

plataforma



energética

28

Publicación de la Plataforma Energética • Año X • La Paz, marzo de 2021 • N°

# Urbanización y degradación ambiental en la cuenca Katari



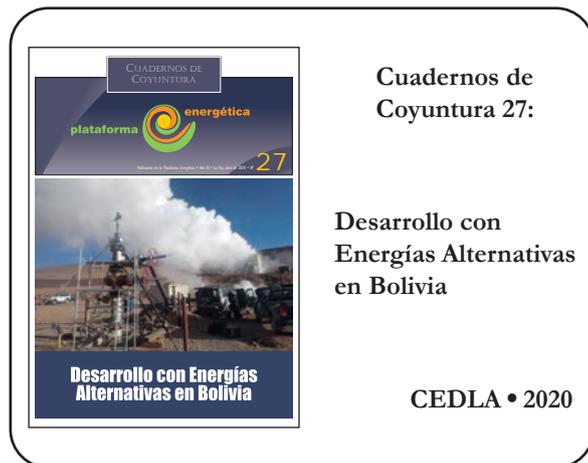
La cuenca del río Katari en el departamento de La Paz, Bolivia, abarca el territorio de varios municipios, entre estos El Alto, Viacha, Laja, Pucarani, Puerto Pérez, Calamarca, Collana, Colquencha y Comanche. Esta cuenca es la más habitada del país con 1.130.735 personas en el año 2020 y es una de las más presionadas ambientalmente. El 97% de sus habitantes reside en las ciudades de El Alto y Viacha.

Sin embargo, la presión sobre los recursos y el medio ambiente de la cuenca responde a la forma en la que se ha desarrollado y articulado el tejido urbano de El Alto y Viacha para responder al rápido crecimiento demográfico, a las características de sus actividades y a los flujos económicos, a la precariedad general de la producción y del trabajo, y a la debilidad estatal en la provisión de servicios básicos y en el ejercicio de sus funciones regulatorias.

La presente edición de Cuadernos de Coyuntura aborda algunos de los rasgos más importantes de la problemática ambiental de la cuenca Katari en el marco del proceso de urbanización y de su relación con el marco político-institucional vigente en los últimos 25 años.

Este boletín presenta una síntesis de la primera parte del estudio *¿Somos nosotros mismos?: Desigualdades socioecológicas y urbanización en la cuenca del río Katari* realizado por el investigador Carlos Revilla. Dicho trabajo, se ha sistematizado con base al diálogo entre diversas fuentes de información, tales como indicadores físico-químicos de la calidad del agua en cuerpos receptores (disponibles entre los años 1996 y 2013) en 12 puntos clave de la cuenca, indicadores socio-demográficos provenientes de los Censos Nacionales de Población y Vivienda (CNPV) 2001 y 2012 y del Censo Agropecuario 2013, así como información cualitativa (entrevistas, reuniones y un taller con habitantes de estos puntos, que tuvieron lugar entre finales de 2019 e inicios de 2020).

Javier Gómez Aguilar  
Director Ejecutivo  
CEDLA



## ÍNDICE

URBANIZACIÓN DE LA CUENCA KATARI	1
LA CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA KATARI	4
CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA ALTA: LOS RÍOS SEQUEY SECO EN EL ALTO	8
CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA MEDIA: LA PLANTA DE PUCHUKOLLO	11
CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA MEDIA: EL RÍO PALLINA EN VIACHA Y LAJA	14
CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA BAJA: EL RÍO KATARI EN LAJA, PUCARANI Y PUERTO PÉREZ	17
CONCLUSIONES	20
BIBLIOGRAFÍA	20

Director Ejecutivo:  
Javier Gómez Aguilar

Escribe:  
Carlos Revilla H.

Producción editorial:  
Unidad de Comunicación  
y Gestión de Información  
- CEDLA

Fotografías:  
Willy Mendoza

Diagramación:  
Jorge J. Olmos Durán



Con el apoyo de



Esta publicación fue elaborada por el Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario (CEDLA) y cuenta con el valioso apoyo de la Embajada de Suecia, en el marco del Programa: "CEDLA, Enhanced Knowledge for Action: MPDA and the Sustainable Use of Natural Resources".

Las opiniones y orientación presentadas son de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente son compartidas por las instituciones y/o agencias que han apoyado este trabajo.

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de tapa, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de manera alguna ni por ningún medio, sin permiso previo del editor.

Visítanos  
[www.plataformaenergetica.org](http://www.plataformaenergetica.org)

Síguenos en:



plataforma energética bolivia @plataformae cedla cedla 69775464



# Urbanización y degradación ambiental en la cuenca Katari

*Carlos Revilla H.*



## URBANIZACIÓN EN LA CUENCA KATARI

El proceso de contaminación de la cuenca Katari, producido por el aumento de residuos vertidos en esta (Fontúrbel, 2005), y sus efectos en la bahía de Cohana y en el cantón Chojasivi del municipio de Pucarani, a orillas del lago Titicaca, es indisoluble del proceso de urbanización de los municipios de la parte alta y media de la cuenca en los últimos 40 años, en especial de El Alto.

El proceso por el que El Alto se convirtió en zona suburbana llevó varios siglos, mientras que su transformación en ciudad fue mucho más rápida (PAR-EA, 2005: 13). A principios del siglo XX, era propiedad de unos cuantos hacendados pertenecientes a sectores acomodados de La Paz (Quispe, 2004: 9).

Las primeras instalaciones civiles y edificaciones datan de 1935. En 1942, el Gobierno de Peñaranda determinó el nuevo “Radio Urbano de la Ciudad de La Paz”, con la incorporación de “El Alto de Lima” (hoy distrito 6), “El Alto de Potosí o Cruz Pata” (actuales distritos 1 y 2), entre otras (PAR-EA, 2005: 15-18). En el año 1942 se tramitó la aprobación de Villa Dolores, que fue la primera urbanización planificada de El Alto. En 1947, esta fue incluida por primera vez en un plano de la oficina de Urbanización de la Alcaldía de La Paz; sin embargo, no estuvo plenamente habitada hasta 1948. En 1950 se aprueba la

planimetría de la zona 16 de Julio en terrenos del hacendado Jorge Rodríguez Balanza (Indaburu, 2004).

En 1950, El Alto ya contaba con una serie de instalaciones ferroviarias, aeroportuarias, terminales de carga, depósitos especializados, una serie de lotes cercados, pero no habitados, y unas 3.000 personas. La Revolución de 1952 contribuyó especialmente al crecimiento de El Alto. Las reformas Agraria y Urbana, la Nacionalización de las minas, el Voto Universal, así como la deuda del gobierno con los sectores sociales que posibilitaron su ascenso, contribuyeron de forma importante a la conformación de la nueva ciudad (PAR-EA, 2005: 16; Calderón, 1999: 67-85). Mediante Decreto Supremo del 28 de agosto de 1954, se aplica la Reforma del Suelo Urbano frente a la apropiación y especulación del mismo y a las necesidades de vivienda de las capas populares y medias urbanas. La amenaza de expropiaciones que estas reformas suponían provocó el “loteamiento” por parte de grandes propietarios de tierra. Estas dieron lugar a una serie de urbanizaciones dispersas con dificultades de articulación y provisión de servicios urbanos. A esta fase de urbanización por “parcelación especulativa” le sigue una de edificación por autoconstrucción, y una posterior de abastecimiento de servicios básicos por autogestión (Indaburu, 2004: 11; Sandoval y Sostres, 1989: 50-54).

En la década de los sesenta, empezaron a formarse los ejes de conurbación, la mayor cantidad de población se ubicó a lo largo de la carretera a Viacha, carretera hacia Oruro y carretera Panamericana. El Consejo Nacional de Vivienda adquirió en 1962 los terrenos de la exhacienda de Vicente Tejada con recursos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del Tesoro General de la Nación (TGN), y licitó la construcción de las primeras 365 viviendas tipo a Bartos y Cía. Para 1962, El Alto se acerca a los 10.000 habitantes, distribuidos en 6 villas o “urbanizaciones distantes” que rodean la pista de aterrizaje de El Alto y la articulan con La Ceja, estas eran Villa Dolores, 12 de Octubre y Bolívar en El Alto Sur; y las villas Ballivián, 16 de Julio y Alto Lima en El Alto Norte (Indaburu, 2004: 10-11).

En abril de 1966, bajo la presidencia de René Barrientos, las viviendas de CONAVI fueron entregadas a los primeros adjudicatarios. Así se consolidó la zona de “Ciudad Satélite” en el distrito 1 (PAR-EA, 2005: 17; Calderón y Szmukler, 1999). En 1970 empezó a funcionar la Subalcaldía de El Alto, y a fines de esa década los barrios y villas eran cerca de 140.

Entre 1956 y 1976, El Alto multiplicó su población en más de 15 veces, de 6.000 a 95.000 habitantes, y con ello el número de asentamientos ligados a un proceso migratorio sin precedentes en el país (Indaburu, 2004: 11). Entre 1976 y 1986 el proceso migratorio se agudiza, tanto por las sequías de 1983-1984 como por la relocalización de miles de mineros tras el cierre de la

actividad minera estatal. En esos años, la tasa anual de crecimiento de la población urbana supera el 10%.

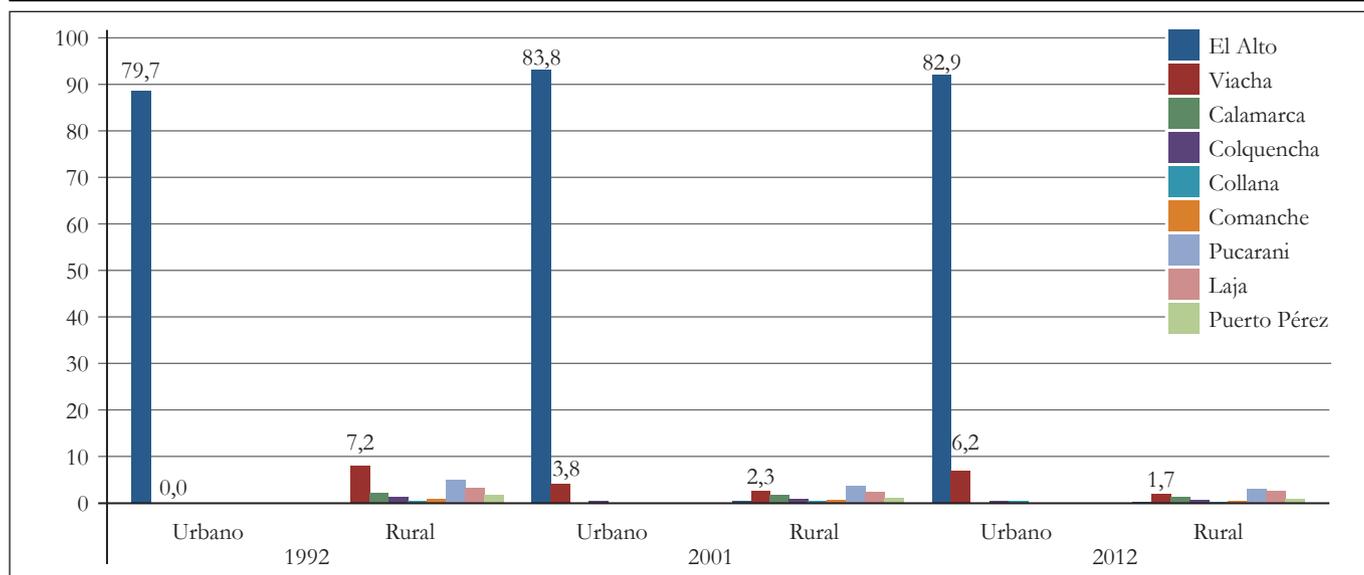
En el periodo entre los censos de 1976 y 1992, El Alto registró un crecimiento demográfico acelerado, con la tasa anual más alta en el contexto sudamericano (9,23%). Es en este periodo que El Alto busca alcanzar el estatus de ciudad, el mismo que surge de una división con la ciudad de La Paz y que se ratifica el 6 de marzo de 1985 al constituirse como capital de la Cuarta Sección de la Provincia Murillo, y el 20 de septiembre de 1988 cuando se la eleva a rango de ciudad (Sandoval y Sostres, 1989: 30-31; Indaburu, 2004: 5).

El ritmo de crecimiento de la población alteña se redujo entre 1992 y 2001, hasta una tasa de 5,3% por año que, sin embargo, estuvo aún entre las más altas en Bolivia (Rossel y Rojas, 2002: 2). En este periodo, la mancha urbana llega a cubrir más de 27.000 hectáreas; es decir, tres veces más que la ciudad de La Paz, pero con una densidad poblacional entre 4 y 5 veces menor (Indaburu, 2004: 12).

Como lo expresa el gráfico 1, en el año 1992, la población del municipio de El Alto era presentada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) como íntegramente urbana pese a la presencia de un importante espacio rural<sup>1</sup>. Las 405.492 personas que

1 El Alto cuenta hoy en día con cuatro distritos rurales conformados por 11 comunidades originarias, tres en el distrito 13: Milluni Alto, Milluni Bajo y El Ingenio; tres comunidades en el distrito 9: Pomamaya, Villandraní y Ocomisto; una en el distrito 11: Tacachira y dos en el distrito 10: Parcopata y Amachuma (GAMEA, 2016).

**GRÁFICO 1**  
PARTICIPACIÓN DE LA POBLACIÓN URBANA Y RURAL DE CADA MUNICIPIO SOBRE EL TOTAL DE LA POBLACIÓN DE LA CUENCA ENTRE LOS CNPV 1992, 2001 Y 2012 (PORCENTAJE POR MUNICIPIO)



Fuente: elaboración propia con base en INE, 1992, 2001, 2005, 2014 y 2015.

habitaban el municipio representaban entonces el 100% de la población urbana de los 9 municipios de la cuenca Katari y el 79,7% de su población total. En el año 2001, la población urbana alcanzó a 678.831 habitantes, 88% de la población total de la cuenca. Este porcentaje estaba compuesto en un 83,8% por El Alto (647.358), pero a esta se sumaron los nuevos municipios urbanos de Viacha con el 3,8% (29.123) y Colquencha con el 0,3% (2.350) de la población urbana respectivamente. En el año 2012, la población urbana de los 9 municipios llegó a los 915.646 habitantes que representaban el 89,6% de la población total de la cuenca, mientras que la población rural pasó a ser de solo 105.896 habitantes (10,4%). La población urbana de El Alto se redujo ligeramente hasta el 82,9% (846.755 habitantes), mientras que la de Viacha se duplicó hasta alcanzar el 6,2%, la población urbana de Colquencha llegó a 3.085 (0,3%) al igual que la de Collana que se incorpora como municipio urbano con 2.842 habitantes (0,3%) (gráfico 1).

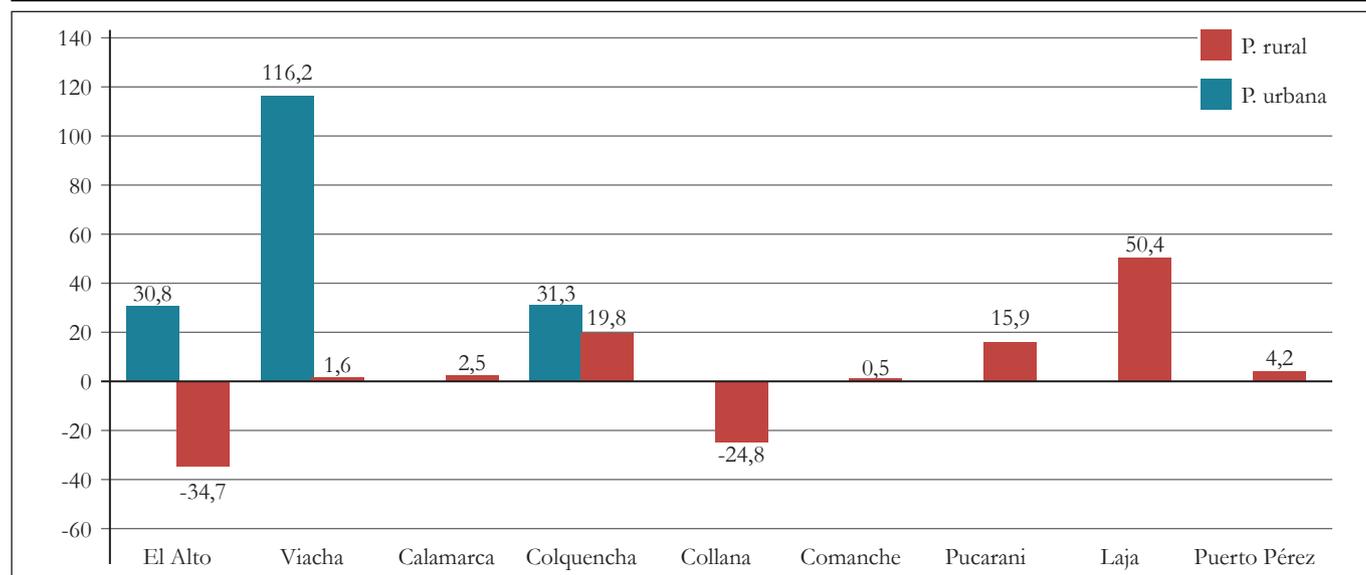
De esta manera, hacia 2012, los municipios más urbanizados de la cuenca fueron El Alto, con el 99,8% de toda su población; Viacha, con el 78%; Collana, con el 56,4%, y Colquencha, con el 31,2%. Los otros cinco municipios se presentan como rurales, es decir, tienen una población dispersa menor a 2.000 habitantes. En el gráfico 2 se muestran las variaciones intercensales de la población urbana y rural de cada municipio.

En términos de variación intercensal de la población urbana y rural de cada municipio respecto al censo anterior (gráfico 2), el que más incrementó su porcentaje de población urbana entre 2001 y 2012 fue Viacha, que pasó de 29 mil a casi 63 mil habitantes mostrando un incremento de 116% en su población urbana. A Viacha, le siguió el municipio de Colquencha, que incrementó su población urbana en un 31,2%, y luego la ciudad de El Alto, con un crecimiento intercensal de población urbana del 30,8% y una reducción de la población rural del 40%. Un caso particular es Collana, que registra el surgimiento de un núcleo urbano de 2.842 personas y una reducción de su población rural del orden del 25%.

El municipio que más ha crecido entre los CNPV 2001 y 2012 es Viacha, cuya población aumentó de 46.596 a 80.724 habitantes (73%) y se proyecta que supere los 90 mil habitantes en 2020<sup>2</sup>. A Viacha le sigue Collana, otro municipio urbano muy pequeño, con un incremento del 72% de su población entre 2001 y 2012. A continuación, se ubica Laja, cuya población aumentó en un 50%, mientras que El Alto lo hizo en un 31%.

2 Las proyecciones de población para el año 2020 han sido elaboradas y revisadas por el INE el año 2014 con base a componentes demográficos (fecundidad, mortalidad y migración). Véase: [http://www.ine.gob.bo/subtemas\\_cuadros/demografia\\_html/PC20103.xls](http://www.ine.gob.bo/subtemas_cuadros/demografia_html/PC20103.xls) (visitado 08/05/2020).

**GRÁFICO 2**  
**VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN URBANA Y LA POBLACIÓN RURAL DE CADA MUNICIPIO,**  
**CNPV EN EL PERIODO 2001-2012**  
**(EXPRESADO EN PORCENTAJE POR MUNICIPIO)**



Fuente: elaboración propia con base en INE, 1992, 2001, 2005, 2014b y 2015.

Los municipios de Calamarca, Comanche, Pucarani, Puerto Pérez y Laja registrarían al 100% de su población viviendo en áreas rurales para 2012. Sin embargo, este dato resulta dudoso, al menos para los casos de Laja y Pucarani, que forman parte del área metropolitana de La Paz y que, después de El Alto y Viacha, están entre los más poblados de la cuenca (24.531 y 28.465 habitantes, respectivamente). Por otra parte, Laja habría sido el de mayor crecimiento entre los años 2001 y 2012, con un incremento del 50% de su población total, y Pucarani, con un 16%. Resulta difícil pensar que este incremento significativo no se haya manifestado también en el crecimiento de la población urbana dada la tendencia regional y nacional a la urbanización.

El criterio de que un asentamiento humano debe contar con al menos 2.000 habitantes nucleados en un mismo lugar —por lo general en la capital del municipio— para ser considerado urbano, es un criterio meramente demográfico que no toma en cuenta otras variables territoriales, socioeconómicas o culturales.

Con base en el Sistema de Información Geográfica Estadística para el Desarrollo (SIGED) del INE, es posible tener una aproximación a la población de las áreas amanzanadas (pueblos y concentraciones) de los municipios representados como 100% rurales por el CNPV 2012. La tabla 1 presenta información sobre la población de pueblos principales y de las áreas amanzanadas de los municipios, exceptuando El Alto y Viacha, con respecto a la población dispersa (en áreas no amanzanadas).

La población agregada de todas las áreas amanzanadas tomadas por el INE para el CNPV 2012 muestra un panorama diferente del proceso de urbanización en los municipios menores de la cuenca. Por tanto, considerando las proyecciones demográficas y la agregación de la población en áreas amanzanadas es posible afirmar que, además de los municipios con población urbana delimitados por el INE en 2012, en la actualidad es posible incorporar a los municipios de Pucarani, Laja (incluyendo a Puchukollo Alto) y Calamarca como parte de los municipios con población urbana, lo cual expresa que el proceso de urbanización va mucho más allá de El Alto y Viacha, y se extiende al resto de los municipios de la cuenca.

En términos generales, se observa una tendencia a la urbanización en el conjunto de los municipios de la cuenca, especialmente en Viacha. No obstante, los datos y proyecciones presentados hasta ahora evidencian que El Alto sigue siendo gravitante en las dinámicas demográficas de la cuenca y, por tanto, en los procesos de contaminación que la afectan, sin importar el hecho de que su ritmo de crecimiento se haya reducido notablemente entre los años noventa y la segunda década del nuevo siglo.

#### LA CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA KATARI

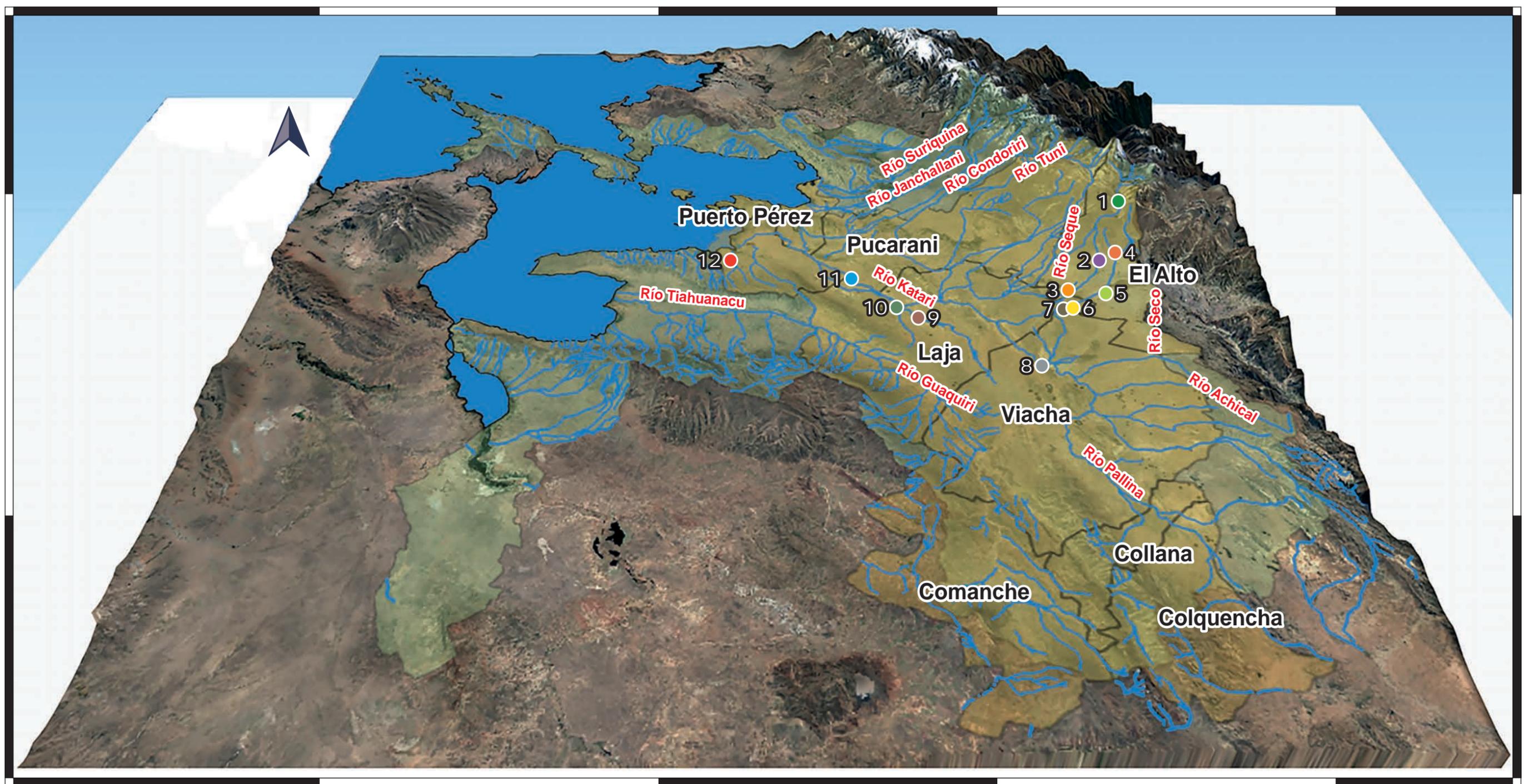
A continuación, presentamos una síntesis de la sistematización de datos de calidad del agua en algunos puntos críticos de contaminación de la cuenca (mapa 1), basada en información de contexto y la perspectiva de los actores participantes en el estudio realizado por el CEDLA.

**TABLA 1**  
**POBLACIÓN EN PUEBLOS PRINCIPALES Y ÁREAS AMANZANADAS DE MUNICIPIOS MENORES DE LA CUENCA (CNPV 2012)**

Municipio	Población total	Pueblo principal	Áreas amanzanadas INE	% población en áreas amanzanadas
Pucarani	24.570	1.313	7.751	32
Laja	24.531	876	1.777	7
Calamarca	12.413	1.317	3.857	31
Puerto Pérez	8.157	578	1.750	21
Comanche	3.880	492	492	13
Colquencha	9.879	3.085	5.521	56
Collana	5.042	2.842	2.842	56

Fuente: elaboración propia con base en INE, 2014b y Sistema de Información Geográfica Estadística para el Desarrollo (SIGED), visitado en diciembre de 2019 y marzo de 2020.

MAPA I  
PUNTOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA Y ENTREVISTAS



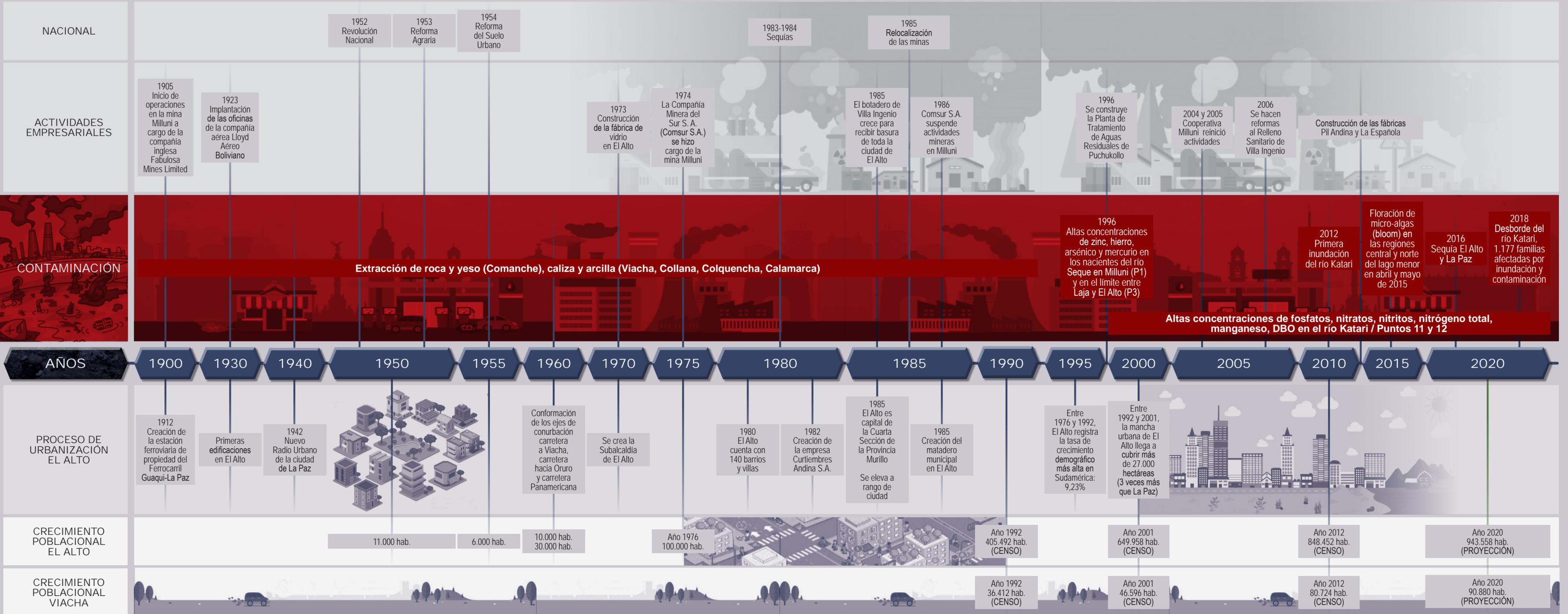
**CUENCA KATARI Y MUNICIPIOS DE ESTUDIO**

- Área de la cuenca MMAyA
- Área municipios de estudio
- Límite municipal
- Ríos

**PUNTOS DE ANÁLISIS**

- 1. Nacientes río Seque en Represa Milluni
- 2. Seque después Challahuan Jahuira
- 3. Seque entre El Alto y Laja
- 4. Canal Alto Lima
- 5. Puente Mercedario
- 6. Río Seco antes Puchukollo
- 7. Río Seco después Puchukollo
- 8. Pallina abajo de Viacha
- 9. Río Katari, puente Katari-Laja
- 10. Katari después unión con Pallina
- 11. Katari a la altura de Catavi
- 12. Katari en Puerto Pérez

Fuente: elaboración propia con base en capas vectoriales del Plan CKLYMT, Ministerio de Medio Ambiente y Agua; Ministerio de Planificación del Desarrollo, 2015 en Geo Bolivia (disponible en: [www.geo.gob.bo](http://www.geo.gob.bo) [marzo de 2020]).





Urbanización Manuel Rigoberto Paredes, distrito 14, El Alto.

### CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA ALTA: LOS RÍOS SEQUEY SECO EN EL ALTO

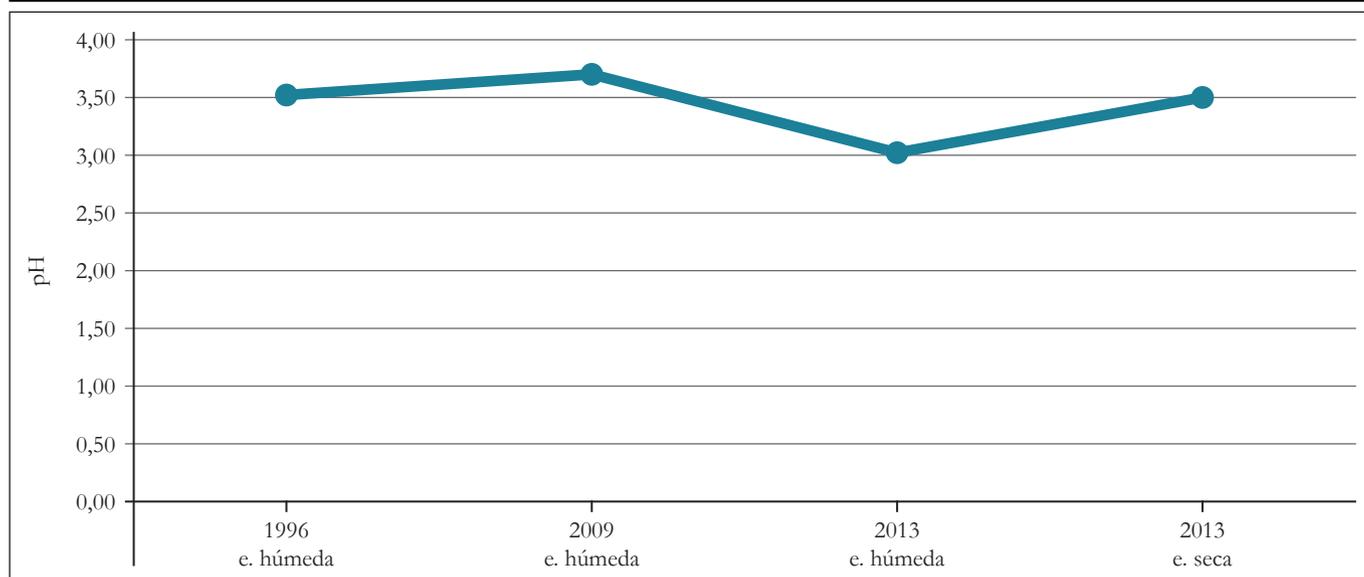
En la parte alta de la cuenca, en las proximidades de las fuentes de abastecimiento de agua potable para La Paz y El Alto, existen dos fuentes significativas de contaminación: los pasivos ambientales de la mina Milluni y el relleno sanitario de Villa Ingenio.

Efectivamente, la historia de la mina Milluni es determinante para comprender los procesos de contaminación en la zona. La mina, ubicada en la jurisdicción de la ciudad de El Alto, fue explotada por la compañía inglesa Fabulosa Mines Limited desde comienzos del siglo XX hasta el año 1974. La Compañía Minera del

Sur S. A. (Comsur S. A.) se hizo cargo de las operaciones hasta la crisis de los precios de 1985, para finalmente suspender toda actividad en 1986 (Zamora Echenique *et al.*, 2015).

La sistematización de los datos históricos de calidad de agua en la laguna Milluni, que recibe parte de los drenajes ácidos de la mina (DAM), señala que en todos los años el valor de pH reportado es muy ácido con un promedio de 3,45 muy alejado del valor admisible para toda clase de agua (7) así como una tendencia a la elevación desde 2013 (gráfico 3). Estos valores corresponden con la situación descrita por los habitantes del lugar que muestra que dichas aguas por

**GRÁFICO 3**  
**PH HISTÓRICO EN EL PUNTO I (NACIENTES DEL RÍO SEQUE)**



Fuente: elaboración propia con base en ALT *et al.*, 1999; Paz y Díaz, 2012; Archundia *et al.*, 2017b; MMAyA *et al.*, 2014.

su nivel de acidez no son aptas para abrevadero de animales ni tampoco para la producción agrícola<sup>3</sup>.

Según relatan los comunarios, la actividad de la Cooperativa Milluni en la zona se reinició entre los años 2004 y 2005. En 2013, los valores de zinc y manganeso son muy altos y están por encima de los límites permitidos para cuerpos de agua de clase D. Esto coincide con el hecho de que entre los años 2003 y 2012 el precio de este y otros minerales alcanzó un record histórico desde 1941, con su valor más alto en 2011 (*América Economía*, 2011, 13 de febrero).

De acuerdo con los criadores de camélidos de esta zona, a inicios de este siglo, se hace patente la proliferación de perros callejeros —que son atraídos por el relleno sanitario y que atacan el ganado—. Por su parte, los criadores de cerdos que alimentan a estos con basura del relleno se oponen a su enmallado, generando un conflicto importante en la zona. De igual modo, de acuerdo con los comunarios, las aducciones y el bombardeo de nubes realizados a causa de la sequía de 2016 han reducido la disponibilidad de bofedales y causado muertes en el ganado, respectivamente.

Más abajo, la contaminación del río Seque se incrementa por los lixiviados no tratados del relleno sanitario de Villa Ingenio que recibe un aproximado de 600 toneladas de basura diaria provenientes de la ciudad de

El Alto. El río Challhuan Jahuira recibía parte de las aguas de un canal de evacuación de los lixiviados de este relleno sanitario para luego verterlas al río Seque.

La zona alrededor de este punto es un lugar de urbanizaciones periféricas en crecimiento, que expanden la ciudad hacia el norte de la cuenca y que tienen importantes carencias en la provisión de servicios básicos. Los vecinos de la zona 18 de Diciembre, próxima al relleno sanitario, indican que en este periodo el carácter legal de la urbanización hizo que esta se poblara rápidamente. Ellos comprenden que la deficiente gestión del relleno de Villa Ingenio tiene un importante impacto en la contaminación del río Seque, ya que por este fluye “agua sucia”, en especial cuando llueve. Por su parte, los vecinos de la zona Manuel Rigoberto Paredes, ubicada en la parte alta del río Seque, indican que en su barrio la principal causa de contaminación es la basura, que aumentó aproximadamente en los últimos 20 años. Pese a la difícil situación medioambiental y a las escasas condiciones de habitabilidad, muy pocos vecinos se mudaron porque todos buscaban un lugar propio donde vivir.

A continuación, el río Seque atraviesa la ciudad con dirección suroeste entrando al vecino municipio de Laja para desembocar en el río Pallina proveniente de Viacha.

Aguas abajo, en el límite con Laja, don Jorge Sánchez —quien cada semana va de El Alto a su propiedad en la comunidad de Chusamarca, y donde nació hace 57 años— afirma que entre 1970 y 1985 se empezó a notar la contaminación. Hasta entonces, el río era

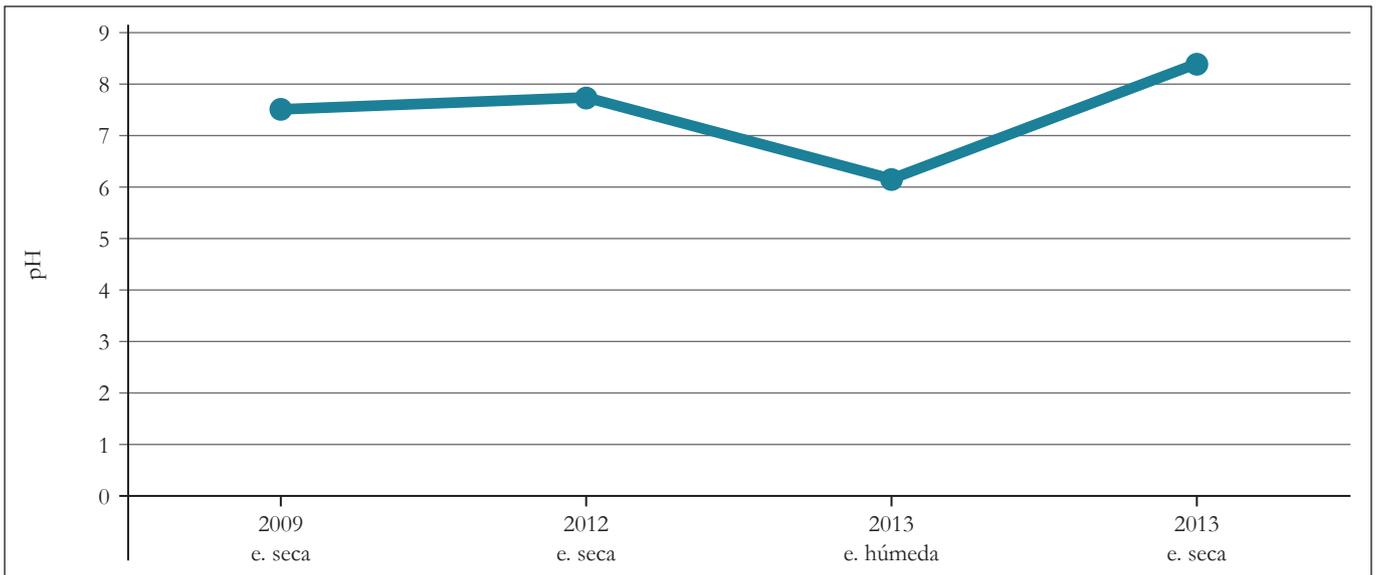
3 Ley N° 1333. Ley del Medio Ambiente. Anexo A. Reglamento Valores máximos admisibles de parámetros en cuerpos receptores. Gaceta Oficial de Bolivia, La Paz, Bolivia. 27 de abril de 1992. Pág. 224.

limpio; incluso la gente se bañaba en él y recogía el agua limpia para sus actividades domésticas.

Los datos de análisis de la calidad de agua en este punto (gráfico 4) muestran que entre 2009 y 2013 el pH se mantuvo en un rango básico, a excepción del dato reportado en la época húmeda de 2013, con un valor ligeramente ácido. El gráfico 5 registra en 2013 datos de mayor concentración de metales (zinc, hierro y manganeso) que superan los límites de aguas de las

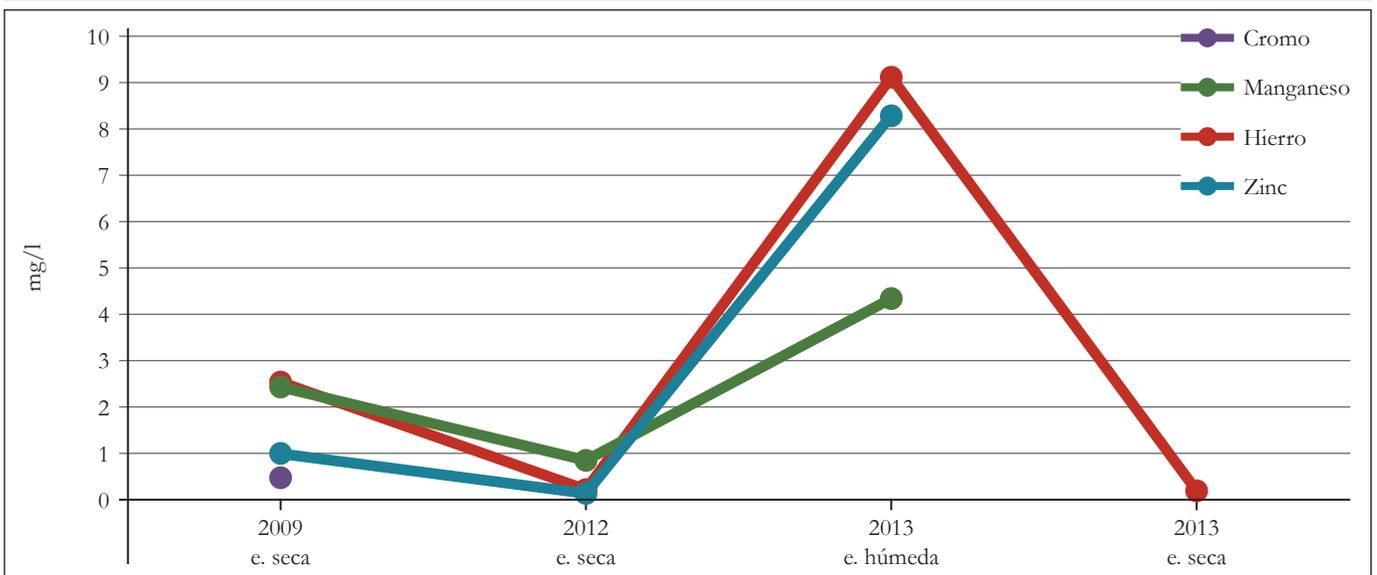
clases C y D. A su vez, la presencia de cromo puede tener relación con su uso en las curtiembres de la zona y río arriba, muchas de ellas clandestinas; sin embargo, solo se cuenta con datos para ese año. El cromo sirve para hacer un curtido más estable que evita la degradación del cuero. En pruebas de laboratorio se ha comprobado que el cromo hexavalente (VI) produce cáncer en roedores en laboratorio debido a su interacción negativa con el colágeno de la piel y los huesos.

**GRÁFICO 4**  
PH EN EL PUNTO 3 (RÍO SEQUE ENTRE EL ALTO Y LAJA)



Fuente: elaboración propia con base en Paz y Díaz, 2012; Archundia *et al.*, 2017b; MMAyA *et al.*, 2014.

**GRÁFICO 5**  
PRESENCIA DE METALES EN EL PUNTO 3 (RÍO SEQUE ENTRE EL ALTO Y LAJA)



Fuente: elaboración propia con base en Paz y Díaz, 2012; Archundia *et al.*, 2017b; MMAyA *et al.*, 2014.

Don Jorge afirma que aproximadamente desde 2007 la contaminación se incrementó considerablemente debido a que el área se estaba urbanizando y a que “la gente fue llegando, en lugar de irse”. Algunos de ellos “tienen papeles”, pero la mayoría no, y están en proceso de regularización de su derecho propietario.

Por su parte, el Río Seco que también nace a 4.600 m.s.n.m., en las proximidades de Milluni, presenta poco caudal y poca velocidad durante gran parte del año, pero en época húmeda crece peligrosamente provocando inundaciones. En su recorrido cruza los distritos 5, 4 y 3, y luego atraviesa la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Puchukollo, que procesa parte de su caudal, y continúa hacia la ciudad de Viacha, donde vierte sus aguas en el río Pallina. El Río Seco es el río más conocido de El Alto y le da su nombre a uno de los sectores más populares al norte de la ciudad.

Los vecinos que viven a lo largo del curso del Río Seco indican que hacia fines de los años setenta las zonas cercanas estaban poco habitadas. Los escasos terrenos adquiridos de la familia Esquivel estaban vacíos y sin demarcación; solo existían algunas casas de “los originarios”. La parte superior del curso del río, donde hoy se encuentra la Fábrica Boliviana de Calaminas (Faboca), estaba vacía, por tanto no había mucha contaminación. En ese tiempo, el Río Seco era cristalino y era posible lavar ropa o incluso recoger agua para el consumo doméstico.

A partir de 1985, la situación habría cambiado con la promulgación del D.S. 21060: la ciudad recibió mucha población “de las 20 provincias” y también del interior del país. La relocalización de las minas ocasionó el crecimiento de la población y dinamizó la actividad del comercio informal, que conlleva la generación de una gran cantidad de residuos, muchos de los cuales empiezan a ser vertidos al río.

De acuerdo con los participantes de este estudio, importantes descargas provienen de actividades industriales, sin embargo, debido a la importancia del sector familiar en la economía alteña, en especial desde la crisis y ajuste de los años ochenta, buena parte de estas descargas provienen de unidades productivas instaladas al interior de las viviendas las cuales vierten sus residuos de forma directa y sin tratar al alcantarillado sanitario. Entre 1989 y 1995, el “sector familiar” creció en la impresionante proporción de 1.120% a una tasa de 130% anual (Arbona, 2002). De acuerdo con los participantes de este estudio, entre las actividades contaminantes se encuentran los mataderos y las curtiembres, muchos de ellos clandestinos. Los registros oficiales indican que entre los años 2013 y 2014, El Alto pasó de contar con 418 Pequeñas y Medianas Empresas (PyME) a 700 (GAMEA, 2016). En el mismo periodo, las microempresas aumentaron de 26.953 a 32.685 microempresas,

representando una abrumadora mayoría en el total de unidades económicas (97,8%).

Doña María vive en la zona Mercedario desde su fundación, hace tres décadas. Una de sus preocupaciones son los olores que llegan del Río Seco por las tardes. Cuenta que cuando empezó la urbanización estos olores no se sentían “mucho”. El análisis de calidad de aguas muestra que, respecto a los metales, hubo un ascenso importante de los valores de hierro y mercurio entre 1996 y 2004, muy por encima de la norma boliviana (0,3 y 0,1 mg/l, respectivamente). Así también, se observa un ligero ascenso del zinc, pero menor al valor mínimo aceptado para consumo humano y mucho menor al del río Seque en el Punto 1 (Milluni). El ascenso de los valores de estos metales podría relacionarse también con la presencia de fábricas de calamina y otras manufacturas metálicas en la zona.

#### CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA MEDIA: LA PLANTA DE PUCHUKOLLO

En la parte media de la cuenca, a muy poco de atravesar el límite que separa la ciudad de El Alto con Viacha, el Río Seco recibe las descargas tratadas de la PTAR de Puchukollo, la cual realiza un tratamiento deficitario casi desde su construcción en 1996. El diseño original de la planta de Puchukollo, inaugurada en 1998, fue previsto para una población de 400 mil habitantes, cuando en el CNPV de 1992 (realizado seis años antes de su inauguración) establecía una población de 414 mil habitantes. Cuando se concluyó la planta, la población de El Alto rondaba los 540 mil habitantes. Para el CNPV de 2001, el municipio de El Alto tenía una población de 649 mil habitantes, sin considerar a la población residente en la ciudad que se hizo censar en sus municipios rurales.

La planta tiene un diseño obsoleto, el mismo que además no está preparado para recibir aguas industriales procedentes de manufacturas domésticas que las expulsan sin control al alcantarillado. La presencia de la planta afecta a las comunidades circundantes desde hace muchos años.

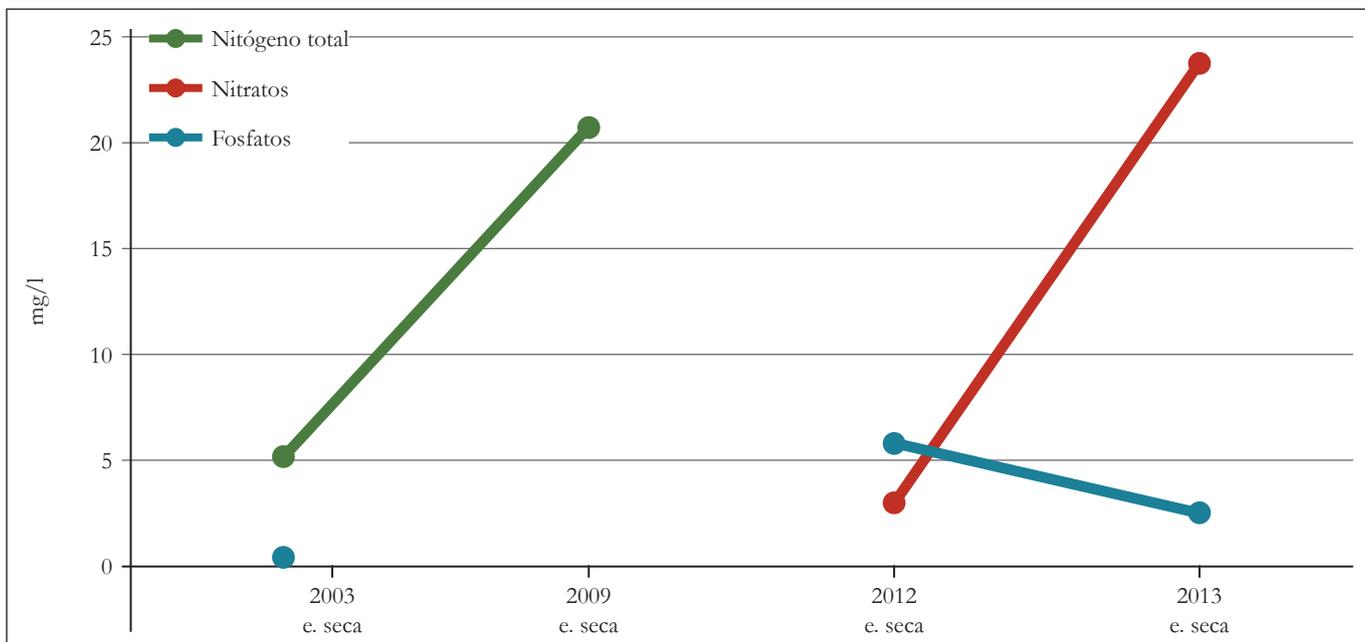
Como muestra el gráfico 6, en el punto ubicado a la entrada de la planta, hubo un incremento en la concentración de nitrógeno total, entre 2003 y 2009. Así también en la zona se muestran niveles de pH en un rango básico de 7,6 a 7,4 en ese periodo (gráfico 7). Es muy posible que la elevada concentración de ambos parámetros desde 2003 se deba a la perforación del emisario (tubo de ingreso a la planta) realizada en esos años, así como a la falta de reparación de sus filtraciones, por lo que sus aguas discurren hacia el Río Seco en dirección sureste desde la parte norte de la planta. De acuerdo con los pobladores, el área alrededor de estas

perforaciones “es más verde”, lo que permite alimentar al ganado y regar los sembradíos.

Debido a que Puchukollo colinda con El Alto, en este periodo se registra un importante crecimiento poblacional: de aproximadamente 567 habitantes en 2001 hasta cerca de 3.616, según el CNPV 2012.

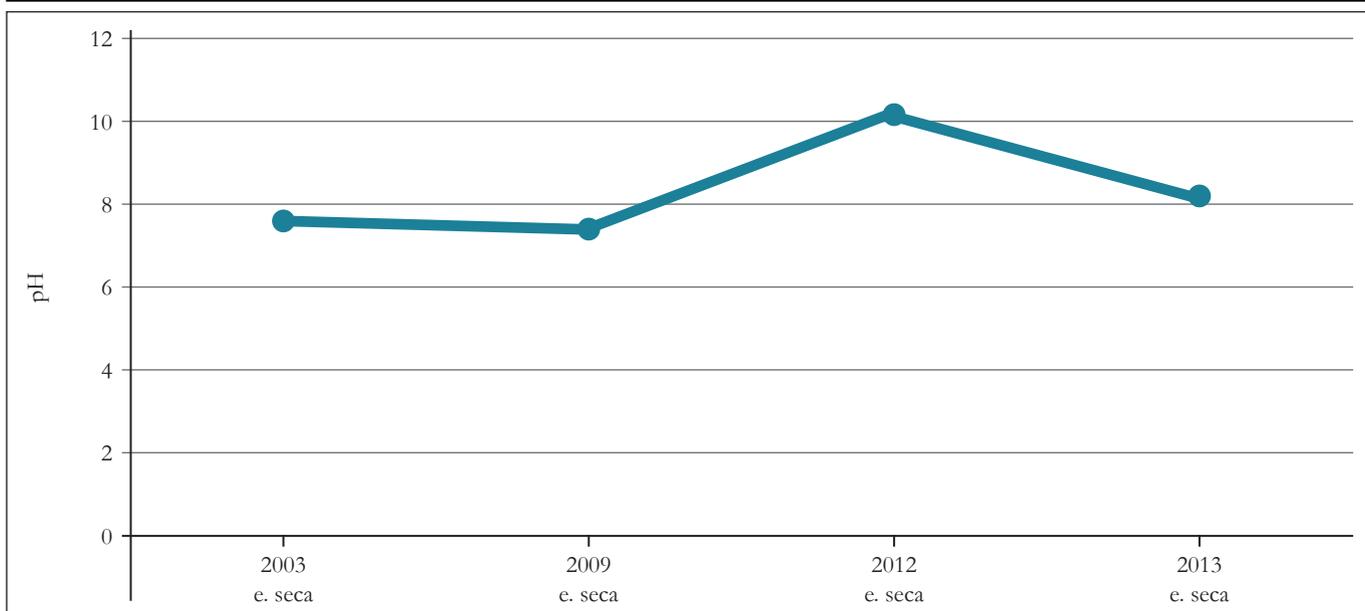
Una vez que el agua tratada sale de la planta es conducida por un sistema de canales nuevamente hasta el Río Seco. Como muestra el gráfico 7, en 2012 y 2013 se registran valores de DQO altos en relación a 2004. El incremento en los parámetros de Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica

**GRÁFICO 6**  
FOSFATOS, NITRATOS Y NITRÓGENO TOTAL EN EL PUNTO 6 (RÍO SECO ANTES DE PUCHUKOLLO)



Fuente: elaboración propia con base en TYPASA-PROINTEC, 2005; Paz y Díaz, 2012; Archundia *et al.*, 2017b; MMayA *et al.*, 2014.

**GRÁFICO 7**  
PH EN EL PUNTO 6 (RÍO SECO ANTES DE PUCHUKOLLO)



Fuente: elaboración propia con base en TYPASA-PROINTEC, 2005; Paz y Díaz, 2012; Archundia *et al.*, 2017b; MMayA *et al.*, 2014.

de Oxígeno (en adelante DQO y DBO)<sup>4</sup>, a partir de 2004, muestra que han crecido las descargas de material oxidable en este sector del río. Sin embargo, es necesario establecer si provienen de la planta, del emisario perforado (2004) o del propio Río Seco.

En 2013 se amplía la brecha entre DQO y DBO, lo que quiere decir que hay mayor concentración de material inorgánico oxidable. Por su parte, tanto el DQO como el DBO se mantienen relativamente constantes entre 2003 y 2004 (gráficos 8 y 9). Así también, en ese mismo lapso se observa una disminución de la concentración tanto de fosfatos como de nitratos, como muestra el gráfico 9. Esto puede deberse a las mejoras realizadas en ese tiempo por la planta de Puchukollo (EPSAS, 2013). A partir de 2009 se observa un incremento abrupto de la concentración de nitrógeno y fosfatos (2009 y 2013, respectivamente).

4 La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos, disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O<sub>2</sub>/l). Por su parte, la demanda biológica de oxígeno o demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de dióxido consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida. Es la materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O<sub>2</sub>/l).

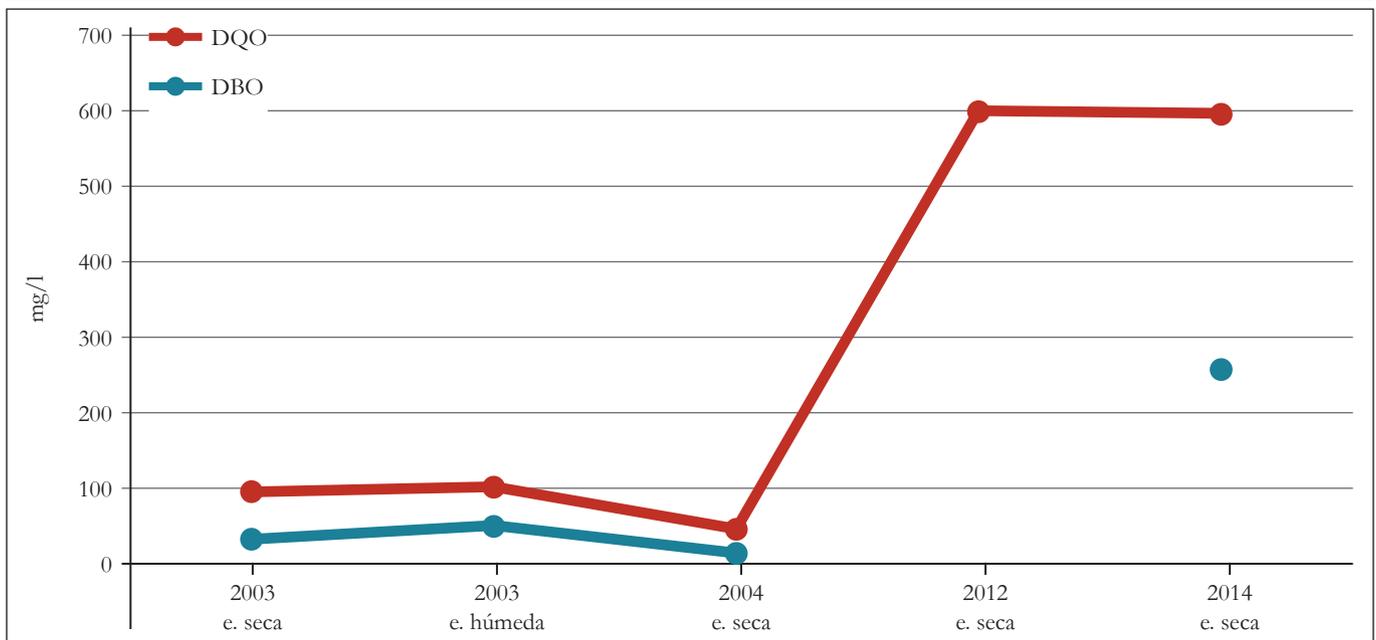
La concentración de fosfatos puede deberse al uso de fertilizantes y abonos orgánicos, así como al uso de detergentes o aditivos de limpieza.

Con base en este análisis preliminar es posible adelantar que la planta no hace demasiada diferencia en lo que respecta a la contaminación del Río Seco. Adicionalmente, es importante destacar que el hecho de que valores de pH (gráfico 10) y metales se mantengan similares antes y después de la planta muestran las limitaciones de esta para tratar este tipo de compuestos.

Esto se confirma por los escenarios planteados en 2013 por la propia empresa operadora, los cuales proyectaban que con una capacidad efectiva de procesamiento de 542 l/s, para 2020 la capacidad de la planta permitiría procesar apenas el 50% del caudal recibido, el cual proviene solo de una parte de la ciudad. Es decir, solo de seis de los nueve distritos urbanos. La planta tampoco ha sido diseñada para tratar adecuadamente todos los tipos de desechos líquidos generados en El Alto, en especial los residuos industriales.

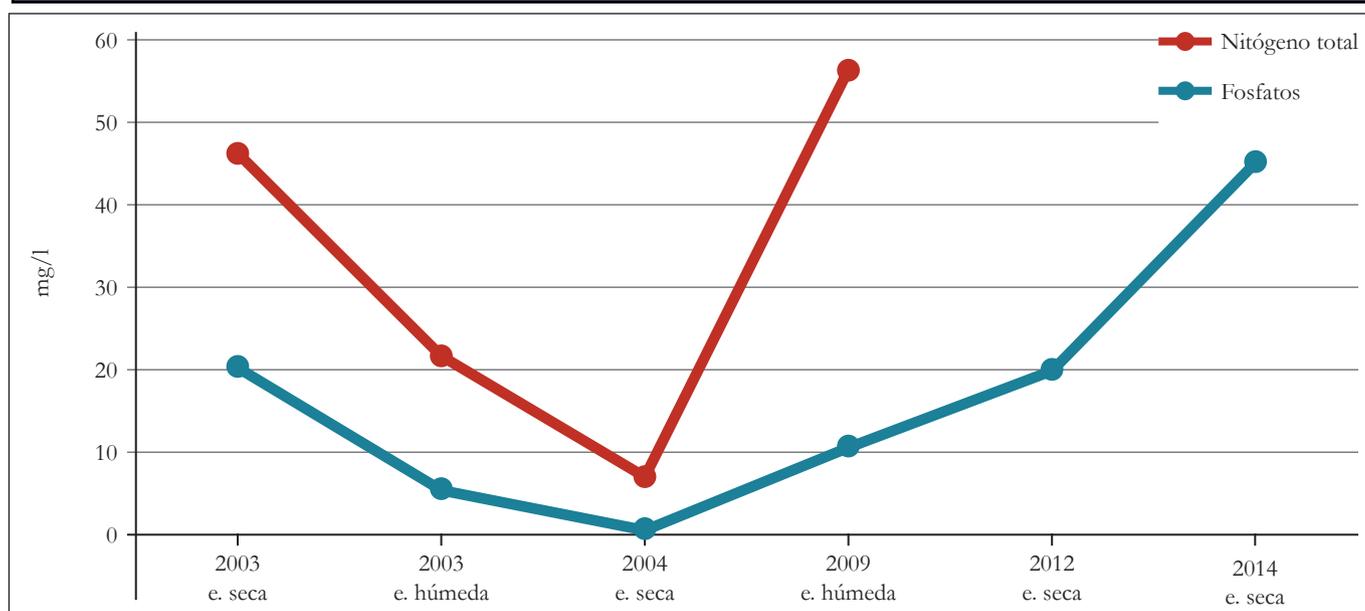
La situación de los puntos del Río Seco expresa con claridad las desigualdades generadas a partir del crecimiento de la demanda urbana, que afecta la disponibilidad de tierra y agua para las comunidades. Adicionalmente, estas comunidades enfrentan presiones de tipo económico y social típicos de la expansión de la mancha urbana sobre sus espacios y medios de vida.

**GRÁFICO 8**  
**DBO Y DQO EN EL PUNTO 7 (RÍO SECO DESPUÉS DE PUCHUKOLLO)**



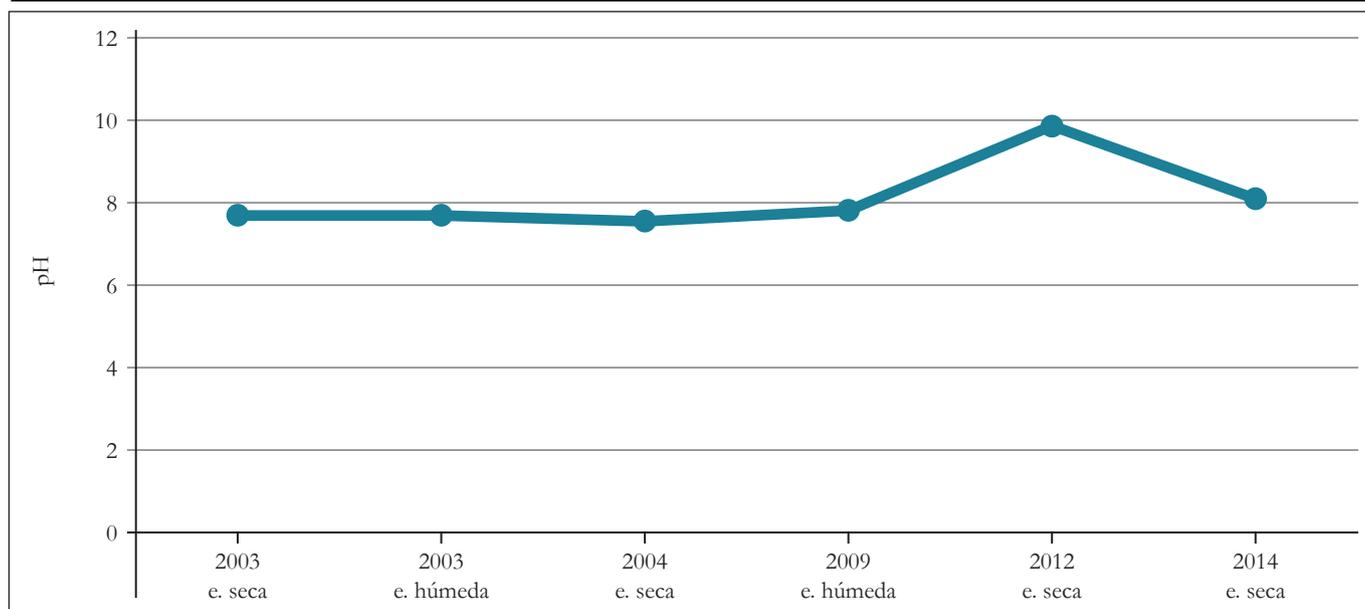
Fuente: elaboración propia con base en TYPASA-PROINTEC, 2005; Paz y Díaz, 2012; Archundia *et al.*, 2017b; MMAyA *et al.*, y otros, 2014.

**GRÁFICO 9**  
**FOSFATOS Y NITRÓGENO TOTAL EN EL PUNTO 7 (RÍO SECO DESPUÉS DE PUCHUKOLLO)**



Fuente: elaboración propia con base en TYPASA-PROINTEC, 2005; Paz y Díaz, 2012; Archundia *et al.*, 2017b; MMAyA *et al.*, 2014.

**GRÁFICO 10**  
**PH EN EL PUNTO 7 (RÍO SECO DESPUÉS DE PUCHUKOLLO)**



Fuente: elaboración propia con base en TYPASA-PROINTEC, 2005; Paz y Díaz, 2012; Archundia *et al.*, 2017b; MMAyA *et al.*, 2014.

### CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA MEDIA: EL RÍO PALLINA EN VIACHA Y LAJA

Luego de la PTAR de Puchukollo, la contaminación es transportada por el Río Seco hasta las proximidades de Viacha donde cambia de nombre a Quelcata antes de unirse con el río Pallina. Este último, al atravesar la ciudad de Viacha, recibe la contaminación de las actividades

ligadas con las industrias de la construcción (cemento, ladrilleras y fundiciones) y de bebidas (cerveza y refrescos), además de la concentración de cuarteles militares que explotan los recursos de la zona y de los municipios próximos.

El importante crecimiento de la ciudad de Viacha es un indicador del rol que esta ciudad adquiere en

la dinámica poblacional y económica de la cuenca, al demandar y proveer materiales para el crecimiento urbano de La Paz y El Alto, y de intervenir de manera importante —por su vocación industrial— en los procesos migratorios. Un ejemplo de esta importancia es el agotamiento de materia prima en los alrededores de Viacha, que ha obligado a ejercer mayor presión sobre los recursos de los municipios de Comanche, Collana, Calamarca y Colquencha. La demanda de materia prima de la industria de Viacha tiende a extender sus redes de suministros hacia el municipio de Laja.

Aunque los ríos Pallina y Katari adquieren esos nombres en los municipios de Viacha y Laja, respectivamente, sus afluentes nacen en los municipios de Calamarca, Colquencha, Collana y Comanche. En los municipios de las nacientes de los ríos Katari y Pallina, la producción de materias primas para la construcción, tales como la llamada “piedra Comanche” desde hace siglos, y más recientemente, la caliza en Colquencha,

Collana y Calamarca, han tenido un rol importante en su dinámica demográfica. Además de su rol en el campo de las materias primas, no debe dejarse de lado la vocación agrícola de estos municipios, la misma que en los últimos años se ha visto modificada por la importancia creciente de la economía de la quinua. La dinámica poblacional de estos municipios no puede entenderse si se deja de lado su dependencia respecto a la demanda de estas materias primas y de mano de obra por la industria de Viacha.

El río Pallina, luego de recibir las aguas del Quelcata a las afueras de Viacha, continúa su curso hasta ingresar en el municipio de Laja donde se contamina con residuos urbanos. Es en este mismo municipio donde el río Pallina se encuentra con el río Katari descargando en este todos los residuos acumulados tras atravesar los municipios de El Alto, Viacha y Laja.

Los datos de distintos estudios en el río Pallina aguas debajo de Viacha muestran un gran incremento



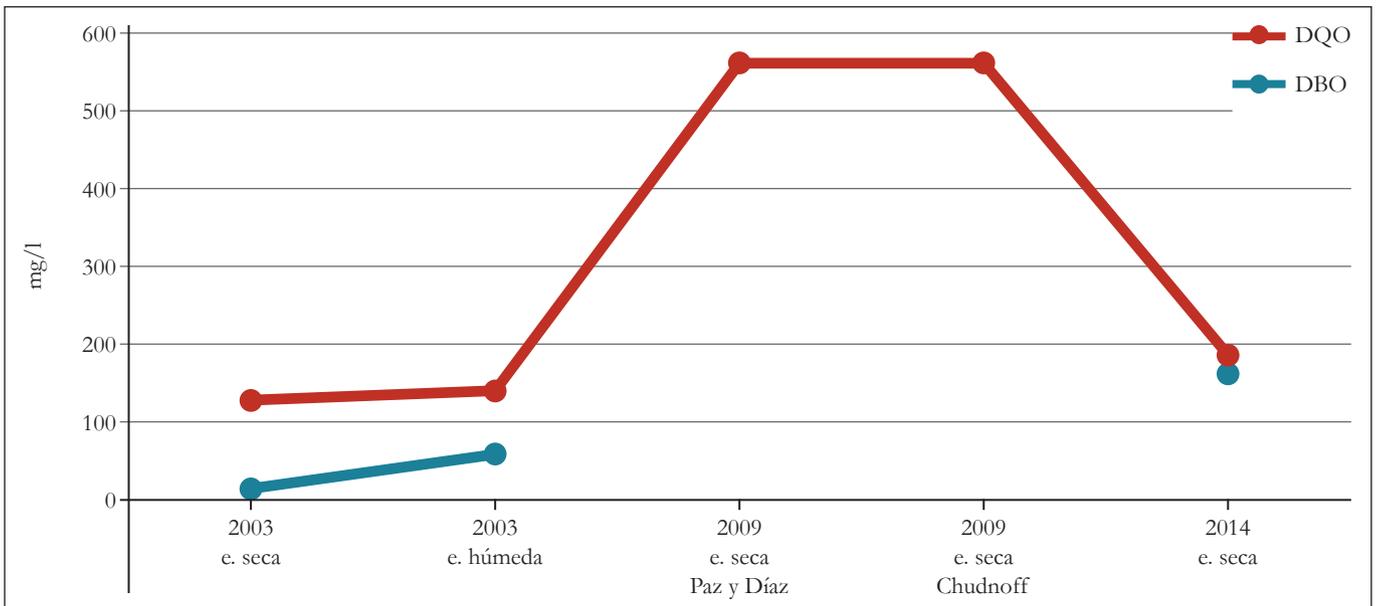
Canal Milluni.

de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en la época seca del año 2009, cuando se alcanzan 562 mgO<sub>2</sub>/cm. Esto significa que el año 2009 se presentó un incremento en la concentración de materia oxidable tanto orgánica como inorgánica (gráfico 11).

El incremento de nitratos y fosfatos a partir de la época seca de 2009 podría deberse a una mayor

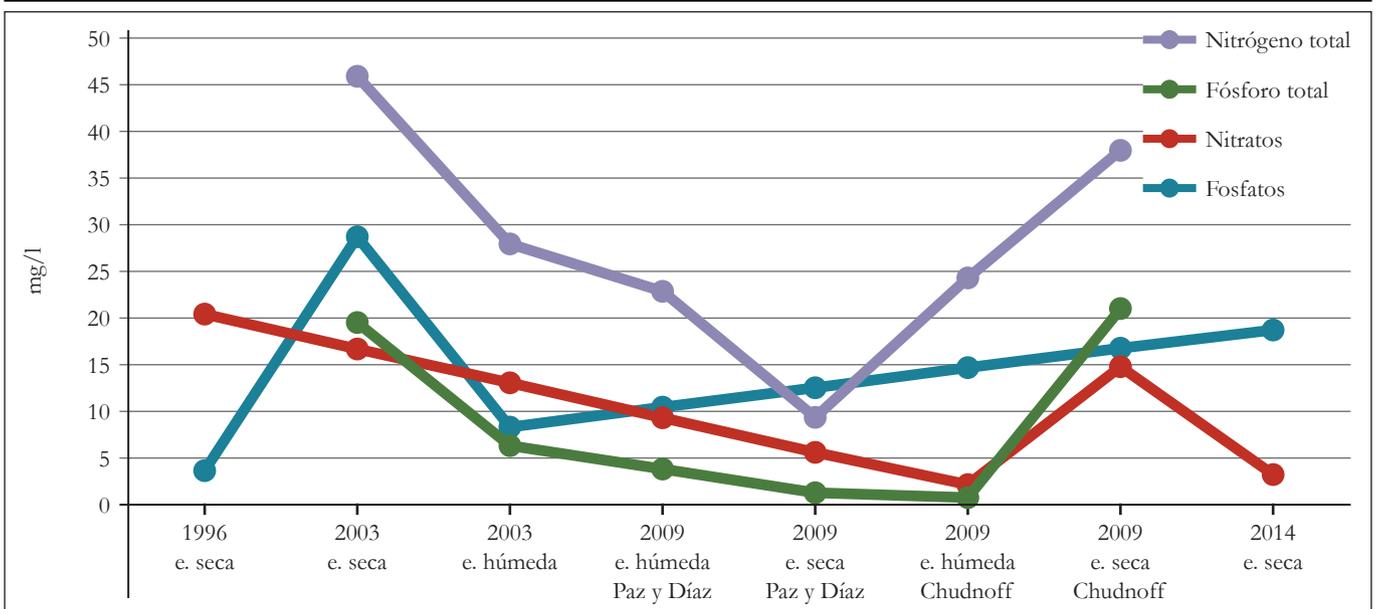
contaminación originada por detergentes y pesticidas (sulfuros), fertilizantes y abonos (fosfatos y fósforo) y desechos orgánicos en general (nitratos y nitrógeno total provenientes del alcantarillado), lo cual implica una mayor carga orgánica que llega al curso del río Pallina y que no necesariamente ha podido frenarse con la implementación del nuevo relleno sanitario (gráfico 12).

**GRÁFICO 11**  
DBO Y DQO EN EL PUNTO 8 (PALLINA AGUAS ABAJO DE VIACHA)



Fuente: elaboración propia con base en TYPSA-PROINTEC, 2005; Chudnoff, 2009; Paz y Díaz, 2012; MMAyA *et al.*, 2014.

**GRÁFICO 12**  
ESPECIES INORGÁNICAS EN EL PUNTO 8 (PALLINA AGUAS ABAJO DE VIACHA)



Fuente: elaboración propia con base en TYPSA-PROINTEC, 2005; Chudnoff, 2009; Paz y Díaz, 2012; MMAyA *et al.*, 2014.

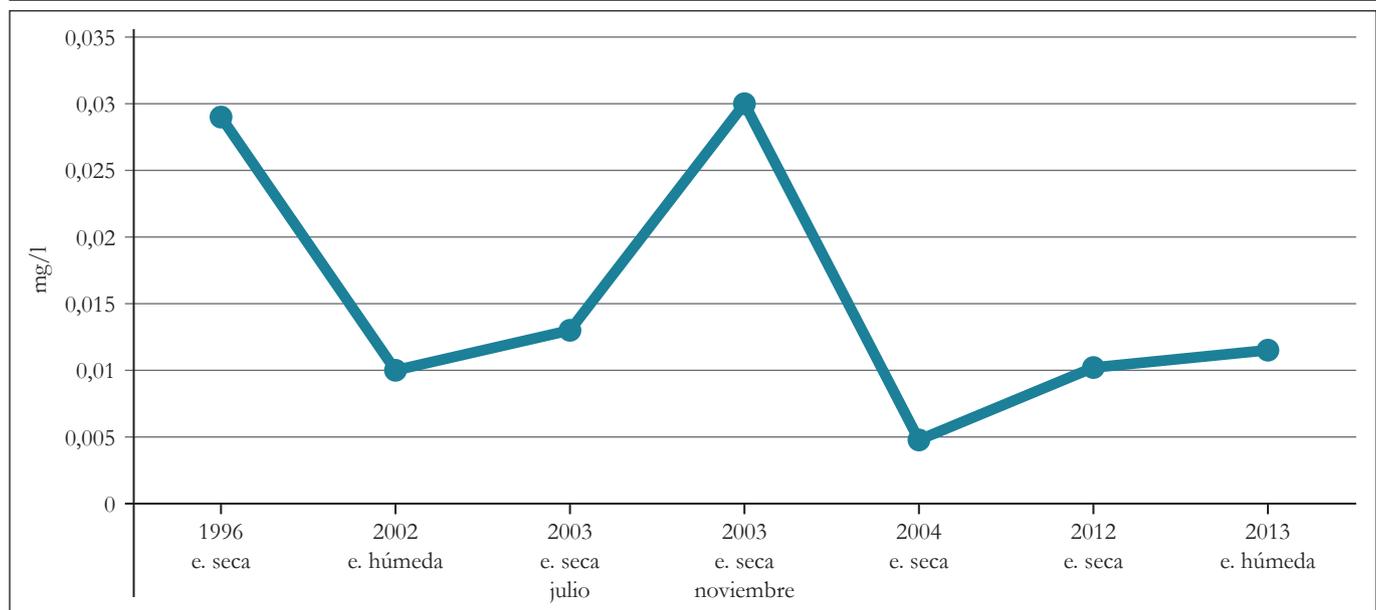
**CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA BAJA:  
EL RÍO KATARI EN LAJA, PUCARANI Y PUERTO  
PÉREZ**

Por debajo de donde convergen el Katari y el Pallina, entre 1996-2013, el pH se mantuvo en estado básico. Solamente en 2013 presentó un pH menor a 7. En el caso de los metales, se presentan las concentraciones

más altas de arsénico, hierro y cromo. Esto puede deberse a residuos de minería o de industrias aguas arriba y que logran llegar hasta este punto (gráficos 13 y 14).

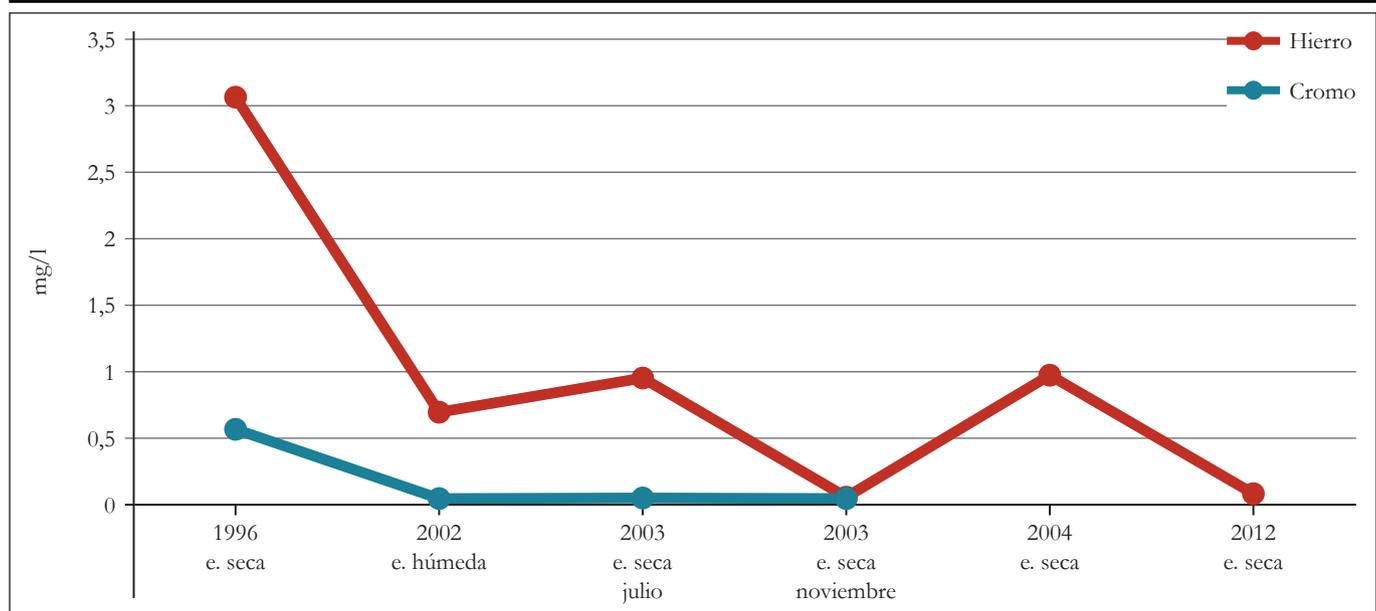
En la parte baja de la cuenca, al ingresar en el municipio de Pucarani, el río Katari recibe una importante cantidad de residuos orgánicos en especial los provenientes de la actividad ganadera para

**GRÁFICO 13  
ARSÉNICO EN EL PUNTO 10 (KATARI DESPUÉS DE SU UNIÓN CON EL PALLINA)**



Fuente: elaboración propia con base en ALT *et al.*, 1999; TYPASA-PROINTEC, 2005; Chudnoff, 2009; MMAyA *et al.*, 2014; Archundia *et al.*, 2017b.

**GRÁFICO 14  
CROMO Y HIERRO EN EL PUNTO 10 (KATARI DESPUÉS DE SU UNIÓN CON EL PALLINA)**



Fuente: elaboración propia con base en ALT *et al.*, 1999; TYPASA-PROINTEC, 2005; Chudnoff, 2009; MMAyA *et al.*, 2014; Archundia *et al.*, 2017b.



Río Katari (a la altura de la comunidad Catavi).

desembocar en el río Katari. Pucarani dispone del mayor número de cabezas de ganado (117 mil), de las cuales 33 mil corresponden a bovinos con una gran cantidad de estiércol. De acuerdo con Osina (2011), considerando el volumen promedio diario de deposiciones por bovino adulto (30 kg/día) y las aproximadamente 5.000 cabezas en toda la región lacustre vecina a Cohana, el aporte de contaminación sería de 150 toneladas por día. En el caso de Pucarani, con base en los datos del Censo Agropecuario 2013, serían unos 14 mil ejemplares adultos, es decir, 450 toneladas de estiércol por día, parte de las cuales contribuiría a la contaminación de los cursos de agua que se dirigen hacia la bahía. Los residuos arrastrados por el río Katari en las poblaciones próximas a la bahía de Cohana como Chojasivi, Lukurmata y Cohana puede ser de distinto tipo, incluidos hospitalarios y químicos, que enferman al ganado, reducen la fertilidad del suelo, contaminan los pozos y afectan la salud de la población.

Existe un punto extremo de DBO en 2013, en que casi iguala al DQO. Esto indicaría que se han incrementado las especies orgánicas oxidables y las especies inorgánicas oxidables han disminuido. El incremento

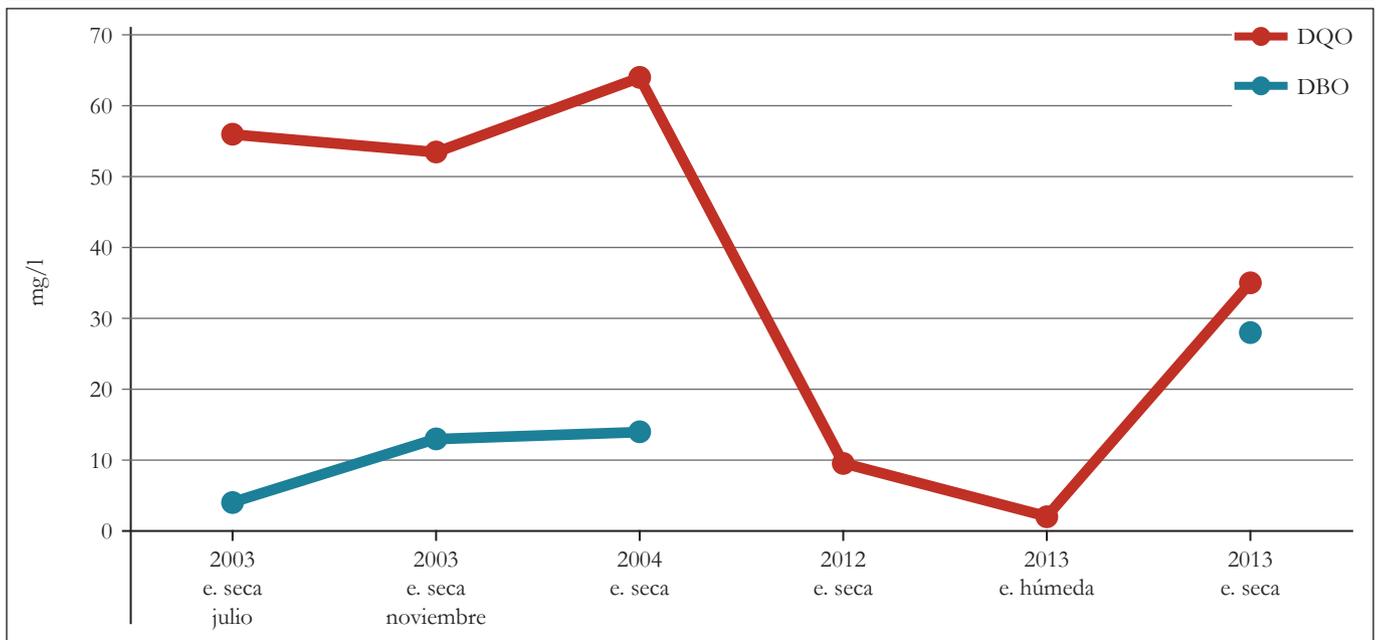
tan abrupto de materia orgánica está directamente relacionado con los altos niveles de eutrofización del lago Titicaca<sup>5</sup> (gráfico 15).

Como muestra el gráfico 16, el aumento de la concentración de fosfatos a lo largo de los años indicaría un mayor uso de fertilizantes y abonos, o la existencia de procesos biológicos de microorganismos en el agua, posiblemente debido a los desechos provenientes de la actividad ganadera en Pucarani y del sistema sanitario proveniente desde Viacha y El Alto.

Según los pobladores de Chojasivi, con este desvío, toda la contaminación se dirige ahora hacia Chojasivi, aunque Cohana sigue recibiendo todo el apoyo y los recursos de cooperación debidos a la problemática ambiental. En 2018, una nueva inundación —esta vez producida por el desborde de los ríos Katari y Schuenka— deterioró 2.765 hectáreas de cultivos, afectando a cerca de 1.212 familias de varias comunidades en Puerto Pérez y Pucarani.

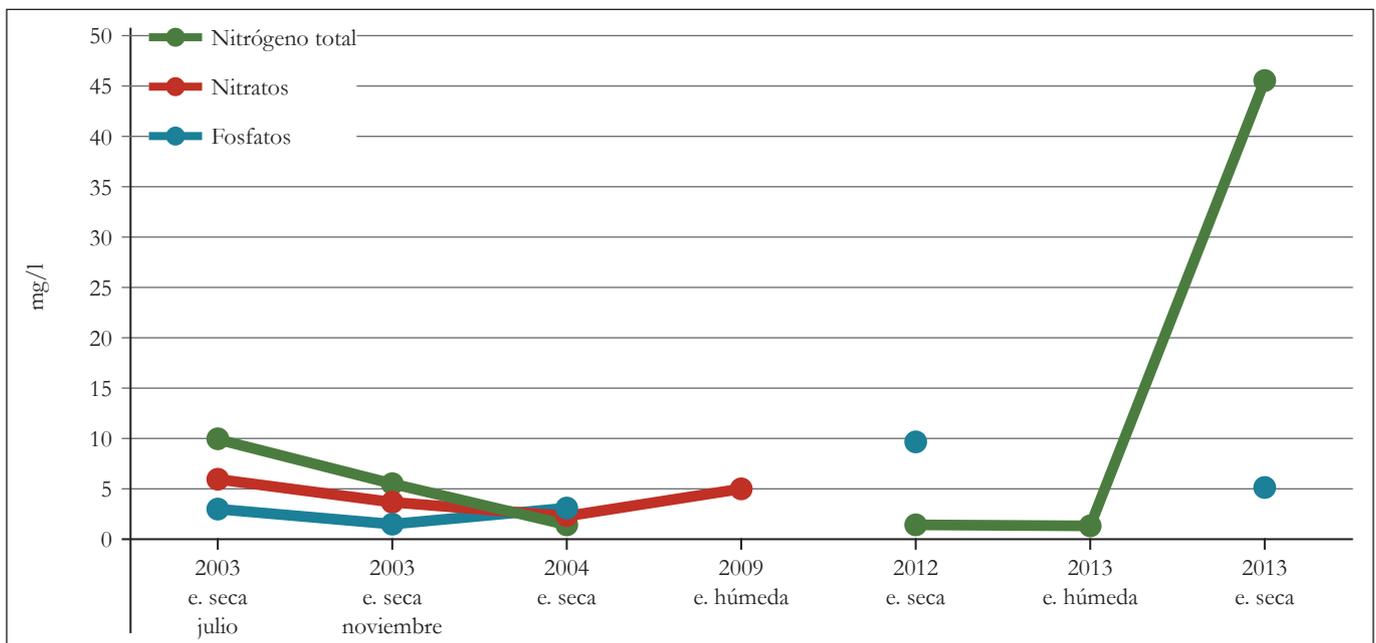
5 Refiere al enriquecimiento excesivo de nutrientes en un ecosistema acuático, producido por el exceso de nitrógeno y fósforo provenientes de la actividad humana. Viene acompañado de la reducción de la concentración de oxígeno en el agua afectando la flora y la fauna acuática.

**GRÁFICO 15**  
**DQO Y DBO EN EL PUNTO 12 (KATARI EN LAS PROXIMIDADES DE PUERTO PÉREZ)**



Fuente: elaboración propia con base en TYPASA-PROINTEC, 2005; MMAyA *et al.*, 2014; Paz y Díaz, 2012; Archundia *et al.*, 2017b.

**GRÁFICO 16**  
**PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN EL PUNTO 12 (KATARI EN LAS PROXIMIDADES DE PUERTO PÉREZ)**



Fuente: elaboración propia con base en TYPASA-PROINTEC, 2005; MMAyA *et al.*, 2014; Paz y Díaz, 2012; Archundia *et al.*, 2017b.

Los niveles de eutrofización del lago Titicaca sobrepasan su capacidad de regeneración. La contaminación da lugar a la pérdida de calidad del medio ambiente en el área urbana y la reducción

de la productividad del área rural, deteriorando la calidad de vida y la salud de los pequeños productores y de los miembros más vulnerables de sus familias.

## CONCLUSIONES

Los procesos de urbanización en la cuenca Katari, si bien responden a transformaciones de carácter económico y estructurales operados a lo largo del tiempo, requieren ser analizados en relación con su dimensión ambiental y metabólica, es decir de su capacidad de extraer, consumir, procesar, desechar recursos y por tanto de degradar o preservar los espacios naturales con los cuales se relaciona.

Esta situación dificulta y pone en riesgo la puesta en valor y el potencial económico —vía turismo comunitario— para los habitantes del área circunlacustre. La contaminación del lago navegable más alto y emblemático en América del Sur, se presenta como uno de los problemas ambientales, económicos y de planificación urbana más grandes de este tiempo para el país.

Estos aspectos, acentuados a lo largo del periodo neoliberal, tienen sus manifestaciones sobre un conjunto de puntos clave que definen y condicionan la grave problemática ambiental de la cuenca Katari, la cual va más allá de los límites de las ciudades.

En el caso de la cuenca Katari, todos los hitos de contaminación referidos por los participantes se dan en un marco espacial y temporal en el que el peso demográfico y las actividades económicas de la población urbana de El Alto, y en menor medida de Viacha, se presentan como aspectos insoslayables en el análisis.

Por otra parte, el estudio de los rasgos y fenómenos demográficos asociados al proceso de urbanización en la cuenca Katari, tales como la migración, la multilocalidad y la multiactividad pocas veces ha prestado atención a su relación con los procesos de degradación de los recursos productivos y medios de vida que esta produce.

Esto plantea algunos desafíos en términos de gobernanza. Por años, la gestión pública ha tendido a concentrar la mirada en los ámbitos locales, ya sean urbanos o rurales, dejando de lado la perspectiva regional. Las soluciones a los graves problemas referidos hasta ahora requieren trascender el pensamiento y las acciones basadas únicamente en los límites administrativos o de la extensión de la mancha urbana.

## BIBLIOGRAFÍA

ALT – Autoridad Bi-Nacional del Lago Titicaca, OEA – Organización de Estados Americanos, UMSA – Universidad Mayor de San Andrés (1999). *Bases para el Plan de Gestión Ambiental del Sistema Hídrico Titicaca Desaguadero Poopó y Coipasa*. La Paz-Lima: ALT.

*América Economía* (13 de febrero de 2011). “Bolivia: precio de cinco minerales rompe récord desde 1941”. Disponible en: <https://www.americaeconomia.com/>

negocios-industrias/bolivia-precio-de-cinco-minerales-rompe-record-desde-1941

Arbona, J. M. (2002). *Ver y hacer política en la ciudad de El Alto*. Disponible en: <http://idh.pnud.bo/Informes/CuadeTrabajo/POLITICA%20EL%20ALTO.pdf>

Arbona, J. M. (2011). “Dinámicas históricas y espaciales en la construcción de un barrio alteño”, en *Colombia Internacional* 73, enero a junio, pp. 91-120.

Archundia, D.; Duwig, C.; Spadini, L.; Morel, M.C.; Prado, B.L. *et al.* (2019). “Assessment of sulfamethoxazole mobility in natural soils and of the risk of contamination of water resources at the catchment scale”, en *Environment International*, Elsevier. Disponible en: [10.1016/j.envint.2019.104905](https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.104905). hal-02414160

Archundia, D.; Boithias, L.; Duwig, C.; Morel, M.C.; Flores Aviles, G.; Martins, J.M.F.; (2018). “Environmental fate and ecotoxicological risk of the antibiotic sulfamethoxazole across the Katari catchment (Bolivian Altiplano): Application of the GREAT-ER model”, en *Science of the Total Environment*, vol. 622-623, mayo, pp. 1046-1055.

Archundia, D.; Duwig, C.; Lehembre, F.; Chiron, S.; Morel, M.C.; Prado, B.; Bourdat-Deschamps, M.; Vince, E.; Aviles, G.F.; Martins, J.M.F.; (2017a). “Antibiotic pollution in the Katari subcatchment of the Titicaca Lake: Major transformation products and occurrence of resistance genes”, en *Science of the Total Environment*, núm. 576, enero, pp. 671-682.

Archundia, D.; Duwig, C.; Spadini, L.; Uzu, G.; Guédron, S.; Morel, M.C.; Cortez, R.; Ramos Ramos, O.; Chincheros, J.; Martins, J.M.F. (2017b). “How uncontrolled urban expansion increases the contamination of the Titicaca lake basin (El Alto, La Paz, Bolivia)”, en *Water, Air, Soil Pollution*, núm. 228, diciembre, pp. 1-17.

Archundia, D.; Duwig, C.; Lehembre, F.; Spadini, L.; Morel, M.C., Chincheros Paniagua, J.; Martins, J.M.F. (2014). *Etude de la contamination aux antibiotiques dans le Bassin du Katari et Évaluation des Impacts dans le Contexte de l'Altiplano Bolivien*. 12es Journées D'étude Des Sols, 30 Juin - 4 Juillet 2014, Le Bourget Du Lac.

Bolivia (1992). Ley N° 1333, Ley del Medio Ambiente, Anexo A. Reglamento Valores máximos admisibles de parámetros en cuerpos receptores, del 27 de abril de 1992. La Paz: Gaceta Oficial de Bolivia.

Calderón, F. y Szmukler, A. (1999). *La Política en las Calles*. La Paz: CERES, PLURAL, UASB.

Chudnoff, S.M. (2009). *A water quality assessment of the Katari river and its principle tributaries*. Disponible en: [https://digitalrepository.unm.edu/wr\\_sp/127](https://digitalrepository.unm.edu/wr_sp/127)

EPSAS – Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento (2013). “Plan de Desarrollo Quinquenal. EP-SAS S.A. 2013-2017”. La Paz: ANESAPA.

Fortúnbel, F. (2005). “Indicadores fisicoquímicos y biológicos del proceso de eutrofización del lago Titicaca (Bolivia)”, en *Ecología Aplicada* (Lima), 4(1,2). Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v4n1-2/a18v4n1-2.pdf>.

Indaburu, Rafael (2004). *Evaluación de la Ciudad de El Alto*. El Alto: USAID. Disponible en: <http://bolivia.usaid.gov/StudiesAndReports/InformeFinalElAlto.pdf>

INE – Instituto Nacional de Estadística (2019). “Sistema de Información Geográfica Estadística para el Desarrollo (SIGED)”. Disponible en: <http://geo.ine.gob.bo/cartografia1/>. [19/03/2020].

INE – Instituto Nacional de Estadística (2015). *Censo Agropecuario 2013*. La Paz: INE.

INE – Instituto Nacional de Estadística (2014a). “Bolivia: Indicadores Municipios Censo Nacional de Población y Vivienda 2012”. Disponible en: [http://censos-bolivia.ine.gob.bo/webine/sites/default/files/documentos\\_descargas/Indicadores\\_Municipios\\_CPV-2012\\_0.xls](http://censos-bolivia.ine.gob.bo/webine/sites/default/files/documentos_descargas/Indicadores_Municipios_CPV-2012_0.xls)

INE – Instituto Nacional de Estadística (2014b). *Bolivia: Proyecciones de Población, según Departamento y Municipio, 2012-2020. Revisión 2014*. Disponible en: [http://www.ine.gob.bo/subtemas\\_cuadros/demografia\\_html/PC20103.xls](http://www.ine.gob.bo/subtemas_cuadros/demografia_html/PC20103.xls)

INE, CODEPO, UNFPA (2001). “Base de Datos Municipal Censo 2001”. Disponible en: <http://www.rimisp.org/DATE-Bolivia/Bolivia-BaseMunicipal.xls>. Visitado el 19 de septiembre de 2019.

GAMEA - Gobierno Autónomo Municipal de El Alto 2016. *Plan Territorial de Desarrollo Integral (PTDI 2016-2020)*. El Alto: Secretaría Municipal de Planificación, GAMEA.

MMAyA, MMyM, MRE, GADLP, GAMEA, GAMV, GAML, GAMPP, GAMP, EPSAS, EMALT, FPS (2014). *Informe de Auditoría sobre el desempeño ambiental respecto a la contaminación hídrica en la cuenca Katari y la bahía de Cobana*. La Paz.

Osina, T.M. (2011). “Evaluación de la calidad de las aguas del río Katari, La Paz, Bolivia, mediante un modelo matemático”. Proyecto de grado para la Carrera de Ingeniería Ambiental, IIDEPROQ, UMSA, La Paz.

PAR-EA (2005). *El Alto, 9 aspectos que configuran la ciudad*. El Alto: U.E., GMEA, PAR.

Paz Rada, O. y Díaz Benavente, J. (2012). *Valoración de metales pesados en la cuenca del río Katari y su impacto en la calidad de vida del área de influencia*. La Paz: Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la UMSA.

Quispe, Marco Antonio (2004). “De Ch’usa Marka a Jach’a Marka”. La Paz: Plural ed.; El Alto : Fundación Wayna Tambo.

Rossel, P. y Rojas, B. (2002). *Destino incierto: Esperanzas y realidades laborales de la Juventud Alteña*. La Paz: CEDLA.

Sandoval, G. y Sostres, F. (1989). *La ciudad prometida*. La Paz: ILDIS.

TYPSA-PROINTEC (2005). *Diagnóstico del nivel de contaminación de los recursos hídricos del lago Titicaca*. Disponible en: [http://www.alt-perubolivia.org/web\\_lago/](http://www.alt-perubolivia.org/web_lago/)

Zamora Echenique, G.; Zamora Mercado, V. y Gorrity, P.M. (2015). “Propuesta de Tratamiento de las aguas ácidas de la Mina Milluni mediante drenes anóxicos calizos”, en *Revista Metalúrgica de la Universidad Técnica de Oruro*, núm. 36.

# Publicaciones

CUADERNOS DE COYUNTURA

plataforma energética

27

Publicado en la Plataforma Energética • No. 83 • La Paz, agosto de 2019 • €



**Desarrollo con Energías Alternativas en Bolivia**

CUADERNOS DE COYUNTURA

plataforma energética

26

Publicado en la Plataforma Energética • No. 82 • La Paz, agosto de 2019 • €



**Lithium and the political crisis in Bolivia**

CUADERNOS DE COYUNTURA

plataforma energética

25

Publicado en la Plataforma Energética • No. 81 • La Paz, julio de 2019 • €



**Empresas chinas en Bolivia: Denuncias sobre derechos de los trabajadores y situación ambiental**  
Periodo 2015 - 2019

CUADERNOS DE COYUNTURA

plataforma energética

24

Publicado en la Plataforma Energética • No. 80 • La Paz, mayo de 2019 • €



**Bolivia: ¿Cómo nos afecta el calentamiento global y qué hacemos para enfrentarlo?**  
La situación de los gases refrigerantes y el carbono negro

CUADERNOS DE COYUNTURA

plataforma energética

23

Publicado en la Plataforma Energética • No. 79 • La Paz, febrero de 2019 • €



**Refundación de la Comibol: Apertura al capital extranjero y cambio de régimen laboral**

CUADERNOS DE COYUNTURA

plataforma energética

22

Publicado en la Plataforma Energética • No. 78 • La Paz, enero de 2019 • €



**SAQUEO, DEVASTACIÓN AMBIENTAL Y RECOLONIZACIÓN DE TERRITORIOS INDÍGENAS: LA FRUSTRADA NACIONALIZACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS EN BOLIVIA**

SERIE: INVESTIGACIONES DE LA PLATAFORMA ENERGÉTICA

plataforma energética

Geopolítica e integración eléctrica sudamericana



**El caso argentino: actores, tendencias y conflictos**

Ana Lía del Valle Guerrero

ced

SERIE: INVESTIGACIONES DE LA PLATAFORMA ENERGÉTICA

plataforma energética

China

Derechos laborales y situación del trabajo



Carlos Arze Vargas

ced

SERIE: INVESTIGACIONES DE LA PLATAFORMA ENERGÉTICA

plataforma energética

Megaproyectos hidroeléctricos y urbanización extensiva en la Amazonía

Las reconfiguraciones socio-territoriales de la integración sudamericana



Carlos Revilla Herrero

ced