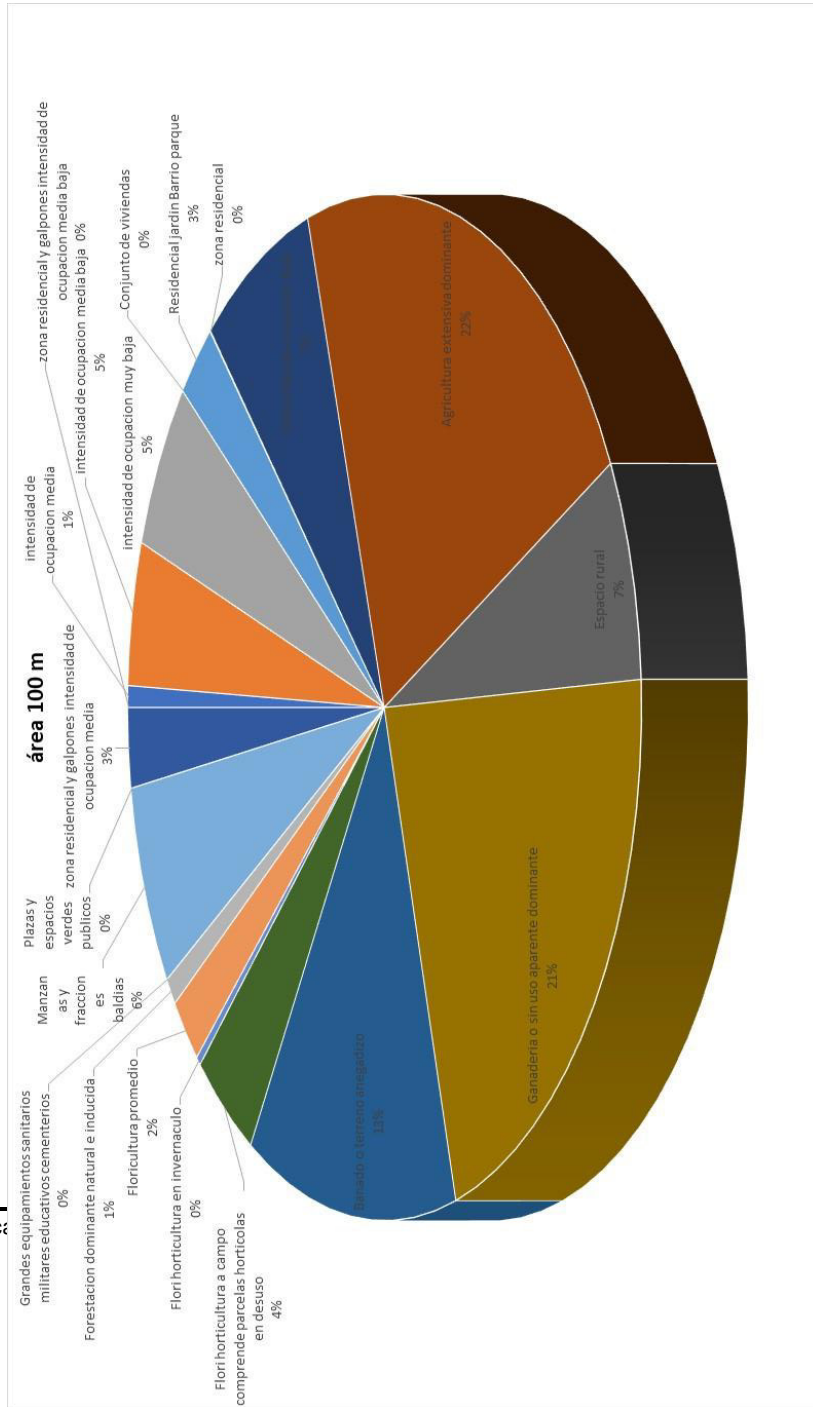


Figura 9: usos del suelo y área de 100 m en la cuenca “las Conchitas”, las referencias de los usos del suelo se pueden ver en la tabla N° 5. Referencias: P: Conjunto de viviendas. Vm: Asentamientos precarios y villas miseria. F: Residencial jardín Barrio parque. G: Clubes de campo y barrios privados. E: Manzanas y fracciones baldías. 20: Plazas y espacios verdes públicos. L: Espacio rural. I: Establecimientos industriales y grandes galpones. Nr: Espacio rural. Ak: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media. Bk: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media. Ck: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja. Dk: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja. Q : Grandes equipamientos sanitarios militares educativos cementerios. Ph: viviendas. Av: Avicultura y granja. V: Flori horticultura en invernáculo. H: Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso. Ex-H:

Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso. S: Forestación dominante natural e inducida. Ag: Agricultura extensiva dominante. Ag: Agricultura extensiva dominante. Gn: Ganadería o sin uso aparente dominante. Bn: Bañado o terreno anegadizo. K: zona residencial. Fuente: elaboración propia

Dentro del área de los 100 m los usos del suelo dominantes son la agricultura extensiva con 22 % y la ganadería con 21%. Luego le siguen terreno anegadizo con 13 % y espacio rural con 7 %.



Usos del suelo a 500 metros:

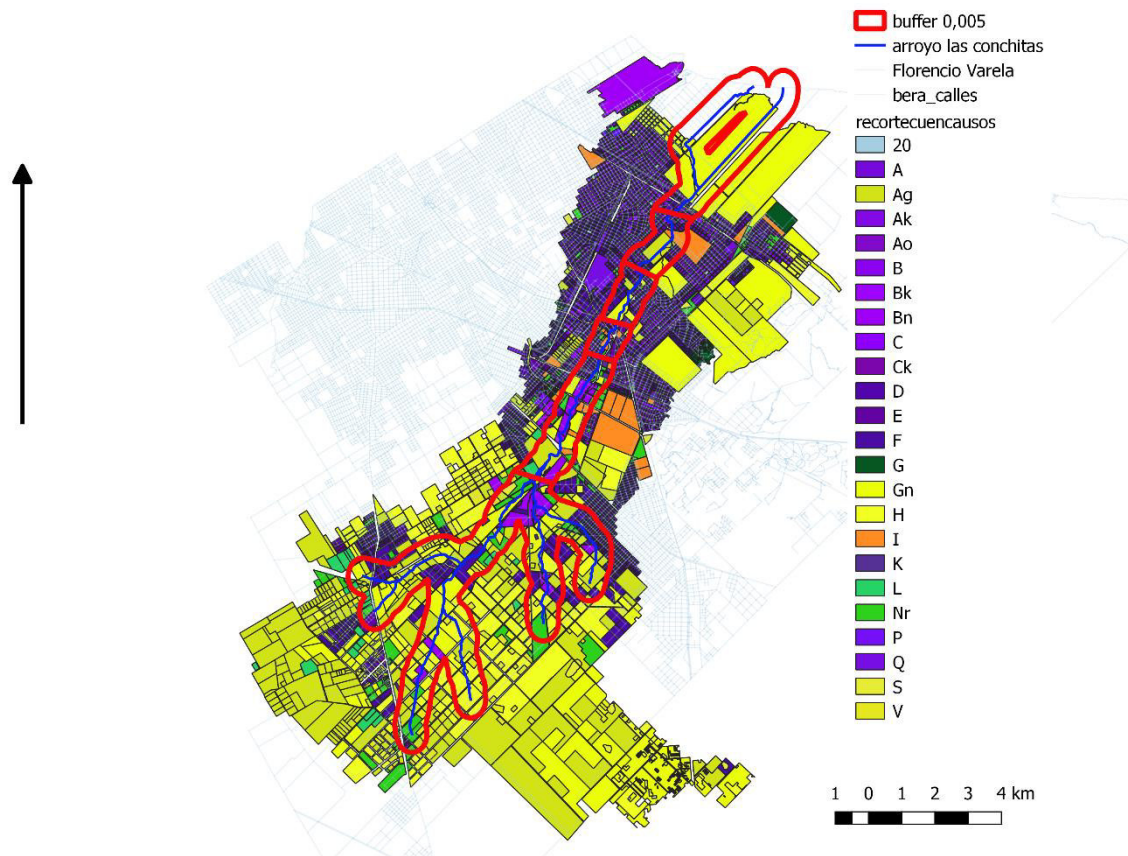
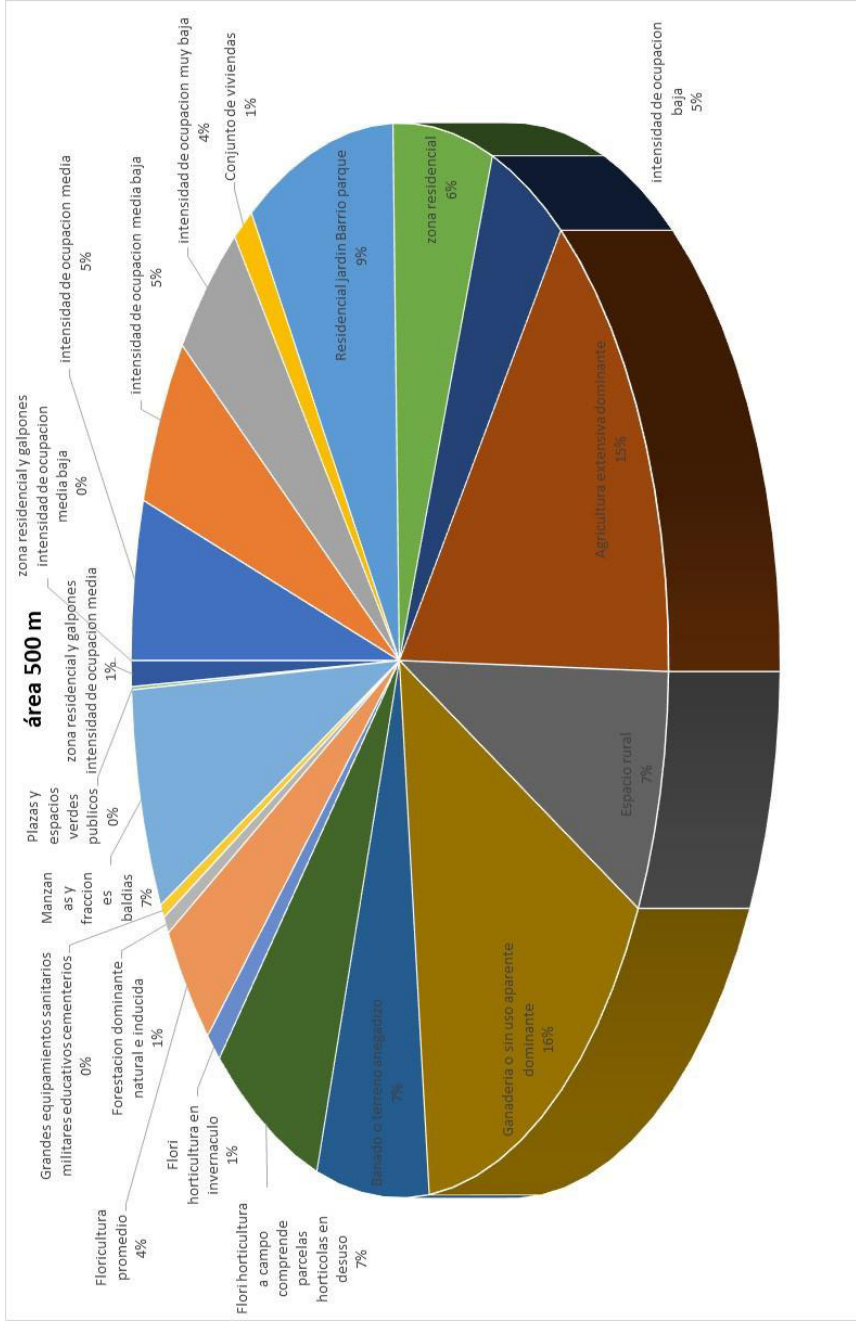


Figura 10: Usos del suelo a 500 m en la cuenca “las Conchitas”. Las referencias de los usos del suelo se pueden ver en la figura 7. Fuente: elaboración propia

Al igual que en el área de 100 m, los usos del suelo con mayor porcentaje son Agricultura extensiva dominante y ganadería o sin uso aparente dominante. A diferencia del área anterior en este caso le sigue con 9% áreas residenciales.



Usos del suelo a 1000 metros:

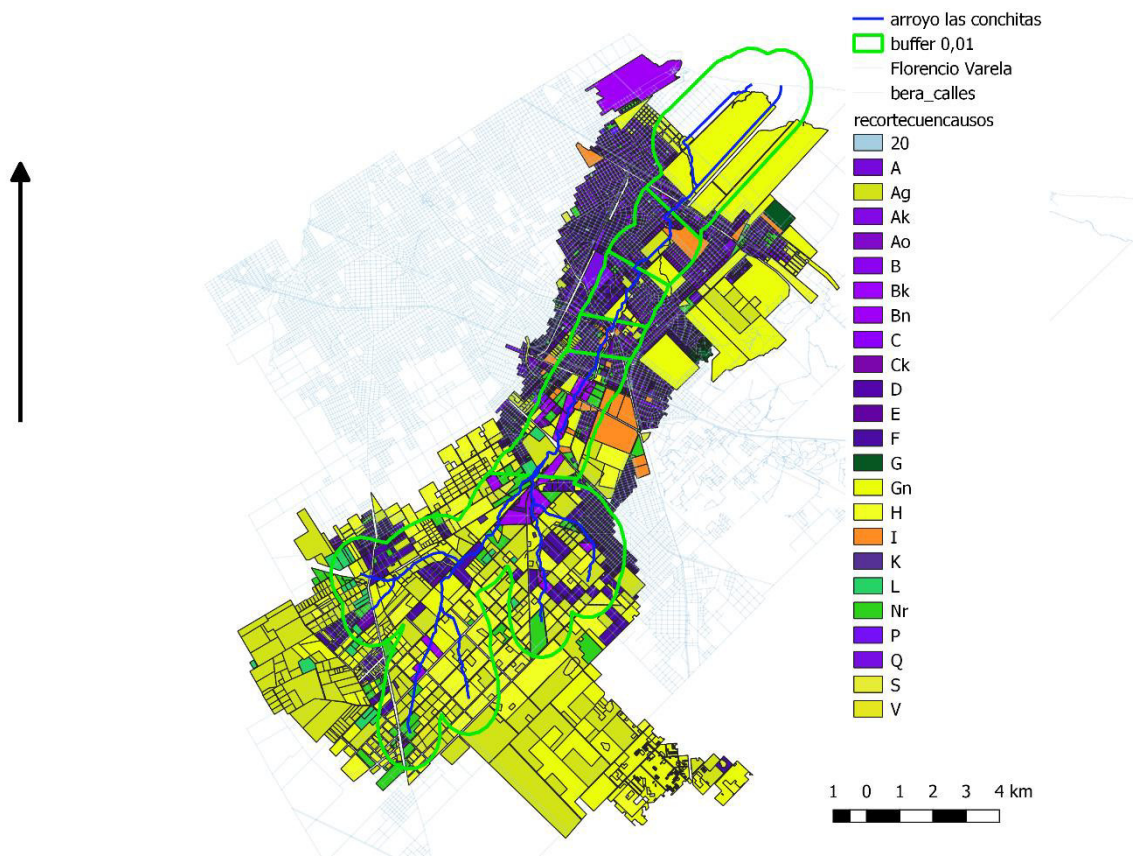
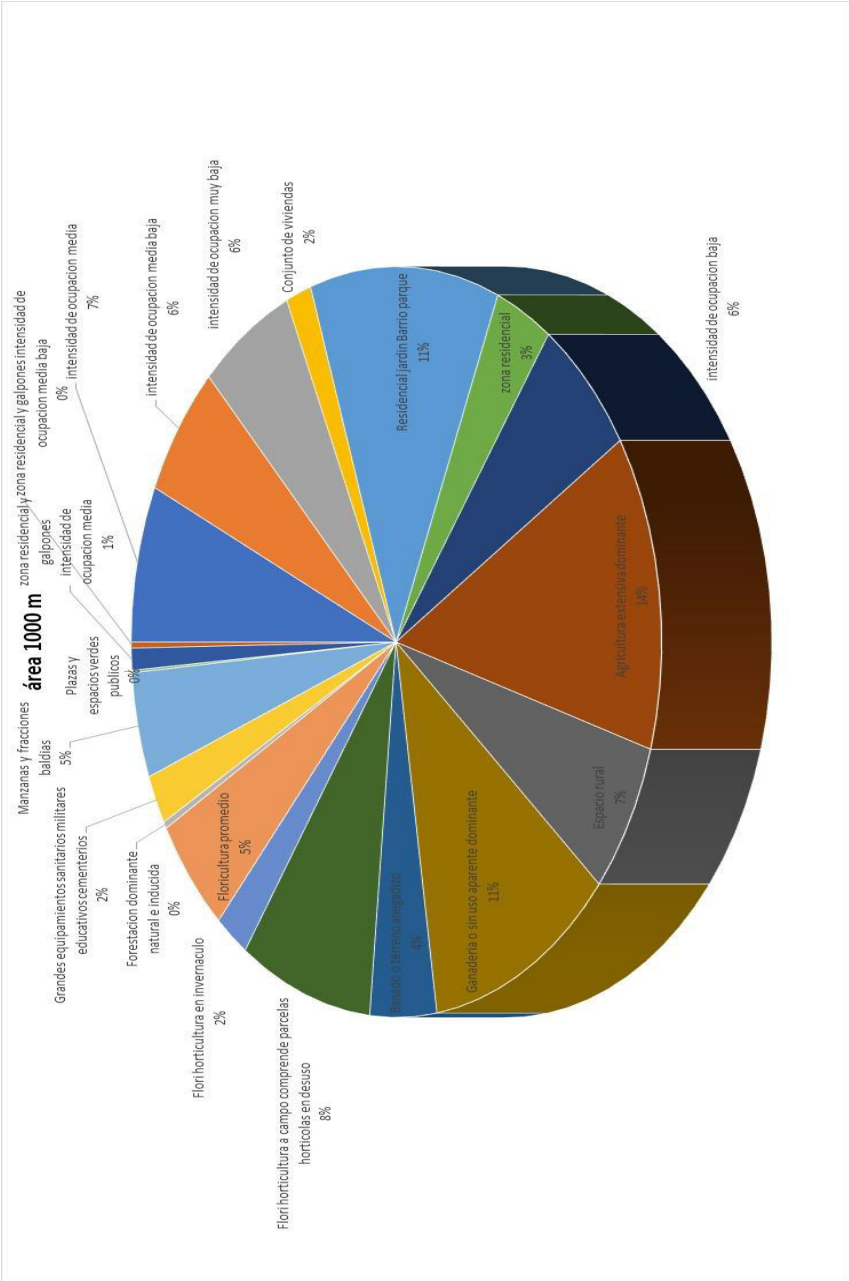


Figura 11: Usos del suelo a 1000 m. en la cuenca “las Conchitas”. Las referencias de los usos del suelo se pueden ver en la figura 7. Fuente: elaboración propia

Lo usos del suelo predominantes a 1000 metros del cauce del arroyo son la agricultura extensiva con 14% , ganadería o sin uso aparente y residencial jardín barrio parque con 11% luego le siguen florihorticultura con 8 % y ocupación media y espacio rural con 7%..



En la siguiente tabla se pueden ver la media y varianza de los usos del suelo a las tres escalas de análisis

	área 100 m		área 500 m		área 1000 m	
	Media	Varianza	Media	Varianza	Media	Varianza
intensidad de ocupación media	0,61	1,72	4,61	17,87	6,60	41,58
intensidad de ocupación media baja	4,05	28,70	4,94	12,38	5,62	19,48
intensidad de ocupación muy baja	4,81	25,56	4,29	4,80	5,60	5,05
Conjunto de viviendas	0,00	0,00	1,16	2,55	1,51	4,04
Residencial jardín Barrio parque	2,25	8,94	8,52	64,98	11,23	112,46
zona residencial	0,03	0,01	5,74	66,87	3,39	18,61
intensidad de ocupación baja	6,28	51,08	4,42	14,98	6,11	25,94
Agricultura extensiva dominante	19,61	337,76	14,41	132,60	13,30	70,38
Espacio rural	6,26	33,88	6,97	45,37	6,38	49,59
Ganadería o sin uso aparente dominante	19,10	446,09	14,91	63,10	11,13	30,80
Bañado o terreno anegadizo	11,81	422,18	6,45	118,98	3,96	44,64
Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso	3,59	64,22	6,44	101,95	7,87	152,94
Flori horticultura en invernaculo	0,27	0,37	0,92	1,24	1,99	3,15
Floricultura promedio	1,93	18,60	3,68	30,64	4,93	45,97

Forestacion dominante natural e inducida	0,79	3,15	0,50	0,75	0,29	0,22
Grandes equipamientos sanitarios militares educativos cementerios	0,00	0,00	0,40	0,17	2,08	12,80
Manzanas y fracciones baldías	5,71	106,82	6,36	39,23	4,43	8,39
Plazas y espacios verdes públicos	0,00	0,00	0,09	0,02	0,11	0,02
zona residencial y galpones intensidad de ocupación media	2,25	25,40	0,74	2,69	0,93	0,98
zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,32

Tabla 9. Media y varianza los porcentajes de usos del suelo en la cuenca.

5.3. Análisis espaciotemporal del gradiente de la calidad de las aguas de la cuenca

5.3.1. Estadística descriptiva

En la siguiente tabla se detallan la media y la varianza de las muestras con el objetivo de evaluar la variabilidad de los datos. Como se puede ver la media del pH se mantiene estable dentro del rango de 7 y una varianza baja, esto indica que los valores están por lo general más próximos a la media, en el caso del resto de los parámetros este número aumenta, los datos están más dispersos.

	Estación C 20	Estación C421	Estación C11	Estación C13	Estación C15
PH	Media: 7,61 Varianza:0,09	Media: 7,68 Varianza:0,06	Media: 7,85 Varianza:0,16	Media: 7,75 Varianza:0,04	Media:7,77 Varianza:0,07

Conductividad	Media: 1967,37 Varianza:98649,22	Media: 2088,12 Varianza:31621,06	Media: 705,5 Varianza:48749,66	Media: 2121 Varianza:105727	Media: 2338,62 Varianza:52301,22
Oxigeno Disuelto	Media: 7,25 Varianza:43,15	Media: 7,67 Varianza:52,51	Media: 6,78 Varianza:2,69	Media: 9,07 Varianza:47,09	Media: 7,94 Varianza:52,93
DQO	Media: 76,92 Varianza:2198,15	Media: 189,76 Varianza:22970,36	Media: 45,18 Varianza:3362,69	Media: 85,425 Varianza:2952,90	Media: 117,6 Varianza:2688,42

Tabla 10: Media y varianza de parametros ambientales de la cuenca . Fuente: elaboracion propia

5.3.2. ***Análisis de gradiente espacial***

A continuación se muestran los resultados de los muestreos utilizando el promedio de todos los muestreos para cada parámetro de calidad del agua.

5.3.2.1. pH:

La curva del pH promedio se mantiene dentro del rango de los 7, manifiesta un leve descenso de 7,9 a 7,6 hacia zonas donde el gradiente urbano se intensifica.

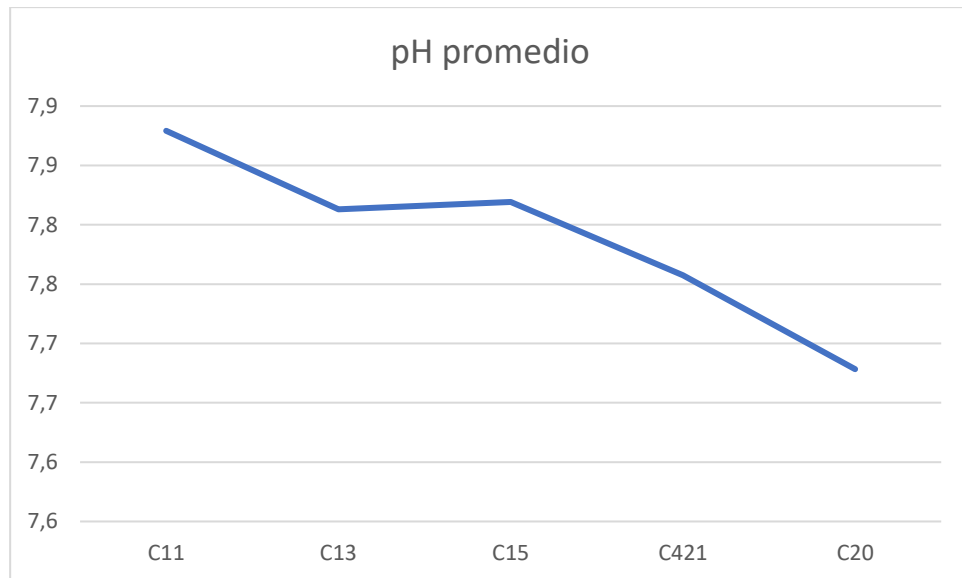


Figura 12: Variación espacial del pH entre las estaciones de muestreo.

5.3.2.2. Conductividad:

La morfología de la curva muestra que hay un claro aumento en la conductividad promedio, en consecuencia, puede decirse que a medida que el gradiente urbano aumenta la conductividad también.

Esta variable ambiental está mediatizada por el terreno que la atraviesa y por la posibilidad de disolución de materiales. Los sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo o suelos sin protección (cobertura vegetal) los cuales pueden ser causantes de un aumento de los niveles.

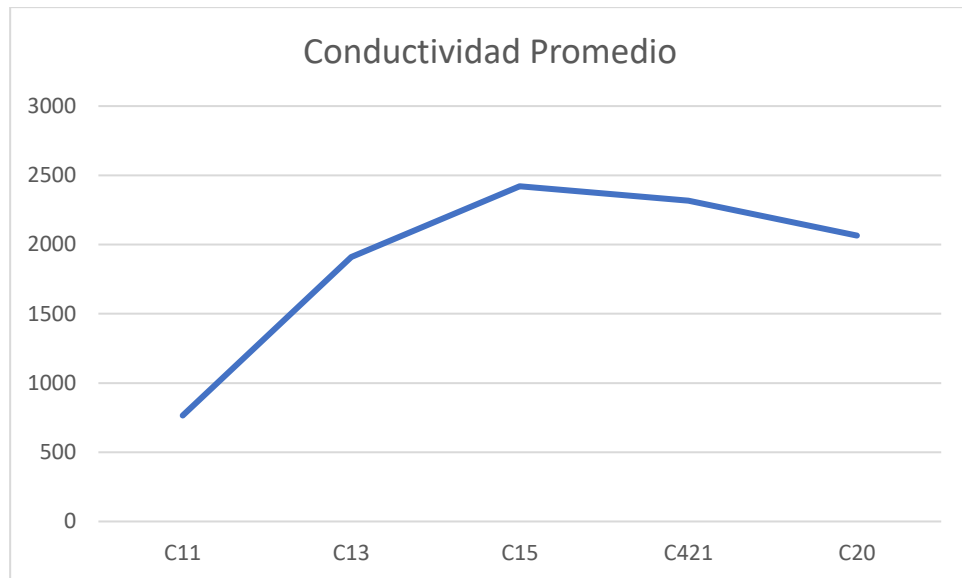


Figura 13: *Variación espacial de la conductividad entre las estaciones de muestreo.*

5.3.2.3. Oxígeno Disuelto:

La morfología de esta curva muestra un aumento hacia las zonas urbanizadas (entre las estaciones C13 y C421). Más adelante en el análisis temporal se puede ver una alta variabilidad estacional más allá del gradiente rural-urbano, esto puede ser debido que el oxígeno disuelto muestra relación directa con la temperatura del agua, cuando esta aumenta puede proliferar la vida bacteriana y esto puede desencadenar en valores de oxígeno disuelto bajo.

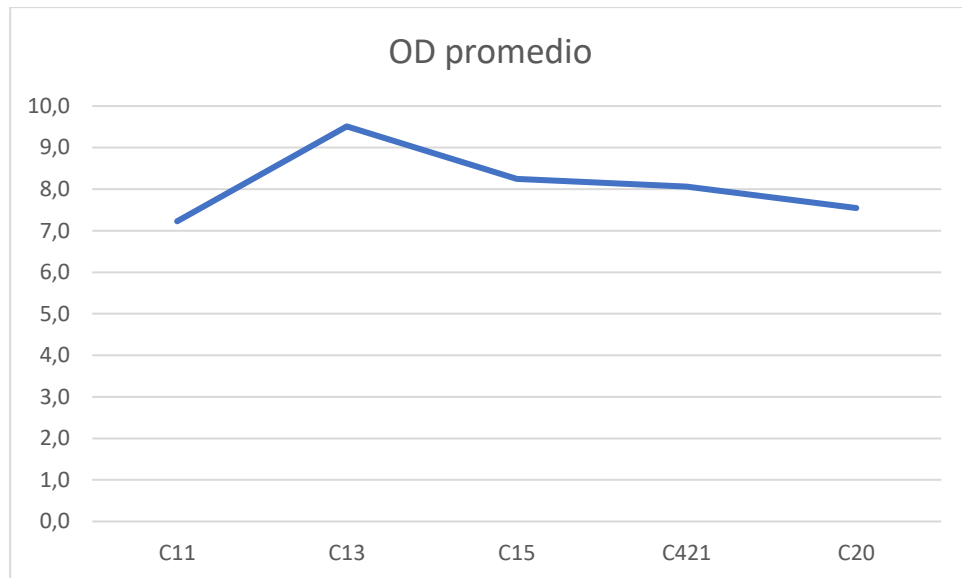


Figura 14: Variación espacial del oxígeno disuelto entre las estaciones de muestreo.

5.3.2.4. Demanda Química de Oxígeno:

La curva del DQO dibuja un claro aumento hacia las zonas con alta intensidad de ocupación (Estaciones C15 y C421), este aumento está relacionado con la carga orgánica de las aguas residuales y la alta intensidad de ocupación debido que pueden presentar vertidos industriales, falta de cloacas o presencia de pozos ciegos que infiltran hacia el agua del arroyo.

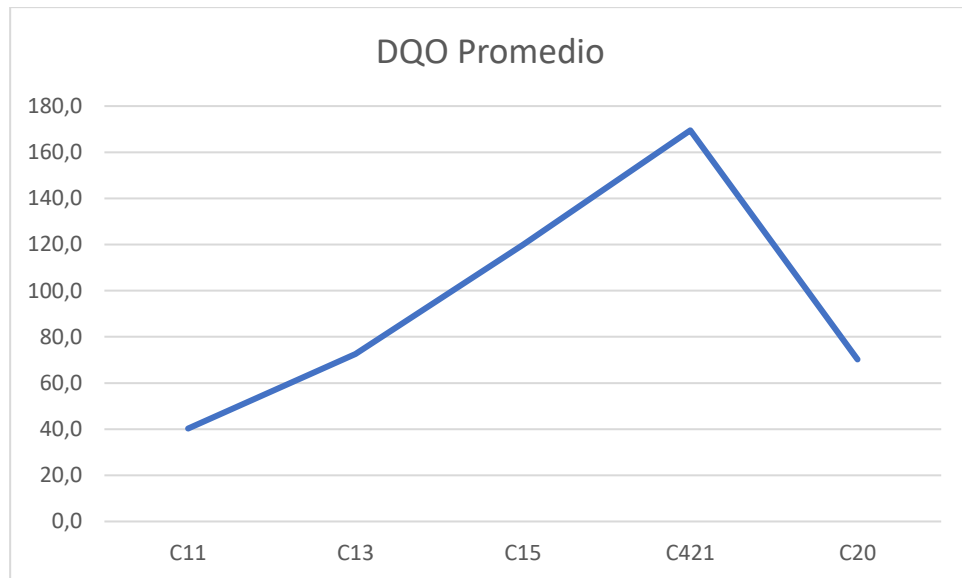


Figura 15: Variación espacial del DQO entre las estaciones de muestreo.

5.3.3. *Análisis temporal*

5.3.3.1. pH

La concentración del ion hidrogeno es importante tanto en aguas naturales como en aguas residuales. En torno a la afectación ecológica, un pH elevado o bajo puede ser perjudicial ocasionando la muerte de peces y la esterilidad general en corrientes naturales e inactivando los microorganismos esenciales en los procesos de tratamiento de aguas residuales. (Ramos 2003)

Un factor importante en el valor del pH es la temperatura cuando esta aumenta, las moléculas tienden a separarse en sus elementos: hidrógeno y oxígeno. Al aumentar la proporción de moléculas descompuestas se produce más hidrógeno, lo cual por supuesto

aumenta a su vez el potencial de hidrógeno pH, de igual forma una disminución de temperatura implica un aumento en el pH.

El rango del pH varía de 0 a 14. Bajo 7 el agua es considerada ácida y sobre 7, alcalina. Agua con pH 7 es neutra.

Este parámetro ejerce una fuerte influencia sobre la toxicidad de ciertos parámetros químicos tales como el amonio no ionizado, que se torna más abundante en pH alcalino y del ácido sulfhídrico (H₂S), el cual aumenta porcentualmente en pH ácido. Por otro lado, en condiciones de pH bajo, la concentración de iones de aluminio en el agua se incrementa, provocando muchas veces efectos tóxicos en los organismos. (Talavera et al. 1998)

Finalmente, la medición de pH, como variable esencial de la química de los sistemas acuáticos, permite investigar acerca de aspectos interesantes sobre las características litológicas de la cuenca de drenaje, el cambio de los usos del suelo, así como la actividad biológica que se desarrolla en las lagunas y su dinámica de nutrientes (Tilman et al., 1982).

En los muestreos realizados (Tabla 11) el pH se mantiene dentro de los rangos normales siendo que en aguas superficiales este es de 6,5 a 8,5. Dentro de las estaciones verano, invierno y primavera se observa un pH dentro del rango de 7, en donde se puede observar una fluctuación ascendente acercándose a 8 en otoño.

	PH Otoño	PH Invierno	PH Invierno	PH Primavera	PH Verano 15/03	PH Verano 11/01	pH promedio
C20	7.13	7.97	7.58	7.64	7.82	7.92	7.67
421	7.93	8.1	7.29	7.57	7.83	7.82	7.75

C11	7.85	7.99	7.34	8.39	7.63	8.07	7.87
C13	7.59	8.05	7.57		7.83	8.02	7.81
C15	7.98	8.02	7.61	7.38	7.87	8.05	7.81

Tabla 11: Resultados de los muestreos del pH en las cinco estaciones por campaña y promedio .

En verano el Ph se mantiene estable dentro del rango de 7 , desciende hacia las estaciones 421 y C20.

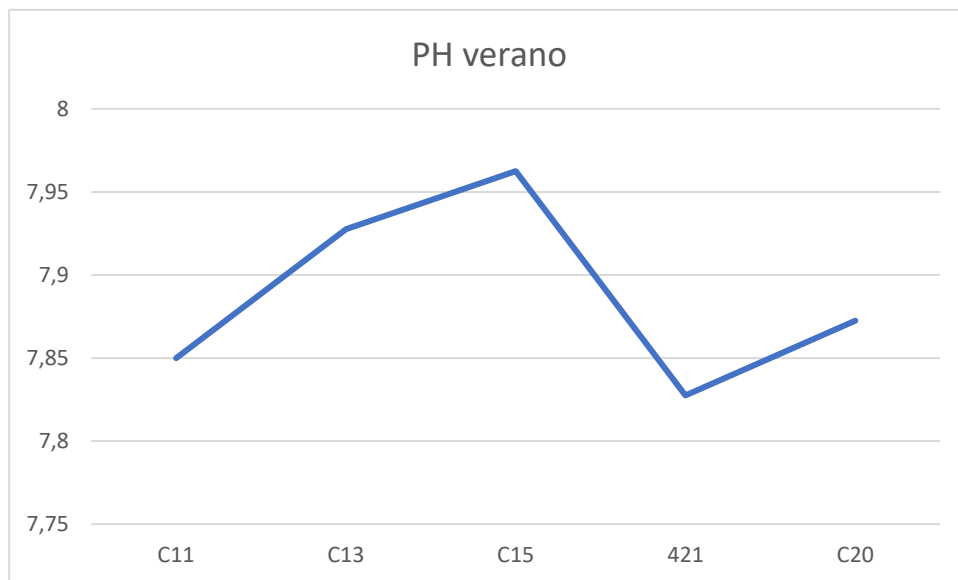


Figura 16: promedio de pH en muestras tomadas en verano

En otoño sigue manteniéndose dentro del rango de 7, su medición más alta fue en la estación C11 con 7,85 y desciende a 7,13 en la estación C20.

En este caso, hay un gradiente de aumento del pH desde las áreas rurales hacia las zonas urbanas.

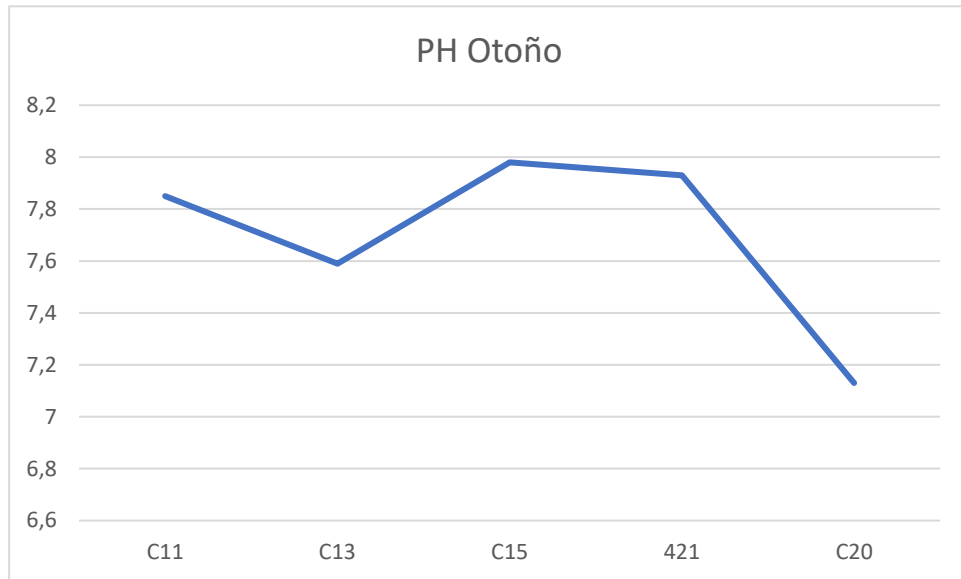


Figura 17: promedio de pH en muestras tomadas en otoño

En invierno se mantiene dentro del rango de los 7 disminuye en la estación 421.

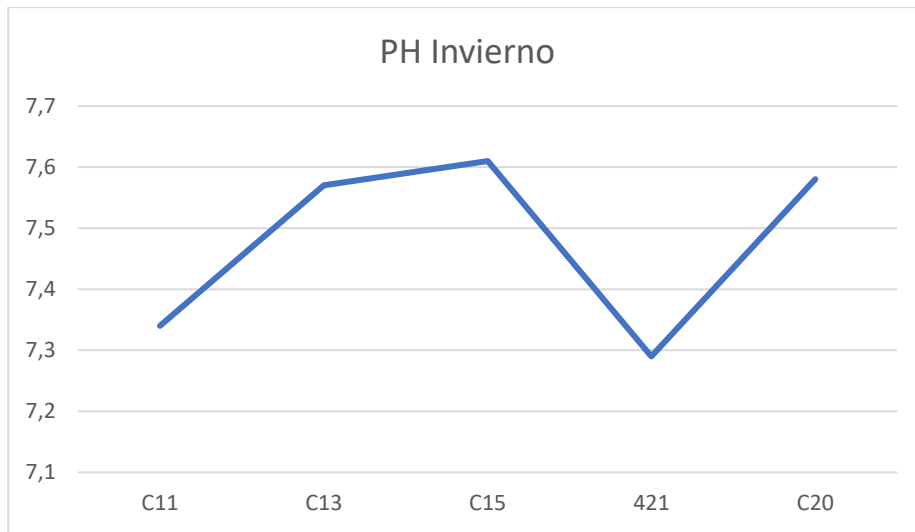


Figura 18: promedio de pH en muestras tomadas en invierno

En primavera las muestras tomadas en las estaciones C11 y C13 el PH se mantuvo dentro del rango de 8, hacia las estaciones C15, 421, y C20 disminuye significativamente dentro del rango de 7.

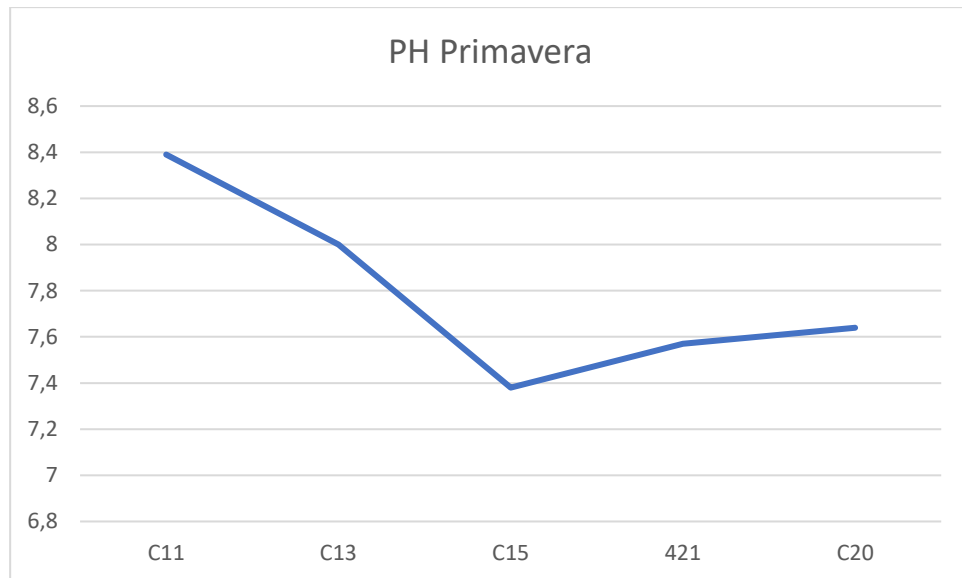


Figura 19: promedio de pH en muestras tomadas en primavera

5.3.3.2. Conductividad

Toda sustancia disuelta en el agua se puede clasificar en dos diferentes sustancias: en electrolitos y en no electrolitos. Los electrolitos son aquellas moléculas que se disocian en iones cargados eléctricamente, que agregan conductividad al agua. Los no electrolitos, son moléculas disueltas en el agua que tienen carga neutra y no aportan conductividad al agua.

En el Sistema Internacional de Unidades la CE se expresa como siemens por metro (S/m), pero por simplicidad se utiliza $\mu\text{S}/\text{cm}$ a una temperatura de 25°C . La conductividad del agua está relacionada con la concentración de las sales en disolución, cuya disociación genera iones capaces de transportar la corriente eléctrica. La solubilidad de las sales en el agua depende de la temperatura, por lo que la conductividad varía en conformidad con la temperatura del agua. (Solís-Castro, Zúñiga-Zúñiga, Mora Alvarado, 2017)

Según Galvín (2003) la conductividad también se ve afectada por el tipo de sales, tiempo de disolución, gases disueltos, pH y factores que afectan la solubilidad. Entre estos se encuentran los terrenos drenados, composición mineralógica, tiempo de contacto, entre otros

Un agua residual presenta lógicamente un valor de conductividad superior al del agua de consumo de la población, en general un orden de magnitud más alta si tiene un componente residual domestico mayoritario frente al de los vertidos industriales.

En las mediciones realizadas se puede notar claramente el descenso de este parámetro en la estación de muestreo ubicada en una zona mayormente rural con casi nula ocupación de vivienda (C11).

	Conductividad Otoño	Conductividad Invierno 03/07/19	Conductividad Invierno	Conductividad Primavera	Conductividad verano 11/01	Conductividad Verano 15/03	Conductividad Promedio
C20	1968	2452,5	638	2341	1988	1572,5	2064,4
421	1930	3235,5	607	2149	2312	1961,5	2317,6
C11	614	1003,5	176	945	818	445	765,1
C13	2040	1280	483		1844	2479	1910,75
C15	2030	2750	576	2574	2333	2417,5	2420,9
	1930	3235,5	607	2149	2312	1961,5	2317,6

Tabla 12: Mediciones de Conductividad en las 5 (cinco) estaciones

En verano se puede ver el gradiente de aumento desde zonas rurales (C11) hacia zonas urbanas (C13, C15, 421, C20) esto se debe a la carga de industrias y desagües cloacales en estas zonas.

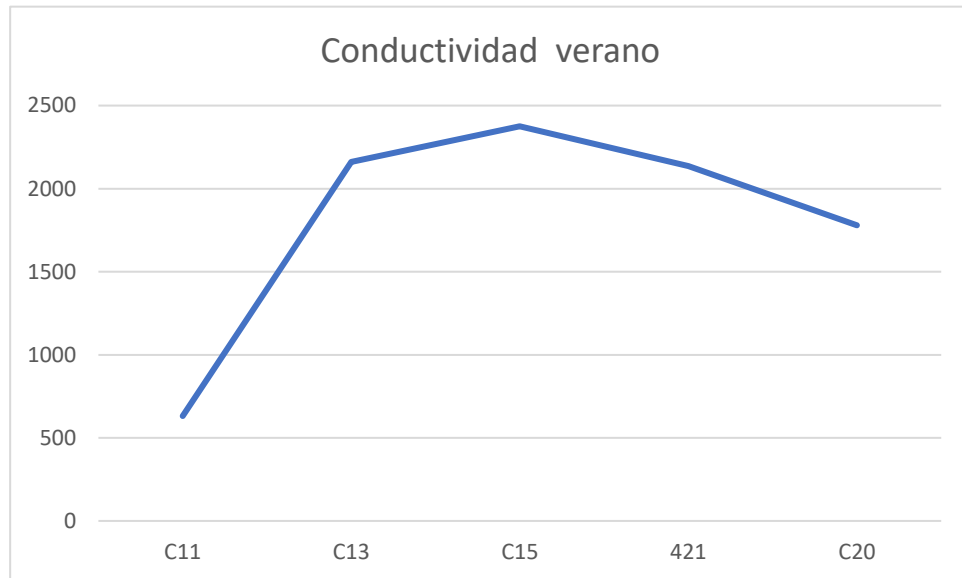


Figura 20: promedio de conductividad en muestras tomadas en verano.

De la misma forma se pudo ver que en otoño, el gradiente aumenta desde zonas rurales (C11) hacia zonas urbanas y luego se mantiene constante.



Figura 21: promedio de conductividad en muestras tomadas en otoño.

Al igual que en los gráficos anteriores el gradiente de la conductividad va en aumento desde zonas con menos densidad urbana hacia zonas con uso del suelo industrial y urbano.

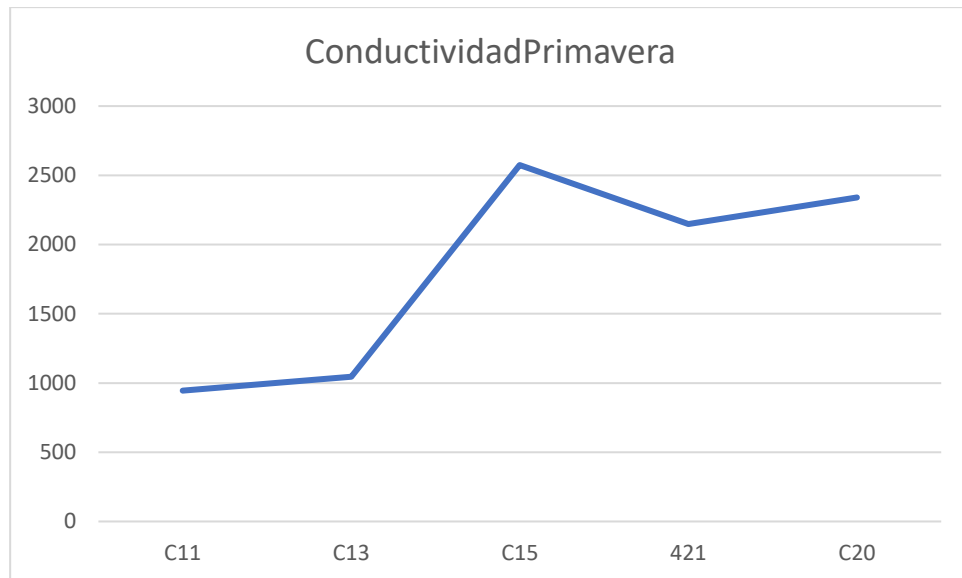


Figura 22: promedio de conductividad en muestras tomadas en primavera.

5.3.3.3. Oxígeno disuelto

Según (Roldán-Pérez;1992) el oxígeno disuelto es uno de los gases más importantes en la dinámica y caracterización de los sistemas acuáticos. Es necesario para la supervivencia de la gran mayoría de animales marinos y niveles muy bajos pueden ser indicativos de altas concentraciones bacterianas (Rogers et al. 2001), Dada su dependencia del proceso de respiración aeróbica para la generación de energía y para la movilización del carbono en la célula. Además, el oxígeno disuelto es importante en los procesos de: fotosíntesis, oxidación-reducción, solubilidad de minerales y la descomposición de materia orgánica (Navarro Pérez et al. 2013).

Su solubilidad aumenta cuando disminuye la temperatura y la salinidad, lo que afecta el porcentaje de saturación óptimo de oxígeno en un cuerpo de agua (Roldán-Pérez 1992).

En este caso la sonda Hanna utilizada para la toma de muestras permite las mediciones en mg/L las cuales posibilitan la lectura de la concentración del oxígeno disuelto directamente en ppm y también en % O₂ este, nos da el índice de saturación de oxígeno con respecto al 100,0% al nivel del mar.

Las muestras fueron medidas en partes por millón (ppm), Si tenemos una concentración de 5 a 6 ppm hay oxígeno suficiente para la mayor parte de las especies, menor de 3 ppm, es dañino para el ecosistema. A partir de este hacia abajo el ecosistema experimenta hipoxia. Menor de 2 ppm, es fatal para la mayor parte de las especies. El ecosistema sufre anoxia.

En agua dulce de río, el oxígeno disuelto no debería bajar del 80% de saturación, para poder mantener un cierto nivel de diversidad de biota (Ramos 2003), siendo al menos la concentración de OD superior a 5 mg/L (50% de saturación) para poder permitir la vida acuática (Calvo-Brenes, Mora-Molina. 2007).

Las muestras realizadas a orillas del arroyo "Las Conchitas" muestra niveles muy variados de este parámetro fisicoquímico. La concentración más baja fue registrada en otoño (estación 421) con 2,89 ppm.

Cuando un compuesto con una alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO), como puede ser el suero de leche o el material orgánico de las plantas de celulosa, son vertidos a un sistema ecológico acuático, los microorganismos que lo degradan necesitan una gran cantidad del oxígeno disuelto en el agua, y si la cantidad de éste baja significativamente se provoca la muerte por asfixia de la fauna de estos ecosistemas (Echarri 2007). Así también contaminación, cloacal, doméstico y rural.

En respuesta a estas alteraciones, los cuerpos de agua presentan una reducción en los niveles de oxígeno disuelto y un aumento en los niveles de nutrientes, particularmente nitrógeno y fósforo (Dhote, 2007; Dhote y Dixit, 2007).

	Od (ppm) Otoño	Od (ppm) Invierno	Od (ppm) Invierno	Od (ppm) Primavera	Od (ppm) Verano 15/03	Od (ppm) Verano 11/01	OD promedio
C20	3.39	9.01	18.93	4.925	5.1	3.91	7.54
421	2.89	10.00	20.47	4.84	6.08	4.10	8.06
C11	5.2	9.42	8.11	6.15	5.55	8.925	7.22
C13	6.49	11.24	19.28		6.14	4.4	9.51
C15	3.08	9.79	20.77	5.25	6.34	4.245	8.24

Tabla 13: mediciones de Oxígeno Disuelto en 5 (cinco) estaciones .

En cuanto al oxígeno disuelto en verano el gradiente va en disminución hacia las estaciones ubicadas en las zonas con más densidad urbana

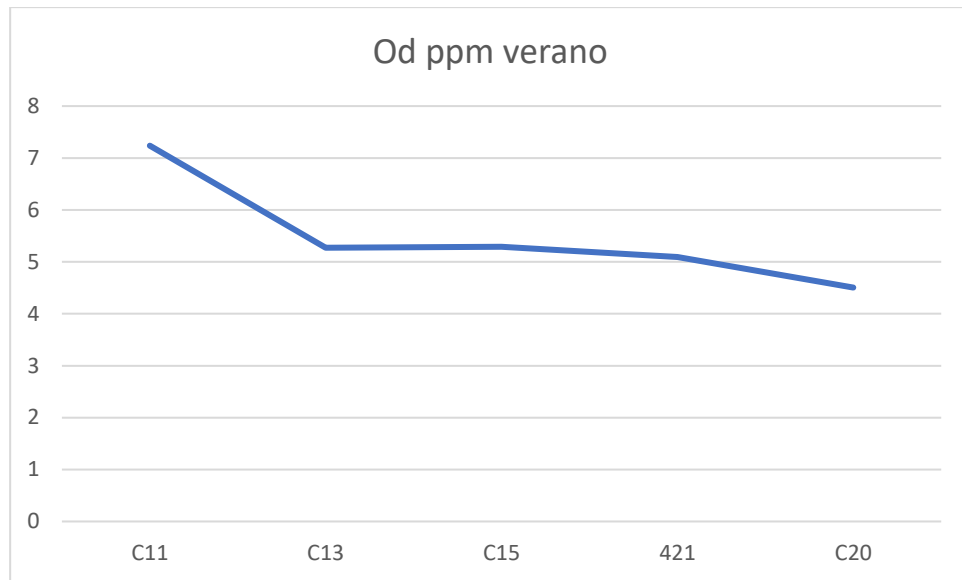


Figura 23: promedio de OD de muestras tomadas en verano.

Lo mismo ocurre en otoño entre las estaciones C13 y C15 disminuye significativamente.

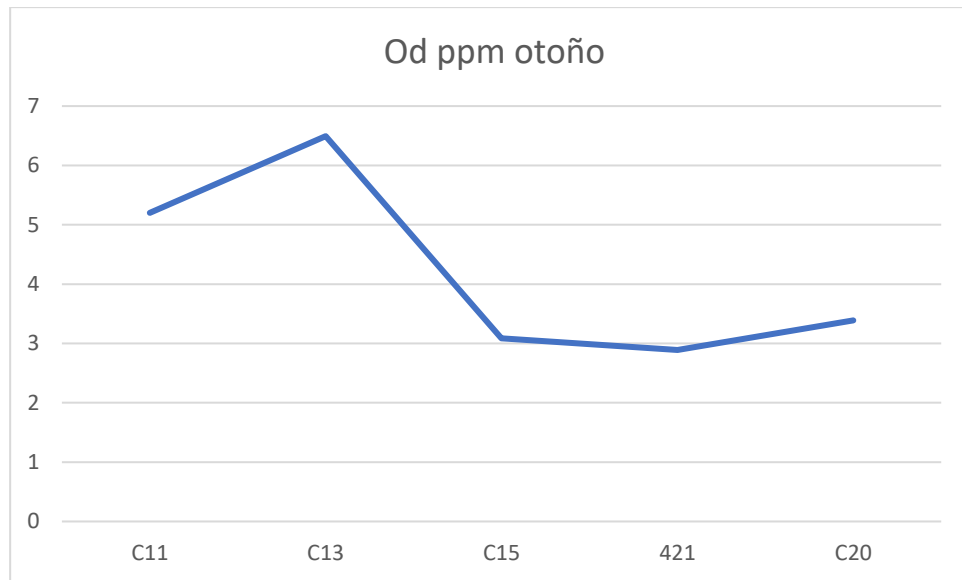


Figura 24: promedio de OD de muestras tomadas en otoño.

Por el contrario, en invierno esta variable aumenta hacia las zonas urbanas (C13) y luego se mantiene constante.

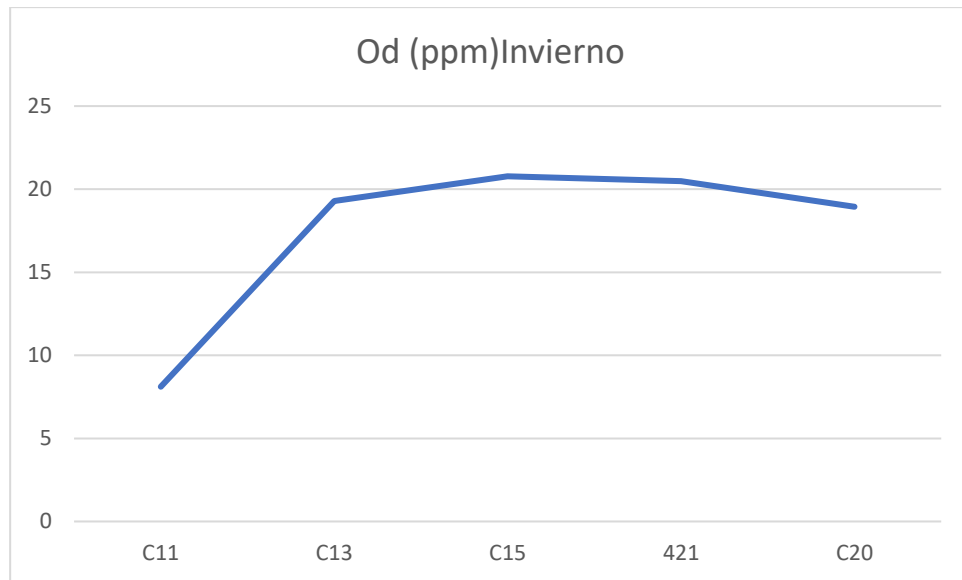


Figura 25: promedio de OD de muestras tomadas en invierno.

En primavera el gradiente de esta variable va en disminución hacia zonas urbanas.

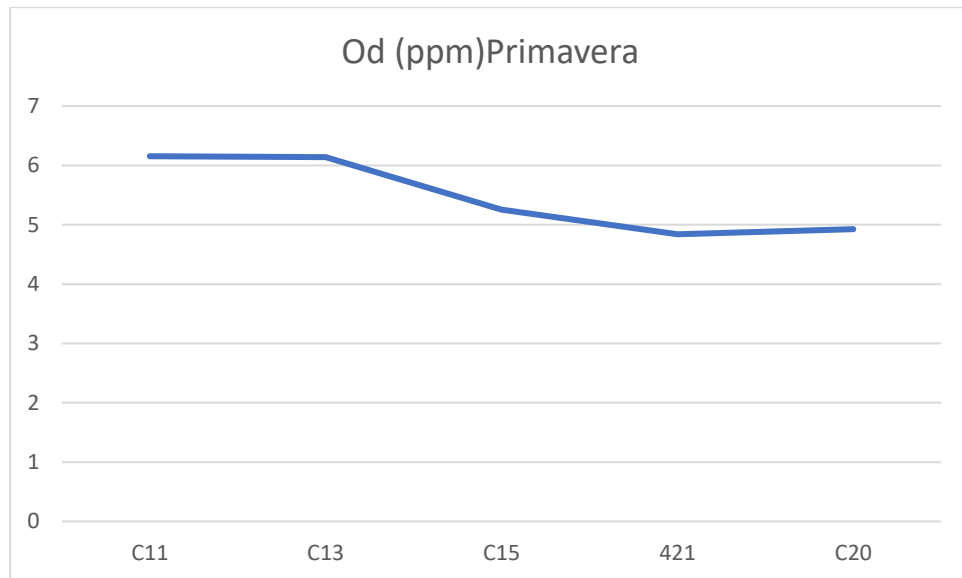


Figura 26: promedio de OD de muestras tomadas en primavera.

5.3.3.4. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Los ríos y arroyos urbanos figuran entre los sistemas más degradados porque son impactados por varias fuentes de contaminación tanto puntuales como difusas. Reciben los desagües pluviales, cloacales e industriales, y por lo tanto, una alta carga de nutrientes y materia orgánica cuyo procesamiento es crítico para la calidad del agua de estos ríos. En cualquier ciudad, un río saludable es un recurso que provee beneficios tales como la recreación y crecimiento económico. El grado de deterioro de tales sistemas se produce cuando la cantidad y calidad de los desechos introducidos en él superan su capacidad de recuperación (, Hernández 1995).

Los vuelcos domésticos aumentan la concentración de ciertos nutrientes en cuerpos de agua lénticos (aguas en reposo) , ocasionando una degradación del ambiente que, muchas veces, es irreversible (Carpenter ,Cottingham, 1997; Myrbo ,Ito 2003) Esto, la mayoría de las veces da lugar a la eutrofización de cursos de agua, que supone un incremento de los nutrientes

presentes en el agua y por ello puede provocar un crecimiento algal excesivo, provocando cambios importantes en la composición de las comunidades de los diferentes ecosistemas y a la vez a una degradación de la calidad del agua para los usos humanos por la presencia en ella de diferentes compuestos (manganeso, amonio...) que pueden ser tóxicos.

En términos de contaminación acuática, la Demanda Química de Oxígeno, DQO, es un análisis de laboratorio que permite determinar químicamente la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica presente en una muestra de agua residual (Zambrano ,1998). La muestra es oxidable por un agente químico oxidante fuerte. Específicamente representa el contenido orgánico total de la muestra, oxidable por dicromato en solución ácida. Puede obtenerse por los métodos de reflujo abierto (SM 5220 B), titrimétrico (SM 5220 C) y colorimétrico (SM 5220 D) (APHA, 2005). En nuestro caso las muestras fueron analizadas mediante el método (SM 5220 D) en los laboratorios G.E.M.A.

Tanto los componentes orgánicos como inorgánicos de una muestra son sujeto a la oxidación, pero en la mayoría de los casos el componente orgánico predomina y es de mayor interés.

Las muestras de DQO analizadas en el laboratorio determinan valores altos registrados en otoño y primavera en la estación 421. En la estación C11 registra los valores más bajos siendo la estación de muestreo ubicada en la zona con menos densidad poblacional.

	DQO Invierno 03/07/19	DQO Invierno	DQO Primavera	DQO Verano 15/03	DQO Verano 11/ 01	DQO Promedio
C20	36.5	129.6	64	35.8	32	59.58
421	68.2	96	352	60.8	81.6	179.93
C11	15.7	148.8	17.6	22	21.8	45.18
C13	20.8	139.2		45.1	32.6	59.42

C15	131.2	140.8	72	160	52.2	111.24
------------	-------	-------	----	-----	------	--------

Tabla 14: mediciones de DQO en 5 (cinco) estaciones .

El gradiente del DQO en verano va en aumento hacia la estacion C15 esta se encuentra ubicada en cercania a varias industrias , hacia las estacion C20 disminuye.

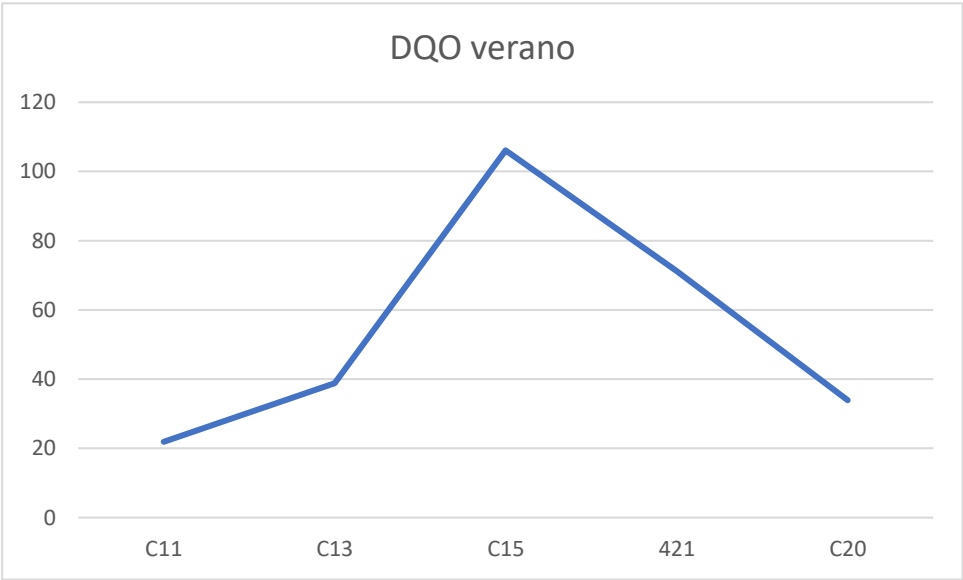


Figura 27: promedio de DQO de muestras tomadas en verano.

En otoño el gradiente de esta variable va en aumento hacia la estación 421, esto puede ser debido a un aumento en las descargas cloacales, hacia la estación C20 vuelve a disminuir.

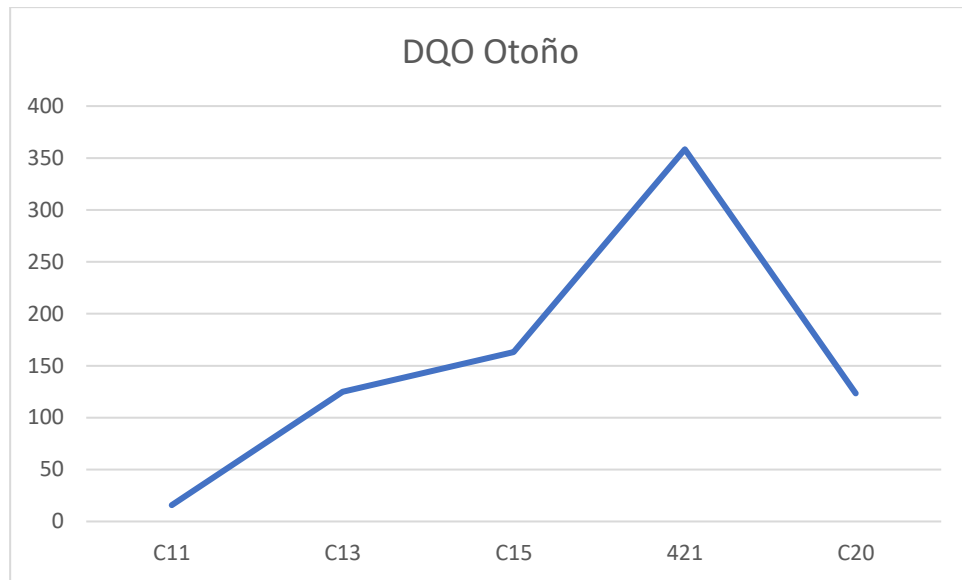


Figura 28: promedio de DQO de muestras tomadas en otoño.

A diferencia de las demás estaciones, en invierno se mantiene en valores altos desde la primera estación

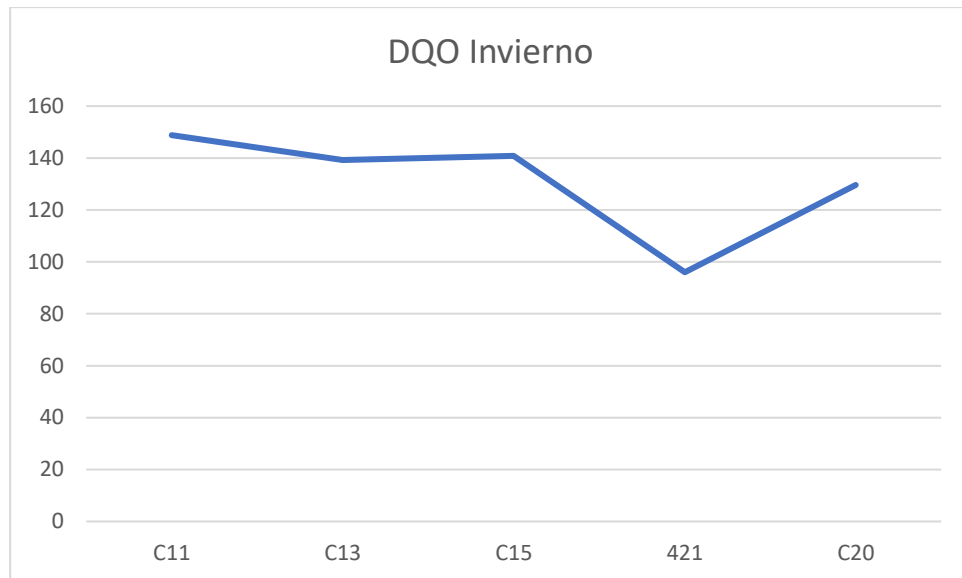


Figura 29: promedio de DQO de muestras tomadas en invierno.

En primavera al igual que en otoño las mediciones en la estación más rural son bajas. El gradiente va en aumento hacia la estación 421 y luego disminuye.

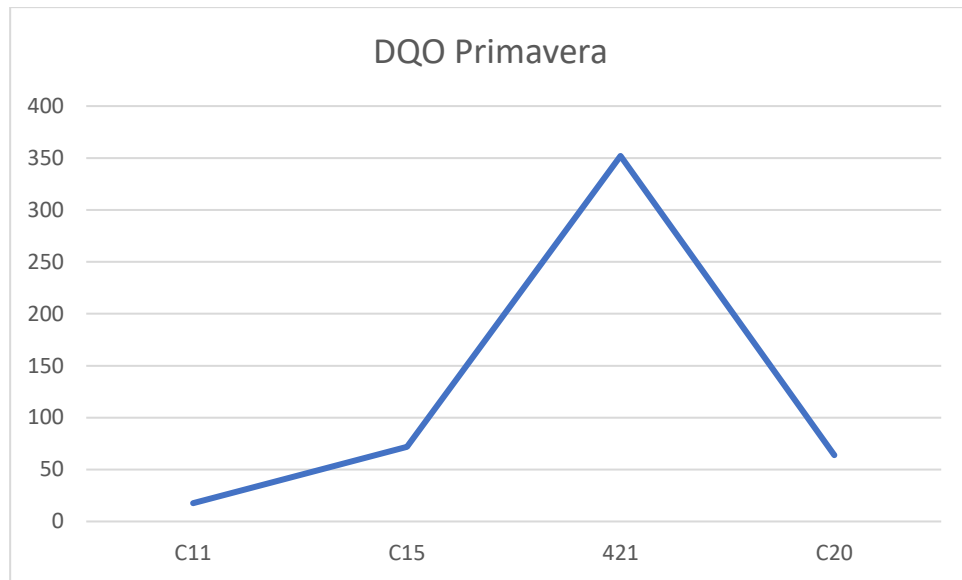


Figura 30: promedio de DQO de muestras tomadas en primavera.

5.4. Relación entre usos del suelo y la calidad de las aguas

Los datos de calidad del agua y proporción de usos del suelo en la cuenca fueron analizados utilizando el programa Statistica

Luego de evaluar la efectividad de diferentes análisis estadísticos se eligió un análisis de correlaciones.

Los resultados muestran (ver tabla de las correlaciones en el anexo) que:

- **la calidad del agua está relacionada con los usos del suelo y que la relación depende de la distancia al arroyo.**
- **La conductividad esta inversamente relacionada con la variación del uso del suelo residencial urbano que se encuentra hasta 100 m. del cauce del arroyo ($r = -0,95$).**
- **El pH está positivamente relacionado con los establecimientos industriales que se encuentran hasta 500 m. de distancia ($r = 0,89$).**
- **No se encontró relación entre calidad del agua y usos del suelo a una distancia de 1000 m. del cauce.**

El análisis de correlaciones de los usos del suelo hasta 100 metros del cauce del arroyo muestra que:

- Los usos del suelo Residencial Jardín Barrio parque, zona residencial, Flori horticultura a campo, Flori horticultura en invernáculo, Floricultura promedio, están correlacionados con la conductividad.

El análisis de correlaciones de los usos del suelo hasta 500 metros del cauce del arroyo muestra que:

-
- La variación del uso Flori horticultura a campo, Flori horticultura en invernáculo y floricultura promedio están relacionadas con el oxígeno disuelto. Esto puede deberse a que las áreas agrícolas se ven expuestas a compuestos orgánicos como resultado de la utilización de agroquímicos en la producción agroalimentaria.
 - En el caso de Intensidad de ocupación baja y zona residencial están vinculados con el DQO. Se sabe que la demanda química de oxígeno está relacionado a desagües cloacales con altas cargas de materia orgánica. Esto puede explicar la relación entre las zonas donde predomina el uso del suelo urbano y esta variable ambiental.

El análisis de correlaciones de los usos del suelo hasta 1000 metros del cauce del arroyo muestra que:

- El grupo de Flori horticultura a campo, Flori horticultura en invernáculo y floricultura se vio relacionado con las variables ambientales PH y conductividad en estos casos es común conocer que la calidad del agua se vea afectada por prácticas agrícolas inadecuadas.
- Por otro lado, los usos Agricultura extensiva dominante y Grandes equipamientos sanitarios militares educativos cementerios están correlacionados con el DQO.

Efecto de la temporalidad:

- Para todas las variables ambientales existe un efecto de la temporalidad en relación con los usos del suelo

¿Se corrobora la hipótesis?

Los usos del suelo que están situados más cerca del cauce al arroyo son los que determinan la calidad del agua. Por ende, La calidad del agua superficial en la cuenca del arroyo Las Conchitas está significativamente relacionada con los usos del suelo de la ribera de la cuenca.

A 100 metros los usos del suelo: Residencial Jardín Barrio parque, zona residencial, Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso, Flori horticultura en invernáculo, Floricultura promedio, están correlacionados con la conductividad y el pH . A esta distancia el DQO no es una variable que esté relacionada con la variación de los usos del suelo

6.0 CONCLUSIONES

De acuerdo con el Consejo Federal de Inversiones (2011) son varias las acciones antrópicas que han modificado las cuencas: entre ellas una de la más importante es el crecimiento poblacional y consecuente proceso de urbanización.

Según estimaciones de las Naciones Unidas el año 2007 fue cuando más de la mitad de la población mundial pasó a vivir en áreas urbanas, y la tendencia es que este proceso seguirá en aumento. (Goites et al. 2020)

Como se pudo ver en el área de estudio, la urbanización acelerada acarrea varias implicancias en cuanto afecciones del medio natural, la necesidad de expansión conlleva a que familias tengan que ubicarse y desarrollar sus viviendas en terrenos anegados como bañados y zonas inundables de arroyos.

En cuanto al desarrollo industrial es sabido que exige un ordenamiento territorial para la localización de instalaciones industriales, no obstante la realidad difiere con esta teoría.

Un claro ejemplo de esto es el crecimiento significativo de la población del municipio de Florencio Varela. Esto conlleva que los asentamientos informales se ubiquen en zonas donde ya son existentes los establecimientos industriales los cuales no son propicios y afectan a la calidad de vida de las personas.

Por otro lado la cuenca "Las Conchitas" cuenta con una extensa área de periurbano en donde el principal uso del suelo es el agrícologanadero. Allí se despliegan los productores periurbanos donde se encuentran los agricultores familiares, aunque también están presentes formas capitalizadas, cooperativas y otras formas asociativas (Goites et al. 2020). Esta actividad productiva de alimentos acarrea impactos en la cuenca tales como aumento de carga orgánica en el curso de las aguas a raíz del uso de fitosanitarios entre otros.

Son innumerables los factores en los que hay que focalizar para evitar y enfrentar los conflictos en una cuenca urbana.

Este trabajo propone una herramienta de visión estratégica que facilita la planificación para la sostenibilidad territorial basado en un Sistema de Información Geográfica.

Los resultados obtenidos serán utilizados para seleccionar los mejores atributos para entrenar un sistema de aprendizaje automático supervisado con información obtenida de una red de sensores de calidad de agua que se están desarrollando.

7.0 BIBLIOGRAFÍA

Calvo-Brenes, G., & Mora-Molina, J. (2007). Evaluación y clasificación preliminar de la calidad de agua de la cuenca del río Tárcoles y el Reventazón Parte III: Calidad de cuerpos receptores de agua, según el Sistema Holandés de Valoración. *Revista Tecnología en Marcha*, 20(4).

Cánepa, C. M., Álvarez, L. E. Y Crojethovich, A. D. (2020). Una Visión Ecosistémica De La Resiliencia Urbana. La Relación Entre Localidad Del Agua Y Usos Del Suelo En Sistemas Hídricos. Xi Congreso Internacional De Docencia E Investigación En Química. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. 2 Al 4 De Diciembre, México D.F.

Carpenter, S. R., & Cottingham, K. L. (1997). Resilience and restoration of lakes. *Conservation ecology*, 1(1).

Comisión Económica Para América Latina Y El Caribe. (1996). Taller Regional Sobre El Libro-Síntesis Del Proyecto "Políticas Para La Gestión Ambientalmente Adecuada De Residuos Sólidos Urbanos E Industriales" Santiago De Chile, 5 Al 7 De Agosto De 1996

Consejo Federal De Inversiones. (2011). "Plan Piloto De Gestión De Cuencas Hídricas De Pequeñas Dimensiones Cuenca Arroyo Las Conchitas Y Baldovinos". Unidad De Investigación, Desarrollo Y Docencia Gestión Ambiental (Uidd Ga) – Facultad De Ingeniería – Universidad Nacional De La Plata.

Crojethovich, A. D. y Cánepa, C. (2020). Análisis Multiescalar De La Calidad De Agua Y Usos Del Suelo En Una Cuenca Urbana. 2020. En: Libro De Resúmenes Del Iv Congreso Nacional De Ciencia Y Tecnología Ambiental. Compilado Por Alejandro D. Crojethovich, Andrea María Encina, Ramón Raúl Ríos Y Mariano Ezequiel Piroti. 1ª Ed Compendiada. 347 páginas. Sociedad Argentina De Ciencia Y Tecnología Ambiental. Libro Digital. Ciudad Autónoma De Buenos Aires. Isbn 978-987-46096-4-9

Crojethovich, A. D. (2016). Aspectos ecológicos de la sustentabilidad urbana en la Región Metropolitana de Buenos Aires, Argentina. Universidad Complutense De Madrid Facultad De Ciencias Biológicas Departamento De Ecología.

Da Silva, C. J., Odriozola, J. G., Cardozo, O. D., & Bondar, C. E. (2012). Usos del Suelo en el Micro-Centro de la Ciudad de Resistencia: Patrones Espaciales Identificados con Sistemas de Información Geográfica (SIG). *XIV Encuentro de Profesores en Geografía del Nordeste: "Nuevos espacios, problemas y desafíos para la Geografía del Siglo XXI. Facultad de Humanidades. UNNE. Resistencia.*

Di Bella, C. M., Paruelo, J. M., & Straschnoy, J. V. (2004). Gradiente urbano-rural del funcionamiento de los ecosistemas de ciudades del Mercosur. Un análisis basado en sensores remotos.

Di Pace, M., Bartrons, C.H. (2012). *Ecología Urbana. Universidad Nacional de General Sarmiento.*

Di Pace, M. (2001). *Sustentabilidad urbana y desarrollo local. San Miguel: Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento.*

Echarri, L. (2007): *Población, Ecología y Ambiente. «Contaminación del Agua».* pp .5-6

Fao (Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura). (1997). *Guía General: Zonificación Agro-Ecológica. Boletín De Suelos De La Fao #73. Servicios De Recursos, Manejo Y Conservación De Suelos. Dirección De Fomento De Tierras Y Aguas. Roma, Italia. 84 P.*

Feijoó, C., Gantes, P., Giorgi, A. D. N., Rosso, J. J., & Zunino, E. (2012). Valoración de la calidad de ribera en un arroyo pampeano y su relación con las comunidades de macrófitas y peces. *Biología acuática, (27)*, 113-128.

Feijoó, C. S., & Lombardo, R. J. (2007). Baseline water quality and macrophyte assemblages in Pampean streams: a regional approach. *Water research, 41(7)*, 1399-1410.

Fianko, J. R., Osa, S., Adomako, D., & Achel, D. G. (2009). Relationship between land use and groundwater quality in six districts in the eastern region of Ghana. *Environmental monitoring and assessment, 153(1)*, 139-146.

Tito, G.; P. Nugent, M. M. Patrouilleau, J. A. Vitale Gutiérrez, M. A. Pérez, B. L. Giobellina, F. Escolá, F. Cardozo, F. Hernández Toso, C. Dalmasso. (2020). Espacios Agrícolas Periurbanos: Oportunidades Y Desafíos Para La Planificación Y Gestión Territorial En Argentina. Buenos Aires: Ediciones Inta,.40 P.: Il. (En Pdf).

Goites, E., Tito, G. M., Patrouilleau, M. M., Vitale Gutierrez, J. A., Perez, M. A., Giobellina, B.L., Escola, F., Cardozo, F. V., Hernandez Toso, F., Dalmasso, C., & Nugent, P. (2020). *Espacios agrícolas periurbanos: oportunidades y desafíos para la planificación y gestión territorial en Argentina*. Ediciones INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_espacios_agricolas_periurbanos_opportunidades_y_desafios_para_la_planificacion_y_gestion_territorial_en_argentina.pdf

Marín Galvín, R. (2019). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: tratamiento y control de calidad de aguas*. Ediciones Díaz de Santos.

Herkovits, J. (2015). Ecotoxicología: Una decisión necesaria para el manejo sustentable de cuencas hídricas. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 125, 25-35.

Herrero, A. C., & Fernández, L. (2008). *De los ríos no me río: diagnóstico y reflexiones sobre las cuencas metropolitanas de Buenos Aires: Luján, Reconquista, Matanza-Riachuelo, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y de la Zona Sur*. Temas Grupo Editorial.

Howladar, M. F., Al Numanbakth, M. A., & Faruque, M. O. (2018). An application of Water Quality Index (WQI) and multivariate statistics to evaluate the water quality around Maddhapara Granite Mining Industrial Area, Dinajpur, Bangladesh. *Environmental Systems Research*, 6(1), 1-18.

Allan, J. D. (2004). Influence of land use and landscape setting on the ecological status of rivers. *Limnetica*, 23(3-4), 187-197.

Puebla, J. G., & Gould, M. (1994). *SIG: sistemas de información geográfica*. Síntesis.

Kearns, F. R., Kelly, N. M., Carter, J. L., & Resh, V. H. (2005). A method for the use of landscape metrics in freshwater research and management. *Landscape ecology*, 20(1), 113-125.

-
- Krishna, T. M., Ravikumar, G., & Krishnaveni, M. (2009). Remote sensing based agricultural drought assessment in Palar basin of Tamil Nadu state, India. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 37(1), 9-20.
- Mavukkandy, M. O., Karmakar, S., & Harikumar, P. S. (2014). Assessment and rationalization of water quality monitoring network: a multivariate statistical approach to the Kabbini River (India). *Environmental Science and Pollution Research*, 21(17), 10045-10066.
- Myrbo, A., & Ito, E. (2003). Eutrophication and remediation in context: High-resolution study of the past 200 years in the sedimentary record of Lake McCarrons (Roseville, Minnesota). *USGS-WRRI 104B National Grants Competition and the Center for Agricultural Impacts on Water Quality, Minnesota*, 5.
- Navarro Pérez, Álvaro Andrés, & Padilla Bejarano, José Bestier, & Prías Barragán, Jhon Jairo (2013). Construcción de un Sistema de Instrumentación para la Medición de la Temperatura, pH y Oxígeno Disuelto presentes en la Piscicultura bajo Condiciones de Estanque Artificial. *Scientia Et Technica*, 18(2),401-408.
- Pérez, Á. A. N., Bejarano, J. B. P., & Barragán, J. J. P. (2013). Construcción de un Sistema de Instrumentación para la Medición de la Temperatura, pH y Oxígeno Disuelto presentes en la Piscicultura bajo Condiciones de Estanque Artificial. *Scientia Et Technica*, 18(2), 401-408.
- Pereyra, F. (2017). Las inundaciones en la Región Metropolitana Bonaerense (RMBA): causas, efectos y mitigación. Una revisión crítica. *Cartografías Del Sur Revista De Ciencias Artes Y Tecnología*, (3). <https://doi.org/10.35428/cds.v0i3.28>
- Castillo, O. J. (2009). "Estadística Aplicada" Módulo 1 Lic. P.10
- Fisher, P., & Unwin, D. (Eds.). (2005). *Re-presenting GIS*. John Wiley & Sons.
- Echeverri Perico, R., & Ribero, M. P. (2002). *Nueva ruralidad visión del territorio en América Latina y el Caribe* (No. IICA-E14 273). IICA, Panamá (Panamá). CIDER.
- Ramos, R., Sepúlveda, R., & Villalobos, F. (2003). El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis. *México: Universidad Autónoma de Baja California*.

Riebsame, W. E., Meyer, W. B., & Turner, B. L. (1994). Modeling land use and cover as part of global environmental change. *Climatic change*, 28(1), 45-64.

Rogers, C. S., & Garrison, G. (2001). *Manual para el monitoreo de arrecifes de coral en el Caribe y Atlántico occidental*. Servicio de Parques Nacionales.

Roldan-Pérez, G. (1992). *Fundamentos de Limnología*. Editorial Universidad Antioquia.

Roy, K., Karim, M. R., Akter, F., Islam, M. S., Ahmed, K., Rahman, M., ... & Khan, M. S. A. (2018). Hydrochemistry, water quality and land use signatures in an ephemeral tidal river: implications in water management in the southwestern coastal region of Bangladesh. *Applied water science*, 8(2), 1-16

Salvioli, M. L., Colli, G. A., Cipponeri, M., & Calvo, G. H. (2012). Gestión de cuencas: análisis comparativo en función de la calidad del agua superficial y usos del suelo de dos pequeñas cuencas urbanas. In *VII Congreso de Medio Ambiente*.

Basem, S., Sami Abu, F., & Alfred, Y. (2010). Assessment of groundwater quality in the Gaza Strip, Palestine using GIS mapping. *Journal of Water Resource and Protection*, 2010.

Shrestha, S., & Kazama, F. (2007). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. *Environmental Modelling & Software*, 22(4), 464-475.

Siabato, W. (2018). Sobre la evolución de la información geográfica: las bodas de oro de los SIG. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 27(1), 1-9.

Singh, K. P., Mohan, D., Sinha, S., & Dalwani, R. (2004). Impact assessment of treated/untreated wastewater toxicants discharged by sewage treatment plants on health, agricultural, and environmental quality in the wastewater disposal area. *Chemosphere*, 55(2), 227-255.

Sombroek, W. G., & Antoine, J. (1994). The use of geographic information systems (GIS) in land resources appraisal. *Outlook on agriculture*, 23(4), 249-255.

Strungaru, S. A., Nicoara, M., Jitar, O., & Plavan, G. (2015). Influence of urban activity in modifying water parameters, concentration and uptake of heavy metals in *Typha latifolia* L. into a river that crosses an industrial city. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 13(1), 1-11.

Tilman, D., Kilham, S. S., & Kilham, P. (1982). Phytoplankton community ecology: the role of limiting nutrients. *Annual review of Ecology and Systematics*, 13(1), 349-372.

Tortorelli, M., & Hernández, D. (1995). Calidad de agua de un ambiente acuático sometido a efluentes contaminantes. *Ecosistemas de aguas continentales*, 1, 227-230.

Talavera, V., Zapata, L., & Sanchez, D. (1998). Influencia del ph sobre los organismos acuáticos. *Recuperado de http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/jul_98_03.pdf*.

Solís-Castro, Y., Zúñiga-Zúñiga, L., & Mora-Alvarado, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), 35-46.

Zambrano-Franco, D. A., & Hinestroza, J. D. I. (1998). Demanda química de oxígeno y nitrógeno total, de los subproductos del proceso tradicional de beneficio húmedo del café. *Cenicafé*, 49(4), 279-289.

Anexo. Tablas de correlaciones

100 metros del cauce del arroyo. Las correlaciones marcadas son significativas a $p < 0,05000$

Residencial jardin Barrio parque	zona residencial	Flori horticultura a campo comprende parcelas horticolas	Flori horticultura en invernaculo	Floricultura promedio
---	---------------------	---	--	--------------------------

	en desuso				
PH Otoño	0,22	0,25	0,25	0,25	0,25
PH Invierno	-0,21	-0,38	-0,38	-0,38	-0,38
PH Invierno	-0,75	-0,51	-0,51	-0,51	-0,51
PH Verano 15/03	-0,95	-0,98	-0,98	-0,98	-0,98
PH Verano 11/01	0,15	0,50	0,50	0,50	0,50
pH promedio	0,45	0,66	0,66	0,66	0,66
ConductividadOtoño	-0,95	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Conductividad Invierno 03/07/19	-0,43	-0,66	-0,66	-0,66	-0,66
ConductividadInvierno	-0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
Conductividad verano 11/01	-0,83	-0,94	-0,94	-0,94	-0,94
ConductividadVerano 15/03	-0,95	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
Conductividad Promedio	-0,86	-0,95	-0,95	-0,95	-0,95
Od (ppm)Otoño	0,14	0,35	0,35	0,35	0,35
Od (ppm)Invierno	-0,43	-0,31	-0,31	-0,31	-0,31
Od (ppm)Invierno	-0,92	-0,99	-0,99	-0,99	-0,99
Od (ppm)Verano 15/03	-0,41	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32
Od (ppm)Verano 11/01	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00
OD promedio	-0,70	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57
DQO Otoño	-0,36	-0,63	-0,63	-0,63	-0,63
DQO Invierno 03/07/19	-0,47	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46
DQO Invierno	0,15	0,48	0,48	0,48	0,48
DQO Verano 15/03	-0,55	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43
DQO Verano 11/ 01	-0,28	-0,52	-0,52	-0,52	-0,52
DQO Promedio	-0,38	-0,60	-0,60	-0,60	-0,60

500 metros del cauce del arroyo. Las correlaciones marcadas son significativas a $p < ,05000$

	intensidad de ocupacion muy baja	zona residencial	Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso	Flori horticultura en invernaculo	Floricultura promedio
PH Otoño	0,23	0,60	0,41	0,46	0,42
PH Invierno	0,02	0,20	-0,24	-0,39	-0,26
PH Invierno	0,38	0,33	-0,62	-0,20	-0,59
PH Verano 15/03	0,65	0,54	-0,94	-0,77	-0,93
PH Verano 11/01	-0,13	0,19	0,42	0,81	0,47
pH promedio	-0,28	0,19	0,69	0,87	0,72
ConductividadOtoño	0,53	0,39	-0,98	-0,84	-0,98
Conductividad Invierno 03/07/19	0,78	0,51	-0,52	-0,65	-0,54
ConductividadInvierno	0,25	0,69	0,03	0,47	0,08
Conductividad verano 11/01	0,73	0,58	-0,86	-0,78	-0,86
ConductividadVerano 15/03	0,48	0,56	-0,87	-0,61	-0,85
Conductividad Promedio	0,73	0,58	-0,88	-0,78	-0,88
Od (ppm)Otoño	-0,80	-0,47	0,22	0,37	0,24
Od (ppm)Invierno	-0,31	0,07	-0,33	-0,14	-0,32
Od (ppm)Invierno	0,61	0,48	-0,94	-0,83	-0,94
Od (ppm)Verano 15/03	0,33	0,72	-0,21	0,03	-0,19
Od (ppm)Verano 11/01	-0,54	-0,34	0,97	0,89	0,98
OD promedio	-0,09	0,19	-0,60	-0,34	-0,58
DQO Otoño	0,40	0,30	-0,48	-0,70	-0,51
DQO Invierno 03/07/19	0,95	0,96	-0,32	-0,11	-0,30
DQO Invierno	-0,19	0,01	0,36	0,72	0,40
DQO Verano 15/03	0,89	0,99	-0,33	0,00	-0,30
DQO Verano 11/ 01	0,51	0,46	-0,35	-0,53	-0,37
DQO Promedio	0,58	0,53	-0,42	-0,55	-0,44

1000 metros del cauce del arroyo. Las correlaciones marcadas son significativas a $p < 0,05$

	Agricultura extensiva dominante	Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso	Flori horticultura en invernaculo	Floricultura promedio	Grandes equipamientos sanitarios militares educativos cementerios
PH Otoño	-0,19	0,31	0,67	0,37	0,47
PH Invierno	-0,67	-0,28	-0,21	-0,28	0,82
PH Invierno	0,03	-0,54	-0,04	-0,50	-0,60
PH Verano 15/03	-0,80	-0,97	-0,45	-0,94	0,31
PH Verano 11/01	0,74	0,52	0,82	0,58	-0,78
pH promedio	0,52	0,73	0,89	0,79	-0,22
ConductividadOtoño	-0,76	-0,98	-0,58	-0,97	0,27
Conductividad Invierno 03/07/19	-0,93	-0,71	-0,42	-0,70	0,75
ConductividadInvierno	0,09	0,07	0,74	0,16	-0,22
Conductividad verano 11/01	-0,92	-0,94	-0,47	-0,92	0,53
ConductividadVerano 15/03	-0,67	-0,84	-0,27	-0,80	0,23
Conductividad Promedio	-0,90	-0,96	-0,46	-0,93	0,48
Od (ppm)Otoño	0,68	0,44	0,21	0,43	-0,59
Od (ppm)Invierno	-0,12	-0,18	-0,01	-0,17	0,04
Od (ppm)Invierno	-0,85	-0,98	-0,53	-0,96	0,41
Od (ppm)Verano 15/03	-0,44	-0,23	0,37	-0,16	0,38
Od (ppm)Verano 11/01	0,80	1,00	0,66	0,99	-0,34
OD promedio	-0,25	-0,46	-0,14	-0,44	-0,03
Od (%)Otoño	0,27	-0,06	0,41	0,00	-0,54
Od (%)Invierno	0,32	0,74	0,87	0,79	0,08
Od (%)Verano 15/03	-0,51	-0,36	0,43	-0,27	0,29
Od (%)Verano 11/01	0,80	0,99	0,66	0,99	-0,34

DQO Otoño	-0,95	-0,60	-0,50	-0,61	0,94
DQO Invierno 03/07/19	-0,63	-0,48	0,26	-0,40	0,37
DQO Invierno	0,83	0,47	0,65	0,52	-0,92
DQO Verano 15/03	-0,49	-0,44	0,39	-0,35	0,17
DQO Verano 11/ 01	-0,93	-0,50	-0,29	-0,49	0,96
DQO Promedio	-0,95	-0,57	-0,28	-0,56	0,92