

INTRODUCCION

El Rio Guadalquivir atraviesa el Valle Central de Tarija, desde la comunidad de Trancas hasta la Angostura, bañando con sus aguas las tierras que están en sus márgenes y abasteciendo de agua a la población.

El uso del agua de los ríos por parte de la población, como agua potable para su consumo, la destinada al sector industrial, a la agroindustria, así como aguas recreacionales para apoyar al turismo y las actividades de expansión, debe ser debidamente evaluada respecto a la calidad de la misma para no afectar a la salud de la población ni a las actividades que giran en torno a ella.

Sin embargo, durante los últimos años, se ha observado la degradación de la calidad hídrica del rio Guadalquivir, la presencia de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos provenientes de las actividades industriales, la falta de sistemas adecuados para el tratamiento de aguas residuales municipales y otras actividades que son desarrolladas por la población, tiene una influencia significativa respecto a la calidad de las aguas, sean estas superficiales o subterráneas.

Ante esta situación, en el año 2016 la contraloría general del Estado Plurinacional de Bolivia, interviene mediante un informe de Auditoría Ambiental en la cuenca del rio Guadalquivir, en el que exige a los cuatro municipios San Lorenzo, Tarija–Cercado, Uriondo y Padcaya, realizar la clasificación de la cuenca en cumplimiento de la normativa ambiental vigente en el país, con la finalidad de restaurar la calidad hídrica de los cuerpos de agua, a través de la mitigación de impactos negativos generados a lo largo del rio Guadalquivir.

1. ANTECEDENTES

La Cuenca del río Guadalquivir, ubicada en el Departamento de Tarija es de relevancia a nivel departamental y nacional. Inicia en la provincia Méndez con el aporte de los ríos Chamata, Trancas y concluye con su aporte al Río Tarija en la Provincia Avilés. La cuenca atraviesa los municipios de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya. Ver Anexo 1. (Mapa de ubicación de la cuenca del río Guadalquivir)

En la jurisdicción de Cercado las quebradas Sosa y Sagredo y el río Santa Ana y el Tolomosa que proviene del embalse de San Jacinto, son los principales aportantes del río Guadalquivir por la margen izquierda, y las quebradas El Monte, San Pedro, Torrecillas y Cabeza de Toro por la ribera derecha. Las quebradas antes señaladas son receptoras de aguas residuales que provienen de la actividad antrópica que se desarrolla en la zona.

En términos generales, en cada una de las subcuencas que están dentro de la Cuenca del Río Guadalquivir, se observa la presencia de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos provenientes de las actividades de la población, industriales, de recreación, para riego y de otras derivadas de las mismas actividades que son desarrolladas por la población.

Los diferentes usos que se le da a los recursos hídricos de la cuenca por parte de la población, como ser: agua potable para el consumo, la destinada al sector industrial y la agroindustria en la zona media de la cuenca, debe ser debidamente evaluada respecto a la calidad de la misma para no afectar a la salud de la población ni las actividades que giran en torno a ella.

Las descargas de aguas residuales domiciliarias e industriales provenientes de las actividades socioeconómicas que se desarrollan en la cuenca, son la principal fuente de contaminación, al no existir la clasificación de las aguas superficiales, es difícil regular a las instituciones para que dichas descargas sean realizadas bajo la clasificación establecida.

Estudios relevantes en la cuenca del río Guadalquivir

Se han realizado diferentes estudios para conocer la calidad ambiental del entorno y la calidad de sus aguas que bañan en Valle Central de Tarija.

- ✓ El año 1999, El Programa Estratégico de Acción PEA, contrata a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho para que realice un estudio que se denominó “Saneamiento Ambiental del Río Guadalquivir”, mismo que contemplo el Monitoreo de sus aguas y afluentes para establecer la calidad de sus aguas y culminó con la presentación de los resultados a fines de 1999 en un taller Denominado “Nuestro Guadalquivir, Hoy, Mañana y Siempre”. Documento que sirve de base para los estudios posteriores que se realizaron.
- ✓ El año 2007 la presentación de una propuesta de clasificación del río Guadalquivir por parte de la Gobernación de Tarija, enmarcado en un programa realizado por la Dirección de Calidad y Servicios Ambientales de la Secretaría Departamental de Medio Ambiente y Agua, referido al monitoreo de agua de los ríos Pilcomayo, Guadalquivir, Bermejo y río Grande de Tarija, donde se consideró la clasificación de estos cuerpos de agua en base a monitoreos realizados en 2004, 2005 y 2006. Este documento contiene los resultados del monitoreo de los principales ríos, afluentes y quebradas del departamento de Tarija, incluyendo al río Guadalquivir. Luego del análisis respectivo, el documento concluye que el río Guadalquivir y sus afluentes, ríos Tolomosa y Camacho, la quebrada Torrecillas y el lago San Jacinto entran a la clase D. Adicionalmente, en el proyecto realizaron la clasificación de la cuenca del Guadalquivir a partir de su aptitud de uso agrícola, determinando que en la mayor parte del curso, las aguas del río Guadalquivir y sus afluentes eran aptas para riego, excepto en el sector de la quebrada Torrecillas a la altura del puente de San Luis, donde las aguas del río debían ser utilizadas con precaución.
- ✓ En el año 2008, se tomó como referencia el estudio "Diagnóstico de la calidad del agua en la cuenca alta del río Bermejo" que formó parte del Programa Estratégico de acción para la cuenca del río Bermejo, y fue elaborado el año 2008. Este documento contaba con resultados de las mediciones de parámetros

fisicoquímicos (oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, demanda biológica de oxígeno, nitratos, fosfatos, turbiedad y sólidos disueltos totales), de 5 puntos de muestreo ubicados en el río Guadalquivir. Para la interpretación de los resultados se empleó el Índice de Calidad del Agua ICA – NSF, este índice permite reducir la información de los parámetros analizados de forma sencilla, generalmente es expresada en una escala de valores de 0 a 100, asignando a cierto rango de valores un color que representa la calidad del agua. También se realizó una evaluación del grado de contaminación orgánica de los ríos de la cuenca de río Guadalquivir a partir de 4 parámetros (oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y nitratos), que permiten determinar el índice de contaminación orgánica ICO.

- ✓ También se tiene referencia que el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego en noviembre de 2013, a través de la Dirección General de Cuenas y Recursos Hídricos llevó a cabo en la ciudad de Tarija el «Taller para la construcción de la metodología de clasificación de cuerpos de agua», con la participación de la OTN – PB, la Unidad Técnica de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (UTEPTAR), la Gobernación de Tarija, el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija, y la Cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado de Tarija (COSAALT), entre las entidades de mayor importancia.
- ✓ Para el año 2015 la contraloría general del Estado realiza un trabajo de muestreo y análisis de las aguas del Río Guadalquivir, estableciendo la calidad de los cuerpos de agua en términos fisicoquímicos y bacteriológicos al igual que en el 2008, empleando el Índice de Calidad del Agua (ICA), el Índice de Contaminación Orgánica y la Calidad Biológica del agua mediante macro invertebrados.
- ✓ El 5 de octubre del 2016 la Contraloría General del Estado (CGE) emite el informe de auditoría sobre los resultados de la gestión ambiental en la cuenca del Río Guadalquivir, con la finalidad de evaluar los resultados de la gestión ambiental realizada por las entidades encargadas de la mitigación de los impactos ambientales negativos generados en la cuenca del Río Guadalquivir

en dos momentos definidos, en el año 2008 y 2015 en la variación que se produjo durante este periodo de tiempo. Para ello, se evaluó el estado ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca a partir de la situación de los componentes que lo conforman, evaluados en términos de parámetros físicos, químicos y biológicos (bacteriológicos y bioindicadores a través de macroinvertebrados bentónicos), respecto a las condiciones económicas y sociales en las que se encontraba el medio ambiente considerado, en los dos momentos de la evaluación. Para realizar la evaluación de la calidad de agua en el año 2008, la Contraloría General del Estado procede a recabar la información de estudios realizados en ese año, la “Bioindicación de la calidad de los cuerpos de agua del valle central de Tarija (Bolivia) mediante macroinvertebrados” publicado en la revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental; y el estudio "Diagnóstico de la calidad del agua en la cuenca alta del Río Bermejo" que formó parte del Programa Estratégico de acción para la cuenca del Río Bermejo, este documento contaba con resultados de las mediciones de parámetros fisicoquímicos (oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, demanda biológica de oxígeno, nitratos, fosfatos, turbiedad y sólidos disueltos totales), de 5 puntos de muestreo ubicados en el Río Guadalquivir, esto permitió realizar una evaluación del grado de contaminación orgánica a través del Índice de Contaminación Orgánica ICO, a partir de 4 parámetros (oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y nitratos).

En ese sentido, el año 2017, los Gobiernos Autónomos Municipales, tomaron acciones sobre el impacto ambiental de la Cuenca del Río Guadalquivir en sus jurisdicciones, en la mencionada Auditoria Ambiental, recibieron la recomendación “Preparar, en el menor plazo posible, una propuesta de clasificación de los cuerpos de agua que conforman la cuenca del río Guadalquivir, dentro su jurisdicción, conforme lo señala el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) y presentarla al Gobierno Autónomo Departamental de Tarija”. Al mismo tiempo la Gobernación de Tarija tiene la recomendación: “Proponer al

Ministerio de Medio Ambiente y Agua en el menor plazo posible la clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del Rio Guadalquivir, a partir de las propuestas presentadas por los Gobiernos Municipales de San Lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya”. Cabe resaltar que además así lo encomienda la Ley 1333 en su RMCH en sus artículos 9, 10 y 11, en sus incisos e), d) y c) respectivamente. Por lo tanto, se han tomado las medidas necesarias para elaborar una propuesta sobre la clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir que atraviesa los cuatro municipios, siguiendo los pasos establecidos en la Guía Metodológica para la Clasificación de Cuerpos de Agua.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Clasificar las aguas superficiales del Río Guadalquivir y su principal afluente que atraviesa el Municipio de Cercado, según su aptitud de uso, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley del Medio Ambiente.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilar información generada por estudios realizados de las aguas superficiales del Río Guadalquivir, y su principal afluente que atraviesan el Municipio Cercado.
- Establecer un marco ambiental referencial, para definir una línea base, a través de la cual se puedan identificar futuras alteraciones que afecten a la calidad de las aguas superficiales del Río Guadalquivir al atravesar el Valle Central de Tarija.
- Evaluar la calidad del agua, en aguas superficiales del río Guadalquivir y su principal afluente que atraviesan el Municipio de Cercado, y efectuar su valoración físico-química y bacteriológica.
- Identificar los puntos críticos que requieran estudios adicionales y mayor frecuencia de análisis, para la calidad del agua como agua potable y uso industrial.
- Establecer las posibilidades de uso y reúso de las aguas superficiales del Río Guadalquivir y su principal afluente que atraviesan el Municipio Cercado.
- Iniciar la consolidación de una base de datos con los registros estadísticos resultantes del relevamiento de la información obtenida de los puntos de muestreo.
- Contribuir con información sistematizada de este Proyecto de Grado al “Proyecto de Monitoreo y Clasificación de aguas superficiales en la Cuenca del Valle Central de Tarija”.

3. JUSTIFICACION

La contaminación de las aguas del Río Guadalquivir, ha sido asumido por la población, a tal punto que, a denuncias públicas, la Contraloría General del Estado evaluó en los

años 2008 y 2015, el estado ambiental de los cuerpos de agua de la Cuenca del Valle Central de Tarija, clasificando las aguas mediante el Índice de Calidad del Agua ICA – NSF. Señalando sus recomendaciones en la “Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir Informe de Auditoría Ambiental K2/AP11/S15-E1” presentada en el año 2016 al Gobierno Autónomo Municipal de Cercado, quienes deben preparar en el menor plazo posible una propuesta de clasificación de los cuerpos de aguas que conforman la Cuenca del Río Guadalquivir para el Valle Central de Tarija, aplicando la clasificación indicada en la Ley del Medio Ambiente N° 1333.

Es por ello, que se presentó la propuesta para llevar adelante este proyecto, para plantear alternativas en la restauración de la calidad hídrica del cuerpo de agua del Río Guadalquivir a su paso por la ciudad de Tarija, contribución que se planteará a través de la clasificación de las aguas del río Guadalquivir.

Por otro lado, el crecimiento poblacional y las actividades desarrolladas dentro del municipio, da lugar a las descargas de aguas residuales en los ríos, sin tratamientos adecuados antes de su evacuación, lo cual ha ocasionado que la calidad hídrica de los cuerpos de agua disminuyera en los últimos años, este suceso se refleja en el informe presentado por la Contraloría General del Estado, donde la calidad hídrica del agua pasa de media a baja en el periodo comprendido entre el año 2008 al 2015.

Por ello, se plantea que es necesario realizar una clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Guadalquivir en el marco de las disposiciones ambientales vigentes existentes en el país, Ley 1333, para establecer el nivel de calidad existente y/o el nivel a ser alcanzado y/o mantenido por los cuerpos de agua y estos sean aptos para el consumo humano y uso industrial, lo que además permitirá realizar acciones para el control y vigilancia, pues no existe un referente válido a partir del cual deban controlar las fuentes de contaminación hídrica, repercutiendo en la respectiva mitigación ambiental.

El Departamento de Tarija no cuenta con una base de datos que refleje la variación de la calidad de las aguas superficiales, con parámetros referentes a la Ley del Medio Ambiente N° 1333, por eso mediante este proyecto se busca establecer los parámetros para diseñar una línea base de la Cuenca del río Guadalquivir.

Se observa que gran parte de las aguas residuales que se generan dentro del Gobierno Autónomo Municipal de Cercado, no reciben tratamientos adecuados antes de ser evacuadas a sus respectivas zonas de descarga, siendo estos los afluentes del río Guadalquivir, la misma que es utilizada para consumo humano y uso industrial, el cuál al presentar valores de contaminación, pone en riesgo la salud de la población que consume el agua así mismo llegaría a ser un perjuicio para las industrias que hacen uso de la misma.

En resumen, tenemos que la creciente urbanización ha provocado la contaminación significativa de los cuerpos de agua del sistema Guadalquivir por el vertido de aguas residuales y, al mismo tiempo, genera una alta demanda de agua para el consumo que compite con las demandas de agua para la producción de alimentos, provocando una presión sobre los recursos hídricos que son exacerbados por el Cambio Climático y los fenómenos extremos. La expansión agrícola y urbana también provoca un deterioro permanente de las zonas de vida y la biodiversidad. A esto se suma el bajo cumplimiento de las leyes y normas ambientales, la baja participación social y los frágiles mecanismos de coordinación.

MARCO TEORICO

1.1 El agua

El agua es una sustancia cuya molécula está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). El agua puede encontrarse en la naturaleza en sus tres estados, sólido, líquido y vapor. **(VALDIVIELSO, 2019)**

El agua pura es un líquido inodoro e insípido, en pequeña cantidad es incoloro, verdoso y azul en grandes masas, es el disolvente universal. **(BANÚS, 2010)**

El agua es un recurso fundamental para el funcionamiento de los ecosistemas, que a la vez contribuyen a mantener la riqueza de la biodiversidad del planeta. **(AQUAE FUNDACIÓN, 2019)**

Aproximadamente un 71% de la superficie terrestre está cubierta por agua en estado líquido, que se distribuye por cuencas saladas y dulces, formando los océanos, mares, lagos y lagunas. **(BANÚS, 2010)**

1.1.1 Clasificación de aguas

De manera general las aguas se clasifican en aguas superficiales y subterráneas. El Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica – Ley 1333 de Medio Ambiente, define como aguas subterráneas, aquellas que se acumulan bajo la superficie terrestre, que en estado líquido o gaseoso aflora de forma natural, y define como aguas superficiales, a todas las aguas que se encuentran sobre la superficie de la corteza terrestre, cuyos factores de los que depende son básicamente clima (precipitaciones, temperatura, etc.), relieve, vegetación y geología. **(Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, 1995)**

1.1.2 Parámetros de calidad del agua

- **Temperatura.** Es una medida del grado de calor del cuerpo del agua. Este parámetro puede incidir mucho en la calidad del agua, ya que determina otras

propiedades y procesos que tienen lugar en el agua como la viscosidad, la solubilidad de los gases y de las sales, procesos fisiológicos de los organismos que provocan variaciones de su metabolismo, la proliferación de ciertos microorganismos, etc. **(Generalitat Valenciana, 2023)**

Las descargas de agua que están a altas temperaturas pueden causar daños en la flora y fauna de las aguas receptoras al interferir con la reproducción de las especies, incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos, acelerar las reacciones químicas, reducir los niveles de oxígeno y acelerar la eutrofización. **(Ciclo de agua comunidad Valencia, 2023)**

- **pH.** Es una medida de alcalinidad o de acidez de una disolución acuosa. El pH óptimo del agua para el consumo humano, es decir el agua potable puede variar entre el 6.5 y el 9.5, mantener el pH del agua estable garantiza la seguridad de su consumo y evita posibles problemas graves. La alteración del pH del agua puede cambiar la concentración de otras sustancias que la hagan toxica como por ejemplo, un descenso de pH puede aumentar la cantidad de mercurio soluble en agua. Y esto también influye en los organismos y microorganismos que viven en el agua, ya que muchas reacciones químicas requieren de un pH muy concreto para la supervivencia y el crecimiento. **(LABORATORIOS)**
- **Conductividad (CE).** La conductividad de una muestra de agua es una medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua. Se debe tener en cuenta que las sales minerales son buenas conductoras y que las materias orgánicas y coloidales tienen poca conductividad. **(SAENZ, 2010)**
- **Oxígeno disuelto (OD).** El Oxígeno Disuelto OD es un parámetro básico muy importante de las aguas naturales, por cuanto indica la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en el agua, es un indicador del grado de contaminación que presenta el agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de buena calidad.

La baja concentración de oxígeno disuelto puede ser un indicador de que el agua tiene una alta carga orgánica provocada por aguas residuales que reduce la cantidad de oxígeno disuelto en las mismas. Las fuentes de oxígeno en el agua son la aireación y la fotosíntesis de las algas, su concentración depende fundamentalmente de la temperatura, presión y salinidad. (SAENZ, 2010)

- **Turbiedad.** Es un fenómeno óptico que consiste esencialmente en una absorción de luz combinado con un proceso de difusión. La turbiedad mide la claridad del agua, es provocada por la materia insoluble, en suspensión o dispersión coloidal. (SAENZ, 2010)
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅):** Es la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaeróbicas), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra, es un proceso biológico y por lo tanto es delicado y requiere mucho tiempo. Como el proceso de descomposición depende de la temperatura, se realiza a 20°C durante 5 días de manera estándar, cuanto más contaminación, más DBO₅. (INDUANALISIS, 2019)
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO₅):** Es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en CO₂ y H₂O. Cuanto mayor es la DQO₅, más contaminada está el agua. Es una prueba que toma alrededor de tres horas, en aguas industriales puede situarse entre 50 y 2.000 mgO₂/l, aunque puede llegar a 5.000 según el tipo de industria. (INDUANALISIS, 2019)
- **Sólidos:** Los sólidos en las aguas naturales son todos aquellos materiales suspendidos o disueltos en un cuerpo de agua. (GOMES, 1995)

Sólidos suspendidos: Los sólidos en suspensión es el material que se encuentra en fase sólida en el agua en forma de coloides o partículas sumamente finas, y que causa en el agua la propiedad de turbidez. Cuanto mayor es el contenido de sólidos

en suspensión, mayor es el grado de turbidez. A diferencia de los sólidos disueltos, estos pueden separarse con mayor o menor grado de dificultad por procesos mecánicos como son la sedimentación y la filtración. (QUISPE, 2019)

- **Nutrientes:** Los compuestos generados a partir de Nitrógeno y Fósforo, conocidos también como nutrientes, en determinadas concentraciones provoca la eutrofización de los cuerpos de agua, reduciendo el oxígeno que los peces y otras especies acuáticas necesitan para vivir. (CARCAMO, 2017)
- **Indicadores bacteriológicos:** Los indicadores bacteriológicos, son organismos de un grupo específico, el cual por su sola presencia demuestra que ocurrió contaminación y en ocasiones, sugiere el origen de dicha contaminación. (ANAMARIA SANDOVAL, 1991)
- **Coliformes fecales:** Los coliformes fecales también denominados coliformes termo tolerantes, llamados así porque soportan temperaturas hasta de 45 °C, comprenden un grupo muy reducido de microorganismos los cuales son indicadores de calidad, ya que son de origen fecal.

Los coliformes fecales integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian de los demás microorganismos que hacen parte de este grupo, su rango de temperatura óptima de crecimiento es muy amplio (hasta 45°C) y son mejores indicadores de higiene en alimentos y en aguas, la presencia de estos indica presencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen dichos microorganismos, presentes en la flora intestinal y de ellos entre un 90 % y un 100 % son E. Coli mientras que en aguas residuales y muestras de aguas contaminadas este porcentaje disminuye hasta un 59%. (ZAPATA, 2008)

- **Fósforo:** El fosforo no está presente de forma natural en las aguas, casi exclusivamente como fosfatos, en las aguas residuales procede de los excrementos y de los detergentes. (LOPEZ, 2009)
- **Metales pesados:** La presencia de metales en aguas es motivo de preocupación, principalmente por sus efectos tóxicos y su bioacumulación en la cadena trófica. Algunos metales son esenciales para la vida (Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Mo, Ni, Co,

Cu y Zn). El resto de los metales pesados: mercurio, cadmio, níquel, cromo, etc. son metales no esenciales y tienen efectos tóxicos sobre el organismo. Incluso los metales esenciales, cuando sobrepasan las concentraciones requeridas por el organismo, pueden tener efectos tóxicos. (LOPEZ, 2009)

1.1.3 Fuentes de contaminación

Se identifican dos tipos de fuentes de contaminación de agua.

1. Fuentes naturales: Dependiendo de los terrenos que atraviesa el agua puede contener componentes de origen natural procedentes del contacto con la atmósfera y el suelo (Ej. Sales minerales, calcio, magnesio, hierro etc.). Aunque pueden ser nocivos para la salud, en general son sustancias que se pueden identificar fácilmente y eliminar. (García, 2023)

2. Fuentes artificiales: Producidas como consecuencia de las actividades humanas. El desarrollo industrial ha provocado la presencia de ciertos componentes que son peligrosos para el medio ambiente y para los organismos y difíciles de eliminar. (García, 2023)

Las principales fuentes de contaminación en los cuerpos de agua son:

1. **Industrial.** Según el tipo de industria se producen distintos tipos de residuos, el agua que se usa para lavar los productos durante la fabricación, son vertidos a través de tubos a los ríos, lagos o mares, como un líquido contaminado, acarreando sustancias tóxicas como ácidos, metales pesados, sales y restos de materiales en descomposición, afectando directamente a la flora y la fauna acuática. (Nuestra Esfera, 2023)
2. **Vertidos urbanos.** La actividad doméstica produce principalmente residuos orgánicos, pero el alcantarillado arrastra además todo tipo de sustancias: emisiones de los automóviles (hidrocarburos, plomo, otros metales, etc.), sales, ácidos, etc. (Ciencias de la tierra y medio ambiente).

3. **Residuos Sólidos urbanos.** Son el conjunto de residuos sólidos orgánicos producidos por los seres humanos, y se encuentran dispersos en distintas zonas de las ciudades o áreas rurales. Este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno en el agua cuando son arrastradas a los cauces superficiales. **(Ciencias de la tierra y medio ambiente)**

1.2 Normativa Ambiental

1.2.1 Ley de Medio Ambiente N° 1333

La Ley N° 1333 de Medio Ambiente fue promulgada el 27 de abril de 1992, es el eje fundamental de la política ambiental nacional y marca el inicio formal del proceso de regulación ambiental boliviana, estableciendo principios para la protección del medio ambiente en su conjunto.

Como parte de la Política Ambiental Nacional, establece la optimización y racionalización del uso de aguas, aire, suelos y otros recursos naturales renovables, garantizando su disponibilidad a largo plazo (Art. 5, inciso 4).

También señala que la protección y conservación del recurso agua es tarea fundamental y de prioridad nacional del Estado y la sociedad (Arts. 36 y 37); así como su planificación, uso y aprovechamiento integral, para beneficio de la comunidad y el asegurar su disponibilidad permanente; priorizando acciones a fin de garantizar agua de consumo para toda la población (Art. 38).

Esta disposición legal se desprende en seis reglamentos, aprobados el 8 de diciembre de 1995, mediante Decreto Supremo 24176 y Decreto Supremo 28592 Complementaciones y Modificaciones al Decreto Supremo 24176:

- Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA)
- Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA)
- Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA)
- Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas (RASP)

- Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos (RGRS)
- Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)

1.2.2 Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)

El RMCH, señala en el Art. 4, que la *Clasificación de Cuerpos de Agua (CCA)*, debe realizarse en base a su aptitud de uso y de acuerdo con las políticas ambientales del país en el marco del desarrollo sostenible, determinada por el MDSMA. Para ello, las instancias ambientales dependientes del prefecto deberán proponer una clasificación, adjuntando la documentación suficiente para comprobar la pertinencia de dicha clasificación. **(Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente)**

Esta documentación debe contener como mínimo:

1. Análisis de aguas del curso receptor a ser clasificado, que incluya al menos los parámetros básicos (DBO5; DQO, Colifecales NMP; Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Cromo Hexavalente; Fosfato Total; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; Dieldrín; DDT; Endrín; Malatión; Paratión).
2. Fotografías que documenten el uso actual del cuerpo receptor
3. Investigación de las condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas
4. Condiciones biológicas
5. Estudio de las fuentes contaminantes actuales y la probable evolución en el futuro en cuanto a la cantidad y calidad de las descargas.

La clasificación general de cuerpos de agua, en relación a su aptitud de uso, obedece los siguientes lineamientos, según las clases señaladas en el cuadro N°1-Anexo A presente en el reglamento:

1. **CLASE “A”** Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple

desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio. Por lo tanto, el uso de estas aguas debe corresponder al siguiente orden:

- a) Para abastecimiento doméstico de agua potable sin tratamiento previo o con una simple desinfección bacteriológica,
 - b) Para recreación de contacto primario,
 - c) Para protección de los recursos hidrobiológicos,
 - d) Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada, que sean ingeridas crudas sin remoción de ella,
 - e) Para abastecimiento industrial,
 - f) Para la cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana.
 - g) Deberá restringirse su uso para abrevaderos de animales y para la navegación por el riesgo de contaminación asociada a los mismos.
- 2. CLASE “B”** Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica. El uso de estas aguas debe corresponder al siguiente orden:
- a) Para abastecimiento doméstico de agua potable, previo tratamiento físico y desinfección,
 - b) Para recreación de contacto primario,
 - c) Para protección de los recursos hidrobiológicos,
 - d) Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada, que sean ingeridas crudas sin remoción de ella,

- e) Para abastecimiento industrial,
 - f) Para la cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana.
 - g) Para abrevadero de animales,
 - h) Para la navegación
- 3. CLASE “C”** Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica. El uso de estas aguas debe corresponder al siguiente orden:
- a) Para abastecimiento doméstico de agua potable, previa floculación, sedimentación, filtración y desinfección,
 - b) Para recreación de contacto primario,
 - c) Para abastecimiento industrial,
 - d) Para la cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana.
 - e) Para abrevadero de animales,
 - f) Para la navegación.
- 4. CLASE “D”** Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de presedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, luego tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales. El uso de estas aguas debe corresponder al siguiente orden:

- a) Para abastecimiento doméstico de agua potable, previa presedimentación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales,
- b) Para abastecimiento industrial,
- c) Para la navegación.

En caso de que la clasificación de un cuerpo de agua afecte la viabilidad económica de un establecimiento, el Representante Legal de éste podrá apelar dicha clasificación ante la autoridad ambiental competente, previa presentación del respectivo análisis costo - beneficio.

1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La contaminación del agua que se presenta en el tramo del Río Guadalquivir a su paso por la Ciudad de Tarija se ve afectada debido al uso inconsciente e irracional del agua, al crecimiento demográfico de la ciudad, cuyas aguas servidas sin tratamiento son vertidas directamente al río, y por otra parte la acumulación de los desechos sólidos.

Así también se puede resaltar la presencia de grandes, medianas y pequeñas industrias que realizan sus descargas de aguas residuales, sin un tratamiento de neutralización previo. El resultado de esta contaminación se manifiesta en el incremento de enfermedades infectocontagiosas, disminución de la calidad de agua para consumo humano y riego, disminución de la flora y fauna acuática y deterioro de áreas recreativas; afectando así la calidad de vida de las personas.

Por otra parte, se tiene el problema observado por la Contraloría General del Estado, debido a que la Cuenca del Río Guadalquivir no se encuentra clasificado según la normativa boliviana existente, Ley 1333 de Medio Ambiente, esto se traduce en que no se conoce el estado actual de la calidad de estas aguas superficiales, por lo tanto, no se pueden tomar medidas correctivas precisas al respecto, para asegurar la calidad del agua según la aptitud de uso que se les da a estas.

La expansión agrícola y urbana también provoca un deterioro permanente de las zonas de vida y la biodiversidad. A esto se suma el bajo cumplimiento de las leyes y normas ambientales, la baja participación social y los frágiles mecanismos de coordinación.

Mediante la elaboración de este Proyecto de Grado, se busca responder primero a mejorar el conocimiento sobre la calidad de las aguas del río Guadalquivir y sus principales afluentes a su paso por el Valle Central de Tarija y luego a las recomendaciones emitidas por la Contraloría General del Estado, al Municipios de Cercado, respecto a la clasificación de los ríos Santa Ana y Guadalquivir, que forman parte de la Cuenca del Río Guadalquivir. Contando además con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, a través del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, del Gobierno Departamental de Tarija y de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, a través del equipo de Investigación y Asesoramiento Técnico, conformado por Docentes y Alumnos de la Carrera de Ingeniería Química.

1.3 ZONA DE ESTUDIO

El presente proyecto abarcará la cuenca del río Guadalquivir dentro los límites territoriales del municipio de Cercado en el Departamento de Tarija.

Mapa 1. Ubicación de municipio de Cercado-Tarija



Fuente: Elaboración propia, 2018.

ANTECEDENTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia del presente proyecto comprende el municipio de Cercado, se encuentra localizado en el corazón del departamento de Tarija, ubicado en el continente sudamericano, geográficamente entre los paralelos 21° 00' y 22° 50' de latitud sur y los meridianos 62° 15' y 65° 20' de longitud Oeste de la Línea de Greenwich. **(TESA - Manejo Integral de río)**

Limita al Norte con la Provincia Méndez, al sur con la Provincia Avilés, al este con la Provincia O'Connor y al sur con la Provincia Avilés. **(TESA - Manejo Integral de río)**

2.1 DESCRIPCION DEL MUNICIPIO

El Municipio de Tarija cuenta en la actualidad con 21 distritos, 13 urbanos y 7 rurales, la distritación de la Provincia Cercado se muestra en el cuadro a continuación: **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

Tabla 1. Municipio de Cercado, Distritos Urbanos y Distritos Rurales

Distritos	Barrios	Distritos	Barrios	Distritos	Barrios
1	El Molino	2	San Roque	3	La Panosas
4	La Pampa	5	Virgen de Fátima	8	Eduardo Abaroa
6	La Loma	7	Defensores del Chaco		San José
	El Carmen		Oscar Zamora		Lourdes
	Guadalquivir		3 de Mayo		San Marcos
	57 Viviendas		4to. Centenario		Oscar Alfaro
	Luis Pizarro		4 de Julio		La Florida
	15 de Noviembre		12 de Octubre		24 de Junio
	Juan Pablo II		Los Chapacos	12	San Martin
	Libertad		Las Pascuas		Germán Busch
	Virgen de Chaguaya		15 de Junio		Miraflores
	15 de Agosto		101 Familias		San Blas
	Panamericano		19 de Marzo	13	Alto Senac
	Mecánicos		20 de Enero		Senac
	Carlos Wagner		María de los Ángeles		Tabladita I
	La Unión	10	Bartolomé Attard		Tabladita II
	Los Olivos		San Jorge I		Catedral
	Paraíso		San Jorge II		Luis de Fuentes
	Los Álamos		Aeropuerto		Méndez Arcos

Distritos	Barrios	Distritos	Barrios	Distritos	Barrios		
9	8 de Agosto	Torrecillas		San Antonio			
	Pedro A. Flores		Simón Bolívar	Amalia Medinaceli			
	de Septiembre		Juan Nicolai				
	1ro. De Mayo		15 de Abril	Distrito	Rural Cantón		
	2 de Mayo		Juan XXIII				
	El Constructor		Rosedal				
	La Salamanca		San Pedro			15	Lazareto
	Andaluz		Morros Blancos			16	Tolomosa
	San Bernardo		Artesanal			17	San Mateo
	Moto Méndez	11	El Tejar	18	Santa Ana		
	Luis Espinal		La Terminal	19	Yesera		
	Aniceto Arce		San Gerónimo	20	San Agustín		
	Narciso Campero		Petrolero	21	Junacas		
			San Luis	22	Alto España		

Fuente: Gob. Municipal de Tarija.

La población de los distritos varía entre los 3,8 y 24,7 mil habitantes. Los de mayor población son el 8, 9 y 10 y los de menor población el 1, 12, 3 y 4. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

El número promedio de integrantes por hogar en la ciudad de Tarija es de cinco, tomando en cuenta las 35.488 viviendas cuantificadas. Se estima que en la ciudad existen 34.298 familias según el promedio de 5 integrantes por familia que se determinó a través del CNPV-2012. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

Si bien es importante la población que vive en los diferentes Distritos de la ciudad, es necesario realizar un análisis de la situación de los mismos en cuanto al número de viviendas con que cuenta, el tamaño promedio del hogar y el número de familias que se estiman para cada uno. Como se mencionó las viviendas están ocupadas por 4,2 habitantes promedio, aunque en los distritos del área central de la ciudad el número de ocupantes disminuye a 3,5 y en los distritos más alejados o área periférica aumenta 4,8 habitantes por vivienda. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

Tabla 2. Población por distritos, número de viviendas, tamaño de hogar y número de familia

Distritos	Población	Viviendas	Tamaño Promedio de Hogar (Hab./Vivienda)	Número de Familias estimadas
1	3804	1072	3,5	761
2	7074	2017	3,5	1415
3	6083	1726	3,5	1217
4	6441	1829	3,5	1288
5	8086	2392	3,4	1617
6	17612	3956	4,5	3522
7	18432	4207	4,4	3686
8	24713	5542	4,5	4943
9	24596	5589	4,4	4919
10	20114	5038	4,0	4023
11	10543	2307	4,6	2109
12	4871	1297	3,8	974
13	19120	3957	4,8	3824
Total	171489	40930	4,2	34298

Fuente: INE 2012

2.2 COMPONENTE SOCIO CULTURAL

2.2.1 Población

Según datos oficiales del último Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2012 realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), la población en Tarija en el año 2015 alcanzará a los 248.049 habitantes, acusa una densidad poblacional de 6.59 habitantes por Km² y una Tasa de Crecimiento Anual de 3,18 %. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

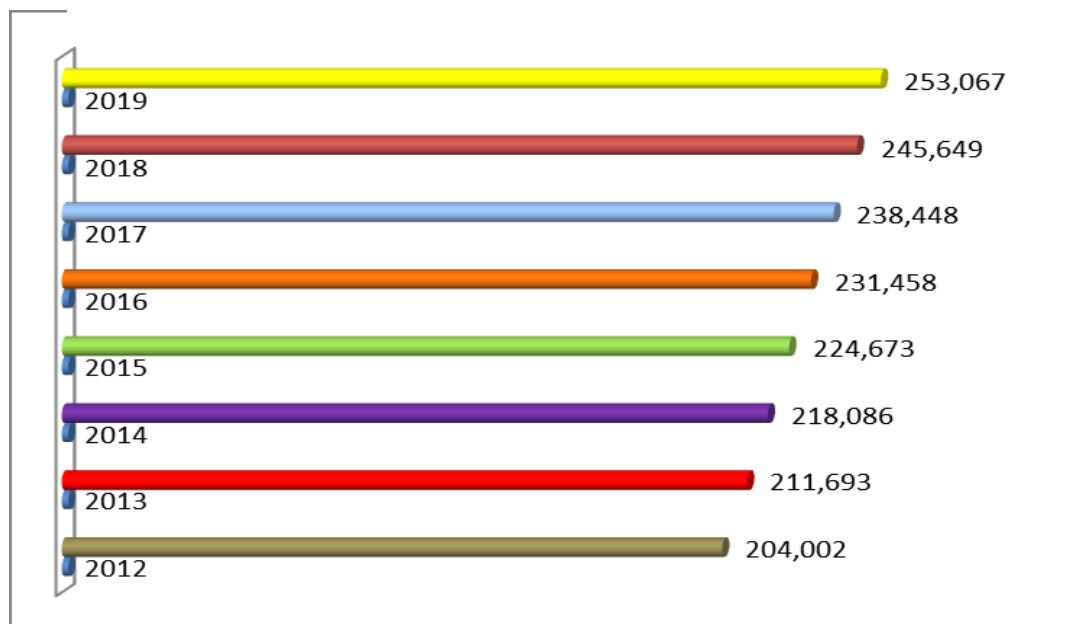
Para el año 2019 de acuerdo a las proyecciones realizadas por INE, la distribución por sexo muestra que el 50.32% son hombres y el 49.67% son mujeres, aspecto que al 2010 no muestra una variación significativa. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

En el municipio de la Provincia Cercado y la Ciudad de Tarija la población urbana durante el año 2014 alcanzará a 90.85 % y la rural al 9.15 %, para el 2019 la población urbana alcanzará a 90.12 % y la rural al 9.85 %, asimismo el 50% de la Población será

menor de 23 años, con una tasa de crecimiento poblacional del 3.07%, y una tasa de migración anual del 3.9%. (**Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014**)

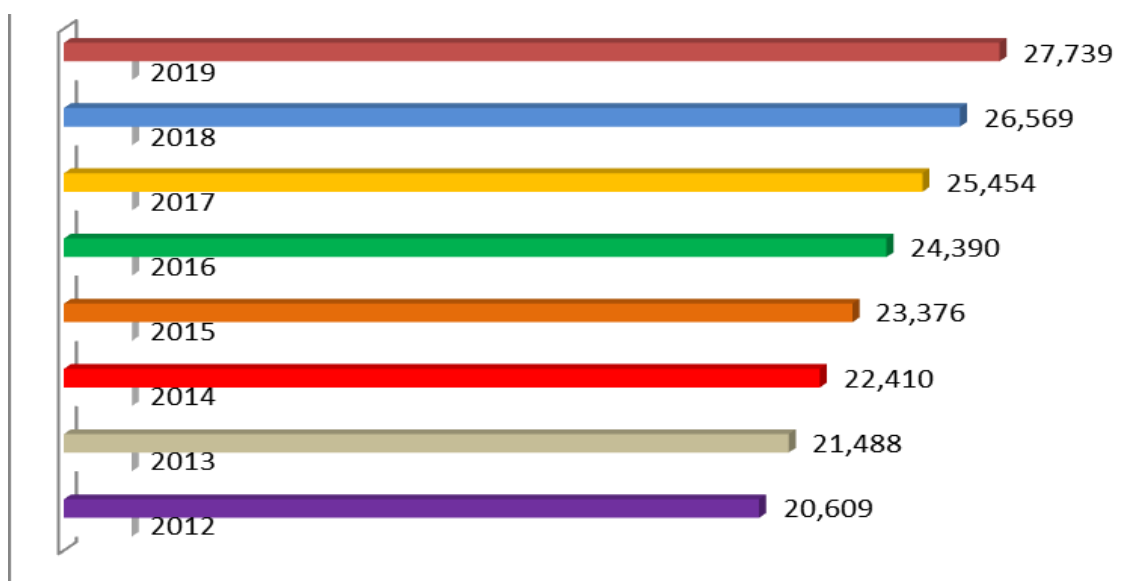
El siguiente grafico muestra la proyección del crecimiento poblacional desde el censo de 2012, hasta el año 2019, aspecto fundamental en la formulación del PDM, en las áreas urbana y rural:

Cuadro 1. PROYECCION DE LA POBLACION URBANA PROVINCIA CERCADO



Fuente: INE Censo 2012

Cuadro 2. PROYECCION DE LA POBLACION RURAL PROVINCIA CERCADO



Fuente: INE Censo 2012

2.2.2 Servicios Básicos

Los servicios básicos que se distribuyen a través de redes que hacen referencia al abastecimiento de agua potable, alcantarillado y evacuación de aguas servidas y tratamiento de residuos. En Tarija la Cooperativa de Agua Potable y Alcantarillado se encuentran a cargo de la Empresa COSAALT, es la encargada de brindar el servicio.

(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)

La recolección de los residuos sólidos se encuentra a cargo de la Empresa Municipal de Aseo EMAT. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

2.2.2.1 Agua para consumo humano

El sistema de distribución de agua potable tiene una cobertura del 83 % y territorialmente el área con disponibilidad del servicio de agua potable alcanza a 68,35 %. Se puede apreciar que los distritos que cuentan con total cobertura son los comprendidos del 1 al 5, ubicados al centro de la ciudad. El distrito que menor cobertura tiene de agua potable es el 12, que solo alcanza al 59%, debido a que algunos de sus barrios se encuentran en proceso de consolidación. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

Tabla 3. Cobertura de Agua Potable del Municipio de Cercado

DISTRITOS	LONGITUD RED (Km)	Cobertura
Distrito 1	10	100 %
Distrito 2	8	100 %
Distrito 3	12	100 %
Distrito 4	10	100 %
Distrito 5	15	100 %
Distrito 6	33	82 %
Distrito 7	40	94 %
Distrito 8	38	92 %
Distrito 9	56	86 %
Distrito 10	70	96 %
Distrito 11	30	71 %
Distrito 12	18	59 %
Distrito 13	49	104 %
TOTAL	387	83 %

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal

Este recurso al igual que otros servicios, cuenta con una organización institucional que regula su distribución y utilización, la empresa encargada de suministrar agua potable a la ciudad de Tarija es la Cooperativa COSAALT LTDA., datos proporcionados por la misma, muestran que en los últimos nueve años las conexiones se incrementaron en un 29 %, siendo la categoría de mayor significancia la domiciliaria. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

Actualmente COSAALT con las únicas fuente en producción que cuenta, son: “Rincón de La Victoria”, Tipas y los pozos ubicados en diferentes zonas de la ciudad, para el 2.007 distribuye 43,1 millones de litros por segundo y la demanda para este año es de 46,4 millones de litros por segundo, lo cual ya nos muestra un déficit de 3,3 millones de litros por segundo. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

2.2.2.2 Alcantarillado Sanitario

La red del servicio de alcantarillado sanitario tiene una cobertura del 63 %, las viviendas que no tienen acceso a este servicio tienen como sistema de drenaje los pozos ciegos y letrinas que de una u otra forma se constituyen en focos de infección. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

Los distritos con mayor cobertura son los cinco de la zona central, mientras que los distritos 11 y 12 tienen las coberturas más bajas, atribuible a la dispersión de su población. Anecdóticamente, el barrio San Luís, lugar donde se ubican los depósitos de aguas residuales, no tiene tratamiento de sus desechos líquidos. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

Tabla 4. Cobertura de Alcantarillado Sanitario, Municipio de Cercado

DISTRITO	LONGITUD RED (Km)	COBERTURA
DISTRITO 1	10	100 %
DISTRITO 2	8	100 %
DISTRITO 3	12	100 %
DISTRITO 4	11	100 %
DISTRITO 5	15	100 %
DISTRITO 6	30	70 %
DISTRITO 7	34	60 %
DISTRITO 8	34	87 %
DISTRITO 9	46	64 %
DISTRITO 10	53	67 %
DISTRITO 11	23	51 %
DISTRITO 12	8	23 %
DISTRITO 13	38	91 %
TOTAL	322	63 %

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal

La ciudad de Tarija cuenta con una red de alcantarillado sanitario que cubre los 13 distritos urbanos, la Cooperativa de Agua y Alcantarillado COSAALT, encargada de prestar este servicio, cubre a gran parte de la ciudad mediante una red de recolección de aguas servidas, las que tienen un tratamiento final en las lagunas de oxidación

ubicadas en el barrio de San Luís, el resto de la ciudad es atendida mediante subsistemas, ubicados sobre todo en los distritos que se encuentran en la banda del Guadalquivir, el distrito 13 tiene 6 subsistemas y el distrito 12 cuenta con uno, al margen del subsistema ubicado en el Hotel Los Parrales, el distrito 10 cuenta con 2 y finalmente el distrito 11 tiene 4, estos subsistemas funcionan con cámaras sépticas, cuyas descargas líquidas, son drenadas en los cause de las quebradas Sagredo, Sosa y el Guadalquivir. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

2.2.2.3 Residuos Solidos

El volumen de los residuos sólidos se tiene registros a partir de 1.996, en los 11 años de la serie estudiada hasta 2006, la generación de residuos sólidos se triplico, pasando de 12,7 mil ton/año en 1.996 a 34 ton/año en el 2.006, este efecto esta explicado por dos motivos primero por el incremento de la población que aumento en un 70% y segundo por el incremento en la generación de desechos per-cápita, que paso de 0,297 a 0,467 Kg/hab/día, un aumento del 57%. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

El recojo y posterior disposición de los desechos sólidos que produce diariamente la ciudad de Tarija es realizada por la Entidad Municipal de Aseo EMAT. Siendo esta una entidad descentralizada del Gobierno Municipal, sin fines de lucro legalmente constituida mediante Ordenanza Municipal. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

2.3 COMPONENTE BIOFISICO

2.3.1 Topografía

El actual levantamiento topográfico de una parte de la ciudad (55 %) proporcionado por CATASTRO URBANO no permite observar ni definir con exactitud las características plano altimétricas ni fisiográficas de la ciudad. Sin embargo, con la información proporcionada por medio de una imagen satelital de la ciudad (febrero de 2006) se observa claramente que la topografía más accidentada del terreno, se encuentra en el sector noreste en una franja comprendida entre Pampa Galana y las proximidades de San Mateo y una segunda franja en el sector noroeste, abarcando la

parte norte del barrio Aranjuez: en contraposición en toda la parte sur, la topografía del terreno es plana a escarpada. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

2.3.2 Clima

El radio urbano prácticamente comprende dos tipos de clima según la metodología de Caldas y Lang, la primera, corresponde a un clima templado árido ($24^{\circ}\text{C} - 21^{\circ}\text{C}$) que comprende un 95% del área urbana, mientras que el segundo, corresponde a un clima de tipo templado semiárido ($21^{\circ}\text{C} - 17,5^{\circ}\text{C}$), equivalente sólo al 5% del radio urbano. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

2.3.3 Precipitación

La provincia Cercado alberga en su totalidad 18 estaciones pluviométricas, las cuales se utilizaron para determinar la precipitación media anual, dando como resultado una precipitación de 683,8 mm/año. Sin embargo la precipitación media anual radio urbano es 611,8 mm/año, valor resultado del promedio de dos estaciones ubicadas en la ciudad. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

Se concluye que la época lluviosa se da en el periodo de octubre hasta abril, caracterizado por precipitaciones cortas con frecuencia e intensidad variable, mientras en el periodo restante (mayo – septiembre) época de estiaje, el déficit de agua en los acuíferos y los drenajes naturales es muy notorio. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

2.3.4 Flora

En el Municipio de Cercado las especies que tiene mayor valor es el Paraíso, le sigue Taco, Molle, Churqui, Sauce, Lapacho, Carnaval, Ciprés, Ceibo, Algarrobo, eucaliptos, álamos y otros de menor importancia. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

La distribución de la flora por distrito se tiene al paraíso que representa el 20% de abundancia, le sigue Taco con el Churqui con cerca 10 %, el resto está por debajo del 4%. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

El distrito 10 tiene mayor vegetación (58 árboles), le sigue el distrito 6 (53 árboles), le sigue el distrito 5 (51 árboles), luego el distrito 13 (48 árboles), distrito 4 y el resto valores menores a 30 árboles. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

2.3.5 Fauna

Entre las especies más importantes y predominantes se tiene las siguientes:

Tabla 5. Fauna predominante

Nombre Vulgar	Nombre Científico
Mamíferos:	
Comadreja	Didelphis albiventris
Zorrillo	Conepatus chinga
Liebre	Sylvilogus brasiliensis
Vizcacha	Lagidium viscaccia
Aves:	
Pato de las torrenteras	Marganetta armata
Cóndor	Vultur griphus

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal

2.3.6 Hidrografía

La provincia de Cercado forma parte de las dos cuencas mayores: Pilcomayo, que ocupa el 10 por ciento del total del área de estudio y con 275 Km²; la otra cuenca mayor de Bermejo, abarca una extensión de 2.363 Km², que representa el 90 por ciento. El patrón, de orden de la red de drenaje y el régimen de escurrimiento están claramente diferenciados e íntimamente relacionados con las provincias fisiográficas de la Cordillera Oriental y Subandino. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

Dentro de la Provincia Cercado, también están las cuencas menores del Guadalquivir, Santa Ana, Tolomosa, Tarija, Cajas, Papachacra y Nogal; el de mayor área está el río Santa Ana con 581 Km², llegando al 22 por ciento y el de menor porcentaje está el río de Papachacra con el 7 por ciento y su área de 196 Km². **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

2.4 COMPONENTE SOCIOECONOMICO

La principal actividad económica del Municipio de Cercado es la industria vitivinícola, que produce vinos y singanis de gran calidad para el consumo nacional y la exportación. La ciudad de Tarija tiene plantas de procesamiento de derivados lácteos, industrias madereras, fábricas de cerámica roja y envasadoras de frutas. La mayoría de estos productos tienen mercados dentro y fuera de Bolivia. **(Plan de Desarrollo Municipal - Cercado, 2014)**

METODOLOGÍA APLICADA

3.1 GENERALIDADES DEL MONITOREO

El monitoreo de la calidad del agua es el proceso continuo de evaluación de los parámetros físicoquímicos y biológicos del agua, es decir, es la recolección de información relevante en relación a sus cualidades y al estudio de su variación espacial y temporal que podría afectar a la salud humana y del propio cuerpo de agua. De acuerdo al RMCH, el monitoreo es la evaluación sistemática de la calidad del agua.

Los objetivos de un monitoreo pueden ser:

- Determinar la calidad del agua y su variación en los ríos de la cuenca.
- Establecer una base de datos hídricos de una cuenca específica.
- Clasificación de los cuerpos de agua de una cuenca.
- Evaluar una situación crítica presentada en un cuerpo de agua.
- Caracterizar los cuerpos de agua e identificar sus cambios y tendencias.
- Identificar problemas específicos existentes o emergentes.
- Reunir información para diseñar programas de prevención y restauración.
- Determinar si las acciones de control de los objetivos de planes de adecuación a la reglamentación vigente son efectivas.
- Responder efectivamente a las emergencias como derrames e inundaciones.

3.2 PROCEDIMIENTO

La Clasificación de aguas superficiales del río Guadalquivir y su principal afluente en el municipio de Cercado se realizará en cumplimiento al Art. 4 del RMCH de la Ley N° 1333 del Medio Ambiente, donde se establece el contenido mínimo para la Clasificación de Cuerpos de Agua y de acuerdo a las metodologías establecidas en las Normas Bolivianas, Guías proporcionadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

Para un mejor desarrollo, el proceso de clasificación se realizará en cinco etapas:

- Planificación
- Trabajo de campo
- Trabajo de laboratorio
- Sistematización de la información
- Planeamiento de la clasificación

Así, también, se realiza la conformación del equipo multidisciplinario e interinstitucional, conformado por:

- Técnicos representantes VRHR
- La facultad de Ciencias y tecnología de la UAJMS, de la cual formo parte mi persona
- La Secretaria Departamental de Medio Ambiente
- La OTN–PB
- Técnicos representantes del Gobierno Autónomo Municipal de Cercado

3.2.1 Primera etapa — Planificación

Esta etapa previa al monitoreo, nos permite llevar adelante trabajos de coordinación e información a través de talleres y reuniones para definir y planificar las actividades a realizar.

Entre las actividades que se debe contemplar durante esta primera etapa, es la selección de los parámetros a monitorear, que de acuerdo la Ley 1333 de Medio Ambiente, debe contener mínimamente los parámetros básicos mencionados en el Art. 6, y parámetros que se consideran complementarios de acuerdo a la zona de estudio y las actividades que ahí se desarrollen, dichos parámetros son presentados en el Cuadro N° 1 del Anexo A del RMCH.

También se definen los puntos de muestreo, la frecuencia de los monitoreos y la metodología a implementarse para la caracterización Física, Química, Microbiológica y Condiciones Biológicas de los cuerpos de agua; tomando en cuenta desde la

planificación, labores de campo, transporte de muestras, laboratorios acreditados comprometidos para la realización de análisis, etc.

3.2.1.1 Metodología para la identificación de puntos de muestreo

La localización de los puntos de muestreo se debe realizar tomando en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Proximidad a las áreas de importancia en términos de uso del agua, por ejemplo: abastecimiento municipal, industrial, riego, recreacional.
- ✓ Los puntos de muestreo deben ser representativos del cuerpo receptor, donde se restringen los efectos de las descargas de desechos y la zona de recuperación.
- ✓ Puntos previos a la descarga y en la descarga y en la descarga de aportes importantes sobre el eje del río Guadalquivir.
- ✓ Distancia de 50 a 200 m antes de la unión entre 500 y 2000 m entre los puntos después de la unión al afluente del río Guadalquivir.
- ✓ Estimación previa visual y medición de campo del grado de contaminación de la zona.
- ✓ Accesibilidad al sitio de muestreo.
- ✓ Fácil identificación del lugar de muestreo.

3.2.1.1.1 Tipo de muestra

Muestras Simples. - Se toma en un sitio determinado y una sola vez. Si a un cuerpo de agua se conoce que es constante en su composición ya sea en el tiempo o en el espacio, podemos considerar que una simple muestra de sondeo es representativa, es el caso de algunas aguas superficiales y de algunos suministros. **(IBMETRO)**

Muestras compuestas. - Son las mezclas de muestras simples recogidas en el mismo punto en distintos momentos. También se suelen denominar muestras “compuestas tiempo”. **(IBMETRO)**

Muestra Integrada. - Son mezclas de muestra individuales que se recogen en distintos puntos al mismo tiempo. Muestras de este tipo son las que hay que recoger en lagos, embalses, ríos o corrientes en los cuales la composición puede variar tanto en anchura como en profundidad. **(IBMETRO)**

3.2.1.2 Metodología para muestreo de agua

Antes de realizar el muestreo es necesario el cumplimiento de ciertas actividades que tienen como objetivo garantizar la ejecución de un trabajo eficiente, en cumplimiento a los procedimientos de muestreo. Estas actividades están contempladas dentro de los siguientes puntos:

- ✓ Plan de muestreo
- ✓ Materiales, equipos y reactivos
- ✓ Mantenimiento de equipos
- ✓ Calibración de equipos de campo
- ✓ Ubicación y descripción de las estaciones de muestreo

3.2.1.2.1 Plan de muestreo

Para ello se toma en cuenta los objetivos del muestreo de tal forma que no sea desperdiciado el tiempo. El plan de muestreo proporciona la seguridad y protección de las muestras contra errores u omisiones que podrían en un momento dado comprometer o invalidar los resultados del muestreo.

3.2.1.2.2 Materiales, equipos y reactivos

Los materiales, equipos, reactivos e insumos a utilizar son:

- **Materiales**
 - Conservadora
 - Red surber de 300 μm
 - Frascos de plástico

- Frascos de vidrio
- Pinzas finas
- Baldes de 10 L
- Jarras
- Pizeta
- Planillas de campo
- Cinta métrica
- **Equipos**
 - GPS
 - Cámara Digital
 - Multiparámetro
 - Axiómetro
 - Turbidímetro
- **Reactivos e insumos**
 - Alcohol al 95 %
 - Agua destilada
 - Hielo

Es importante el acondicionamiento de envases y conservadores químicos, con el fin de mantener la integridad de las mismas durante el proceso de transporte y antes del análisis de Laboratorio, así también la verificación de los equipos en campo con soluciones de referencia antes de ser utilizados.

3.2.1.2.3 Mantenimiento de equipos

Todos los equipos que tienen contacto con una muestra de calidad del agua o una estación de muestreo deben de ser limpiados cuidadosamente antes de volver a ser utilizados, tal es el caso de electrodos ya sea de potenciómetro, conductímetro, muestreadores de plástico, etc.

3.2.1.2.4 Calibración del equipo de campo

El equipo de campo usado para medir los parámetros físicos tiene que ser calibrado antes de tomar las muestras de agua, esto también es conocido con el término de pre calibración.

3.2.1.2.5 Ubicación y descripción de las estaciones de muestreo

La ubicación y el número de identificación de los sitios de muestreo, serán posicionados exactamente en un mapa y por las lecturas de un GPS. Esto no sólo permite al personal de campo encontrar fácilmente el punto, sino que también deja abierta la posibilidad de que los lugares de muestreo puedan ser localizados con apoyo de un GPS. Se debe contar con un archivo fotográfico de los sitios de las estaciones fijas, con el propósito de documentar el sitio, proporcionando así de material de gran ayuda tanto para aquel que trabajará en forma continua como para el que visita por primera vez el sitio.

Esta información junto a otros datos obtenidos in situ se registra en una ficha de campo, de acuerdo al formato establecido por el VRHR. Ver anexo 3

3.2.1.2.6 Recipientes de muestreo

La selección de los recipientes de muestreo es un punto básico en la actividad de la toma de muestra y de ello dependerá en gran parte la representatividad de ésta. Por ello se seleccionaron recipientes de plástico de boca ancha con contratapa para fisicoquímicos y microbiológicos para estos últimos los envases estuvieron esterilizados y envases vidrio para los agroquímicos.

3.2.1.2.7 Conservación de muestras

En general, es recomendable que transcurra el menor tiempo posible entre la toma de muestra y su análisis en el Laboratorio, como las distancias son cortas y los tiempos al laboratorio no supera las cuatro horas se mantuvo la cadena de frío.

3.2.1.2.8 Identificación de las muestras

Se tiene bien definido el tipo y volumen de muestra que se va a tomar y los recipientes y conservadores a emplear, para identificar cada muestra se aprobó un esquema de etiquetado.

3.2.1.2.9 Transporte de muestras

Entre la toma de muestras y el análisis, deberá transcurrir el menor tiempo posible y en ningún caso mayor a 72 horas. Debiendo mantener la temperatura a 4° C, se debe tener especial cuidado durante el transporte, pues las muestras podrían contaminarse y dar falsos resultados.

Cuando se efectúan muestreos de tipo compuesto, es indispensable mantener las muestras refrigeradas, a fin de garantizar la mayor representatividad. Las muestras una vez llegadas al laboratorio, deben ser refrigeradas y en lo posible realizar su análisis dentro de las 2 horas siguientes a su llegada.

3.2.1.3 Metodología recomendada para el muestreo en el río

En general, se debe muestrear lejos de las márgenes de la corriente, nunca se muestrea agua estancada ni agua turbulenta, se debe recolectar la muestra donde la concentración de oxígeno sea normal. **(IBMETRO)**

Siguiendo el protocolo de Caracterización de Cuerpos Superficiales, acreditado por el IBMETRO se debe:

- Rotular los frascos, colocar el código que identifique el punto de muestreo, fecha y la hora exacta en que se está tomando la muestra.
- Es importante que la toma de muestras se tome en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico, se toma primero aguas abajo y después aguas arriba.
- Proceder con la toma de muestra integrada (o tipo de muestreo específico dependiendo de la tabla presentada a continuación). Las muestras han de

extraerse de preferencia de la zona central del río o de una zona donde fluya el agua, pero sin turbulencia. Se debe de evitar tomar agua de las márgenes del río ya que allí el agua no está perfectamente mezclada y puede haber sufrido efectos de evaporación o de contaminación.

Tabla 6. Tipo de muestreo

Tipo de muestreo	Detalle
Simple	Seguir este tipo de muestreo: - Cuando el curso del río tengan una alta variabilidad de descarga y características de ésta, se deberá tomar una única muestra en un balde (enjuagando 3 veces), la suficiente cantidad como para llenar todos los frascos. - Cuando la composición de una fuente es relativamente constante a través de un tiempo prolongado o a lo largo de distancias sustanciales en todas las direcciones.
Compuesta	Seguir este tipo de muestreo: - Cuando se realiza un estudio de descargas (eficiencia de plantas de tratamiento) o seguimiento de la concentración de un determinado parámetro. El volumen de las submuestras individuales que componen muestra compuesta puede ser iguales o proporcionales al caudal al momento de extracción de la muestra.
Integrada	Seguir este tipo de muestreo: Cuando se quiere realizar una caracterización del cuerpo de agua pues la integración tiene un efecto significativo en la trazabilidad y en la

composición; la predicción matemática es más exacta y más útil.

Fuente: Instituto Boliviano de Metrología

- Se debe tomar tantos puntos sean necesarios (la cantidad de puntos transversales dependerá del ancho del cuerpo de agua debiendo tener una distancia 1,5 a 2 m la una a la otra) de la sección transversal del río de forma coordinada en un mismo tiempo.
- Enjuagar 3 veces el frasco antes de tomar la muestra, a excepción de las muestras para parámetros microbiológicos, que se toma directamente sin enjuagar.
- Para un análisis general, DBO₅ y de metales se toma la muestra hasta el ras (que no contenga burbujas)
- Juntar en un balde tantos puntos sean establecidos para el muestreo a modo de tener un total de volumen necesario para los análisis a realizar (se aconseja 5 litros).
- Una vez realizadas las lecturas se procede con el almacenaje de las muestras para análisis en laboratorio.
- Colocar los frascos tapados y rotulados en la conservadora con ice pack o hielo en la sombra mientras dura el muestreo y transporte al laboratorio.

3.2.1.3.1 Metodología para análisis Biológico

Para evaluar las condiciones biológicas por su versatilidad se empleará el índice Biological Monitoring Working Party – BMWP, para ello se recomienda tomar en cuenta el siguiente procedimiento:

1. Evaluar la velocidad del agua, profundidad del lecho, la naturaleza del sustrato (presencia de rocas y rodados grandes, medianos y pequeñas, grava, arena y

limo y presencia de vegetación), verificar que se cumpla la mayor parte de los tipos de hábitats recomendados.

2. Iniciar el muestreo desde el punto más bajo aguas arriba para evitar enturbiar el agua.
3. Colocar la red en contracorriente, remover las piedras con las manos en dirección a la red, de forma que el agua y los macro invertebrados presentes sean depositados en su interior, para los organismos que pertenezcan adheridos en las piedras extraerlos con una pinza.
4. Coloca la red en cercanía a las plantas acuáticas, y con la mano hacer movimientos circulares en el agua, de manera que el agua con los macroinvertebrados existentes sean depositados dentro de la red.
5. Colocar la red en una orilla de la corriente que presente arena, limo y con la mano hacer movimientos circulares, remover los sustratos de modo, que los macroinvertebrados sean depositados en el interior de la red.
6. Colocar los macroinvertebrados extraídos en una caja Petri con alcohol, con la finalidad de evitar que los más grandes se coman a los más pequeños.
7. Realizar la limpieza de todo el material utilizado. **(Ministerio de Medio Ambiente y Agua)**

3.2.1.4 Metodología para identificar el uso del agua

La metodología empleada para la identificación de los usos de la fuente de agua fue la siguiente:

- ✓ Se seleccionaron los sectores representativos a lo largo del río Guadalquivir y algunos afluentes, de acuerdo a las comunidades que atraviesa el río.
- ✓ Se realizaron visitas de campo previas para el registro fotográfico, coordenadas fotográficas, altura y evaluación del sitio.
- ✓ Se identificaron los usos que se le da al agua por parte de la población.

- ✓ Para establecer el uso se observaron detalladamente las condiciones del sitio como así también se realizaron entrevistas informales a los pobladores y técnicos que conocían el área con el fin de recabar información más precisa.

(Ministerio de Medio Ambiente, 2017)

3.2.1.5 Metodología para el estudio de las fuentes contaminantes

Para determinar las condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas se siguió la siguiente metodología:

- ✓ Se estableció un inventario general de las AOPs del municipio que están cercanas o descargan sus aguas al Río o a su afluente.
- ✓ Se evaluaron descargas puntuales sobre lecho del Río y/o afluentes que convergen en s el mismo.
- ✓ Se realizó un recorrido de lecho del Río para la identificación y verificación de las descargas de aguas residuales sobre el mismo.
- ✓ Se identificaron las actividades e industrias que realizan descargas de aguas residuales al Río o su afluente.

3.2.2 Segunda etapa— Trabajo de campo

Durante esta etapa se realizó la toma de muestra integrada en cada punto de monitoreo, dado por las características y condiciones del río, la medición de parámetros in situ se realizó con equipos provistos por el MMAYA, GAD, UAJMS, OTN-PB, tales como el multiparámetro y turbidímetro para la medición de:

- Ph
- Temperatura
- Oxígeno Disuelto
- Turbidez
- Conductividad
- Color

3.2.3 Tercera etapa— Trabajo de laboratorio

3.2.3.1 Laboratorios externos

Posterior a la toma de muestras se procede de acuerdo al protocolo establecido, al transporte inmediato de las mismas a los laboratorios acreditados externos correspondientes como son el CEANID en el departamento de Tarija y SPECTROLAB en el departamento de Oruro, para la determinación de los parámetros establecidos y cuyos resultados se adjuntan al presente documento. (Ver anexo 4.)

Tabla 7. *Constituyentes inorgánicos no metálicos, metálicos, orgánicos agregados y microbiológicos. Parte 1*

Constituyentes inorgánicos no metálicos	
Cloruros (c/Cl ⁻)	(mg/L)
Cianuros (CN ⁻)	(mg/L)
Fosfato total(c/PO ₄ ³⁻)	(mg/L)
Nitrógeno total (c/N)	(mg/L)
Sulfatos (c/SO ₄ ⁼)	(mg/L)
Constituyentes inorgánicos metálicos	
Aluminio	(mg/L)
Arsénico	(mg/L)
Cadmio	
Calcio	(mg/L)
Cr III	(mg/L)
Cr VI	(mg/L)
Hierro II	(mg/L)
Mercurio	(mg/L)
Plomo	(mg/L)
Sodio	(mg/L)
Boro	(mg/L)
Constituyentes orgánicos agregados	
DBO ₅ (c/O ₂)	(mg/L)
DQO (c/O ₂)	(mg/L)
Constituyentes microbiológicos	
Coliformes fecales	NMP/100 ml

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 8. Constituyentes Plaguicidas. Parte 2

Constituyentes plaguicidas	
Aldrín	(µg/l)
Clordano	(µg/l)
Endrín	(µg/l)
Lindano	(µg/l)
Paratión	(µg/l)
Endosulfan	(µg/l)
Heptacloro	(µg/l)
Epóxido de Heptacloro	(µg/l)
Metoxicloro	(µg/l)

Fuente: Elaboración propia, 2018

3.2.3.2 Laboratorios internos

La identificación de macroinvertebrados se realizó en el laboratorio de Química de la UAJMS.

Para la identificación de macroinvertebrados utilizaron los siguientes materiales:

- Microscopio
- Pinzas
- Vidrio reloj
- Guía para la evaluación de condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados benzoicos.

Con una pinza se tomó uno de los macros contenidos en uno de los frascos y se colocó en el visor del microscopio, utilizando la “CLAVE DE DICOTÓMICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MACROIVERTEBRADOS BENTÓNICOS” de la guía anteriormente mencionada, la misma que permitirá identificar el Orden y la Familia y con ello asignar el valor del Índice de BMWP/Bol al que pertenecía cada macroinvertebrado.

3.2.4 Cuarta etapa— Sistematización de la información

Para sistematizar la información, se trabajó en coordinación con los técnicos de los Municipios de Cercado, para ello se sistematizó la información que generaron otras instituciones como los Municipios, gobernación, UAJMS, COSAALT, OTN, MMAYA, Normativa Ambiental, Contraloría e investigadores.

1. Se trabajó en la sistematización y ordenamiento de los datos recolectados a través de las fichas de campo, traspasando los mismos de formato impreso a formato electrónico, lo cual sirve de base para establecer el sistema de información.
2. Se procedió a la recepción de los reportes de los resultados emitidos por los laboratorios acreditados y junto a los datos de campo se volcaron a las planillas electrónicas proporcionadas por el MMYA, mismo que respeta lo establecido en la normativa ambiental en lo que toca al Art. 6 del RMCH de la Ley 1333.
3. Se realizó la sistematización del uso del agua del río en base a los reportes e imágenes realizadas.
4. También se sistematizó información respecto a fuentes contaminantes naturales y antrópicas, en lo que resalta la contaminación por aguas residuales domiciliarias que en su gran mayoría no son tratadas adecuadamente y son vertidas al río o su afluente.
5. También se realizó la sistematización de la información respecto a las condiciones biológicas, misma que está adecuadamente ordenada y elaborada la base de datos electrónica.

3.2.5 Quinta etapa – Planteamiento de la propuesta de clasificación

Junto a los técnicos del MMAYA, UAJMS, Gobernación, Municipios de Cercado, OTN y COSAALT, se estructurará la propuesta técnica sobre la cual se realizará la clasificación del cuerpo de agua del Río Guadalquivir y su afluente.

**ANALISIS Y VALORACION EN LOS CUERPOS DE AGUAS
SUPERFICIALES DEL RIO GUADALQUIVIR Y SU PRINCIPAL
AFLUENTE EN EL MUNICIPIO DE CERCADO**

**4.1 ANALISIS DE LA SITUACION AMBIENTAL EN LA ZONA DE
ESTUDIO**

Con el objeto de cumplir a lo establecido en el RMCH de la Ley 1333 de Medio Ambiente, para la Clasificación de Cuerpos de Agua, se procede con el siguiente análisis:

4.1.1 Selección y ubicación de los puntos de monitoreo

De acuerdo al protocolo establecido, se identificaron dentro del municipio de Cercado un total de cinco puntos de monitoreo, distribuidos en tres puntos sobre el río Guadalquivir, y dos puntos en el afluente de río Santa Ana.

De acuerdo a un recorrido en cada punto de monitoreo se realizó la codificación de los mismos obteniendo la siguiente información que se detalla en el cuadro:

Tabla 9. Puntos de monitoreo seleccionados en el municipio de Cercado

Nº	Código	Nombre De La Estación	Municipio	X	Y	Observación
1	GUA - 04	TIPAS - Toma de agua COSAALT	CERCADO	317150	7619352	Guadalquivir Altura toma de agua
2	GUA -05	BARRIO PETROLERO Guadalquivir	CERCADO	321613	7616618	Ingresando desde la carretera a San Luis, pasando los cuarteles, desvío barrio Petrolero, altura cancha de básquet
3	GUA - 06	EL TEMPORAL - ANGOSTO Guadalquivir	CERCADO	325519	7611441	Altura del puente y represa El Angosto, pasando San Luis
4	SAN - 01	SANTA ANA (Carretera al Chaco)	CERCADO	215191	6457204	Altura del puente del Río Santa Ana sobre la carretera al Chaco
5	SAN - 02	SANTA ANA (Carretera a Bermejo)	CERCADO	216260	6464973	Altura del puente sobre el Río Santa Ana carretera a Bermejo frente al restaurante

Fuente: Elaboración propia, 2018

4.1.2 Desarrollo del monitoreo

El monitoreo de clasificación de aguas superficiales en el municipio de Cercado se realizó en dos momentos:

- Época de estiaje, corresponde al primer monitoreo realizado en la tercera semana de octubre del 2017.
- Época de lluvia, corresponde al segundo monitoreo realizado en la segunda semana de mayo 2018.

En ambos monitoreos se cumplió con el protocolo de toma de muestra establecido en las etapas de planificación, mismo que por las condiciones del río como ya se mencionó anteriormente, se realizó un muestreo integrado y los datos obtenidos se reportaron en la ficha de campo.

Sin embargo, durante el primer monitoreo, no se encontró caudal de agua en el río Santa Ana (Carretera al Chaco) y en el río Santa Ana (Carretera a Bermejo). Por lo cual no se tienen datos sobre la calidad de las aguas de dichos puntos en el primer monitoreo.

4.1.2.1 Descripción de los puntos de monitoreo

- **Punto de Monitoreo GUA 04**

Este punto se encuentra en el río Guadalquivir a la altura de toma de agua de COSSALT en las coordenadas X: 317150; Y: 7619352; Altura: 1907msnm; Zona: 20K

Cuadro 3. *Punto de Monitoreo GUA-04*



Fuente: Elaboración propia, 2018

Se observa que el agua era incolora, sin olor; en este punto se encuentra una estación de toma de agua COSAALT, por lo que se deduce que el cuerpo de agua en este punto es como uso de consumo humano.

Referente a las condiciones biológicas, el tipo de sustrato consiste en rocas y rodados los mismos constituyen el hábitat para algunas familias de macro invertebrados. La vegetación circundante consiste principalmente en árboles y arbustos. También se observó la presencia de residuos sólidos al margen del río.

- **Punto de monitoreo GUA 05**

Este punto se encuentra en el río Guadalquivir en el desvío de los cuarteles a la altura de la cancha de básquet en las coordenadas **X: 321613; Y: 7616618; Altura: 1770 msnm; Zona: 20K.**

Cuadro 4. *Punto de monitoreo GUA-05*



Fuente: Elaboración propia, 2018

Se observa que el agua era incolora, pero presentaba burbujas y espuma por la descarga de aguas residuales domésticas. Referente a las condiciones biológicas y los usos del cuerpo de agua en este punto, la vegetación que predomina en el cuerpo de agua son las plantas marginales y las algas filamentosas; tipo de sustrato los rodados; La vegetación circundante árboles y arbustos en cercanías del río también la presencia de ganado vacuno y animales domésticos por lo que se deduce que el cuerpo de agua en este punto es para uso de consumo animal.

Punto de monitoreo GUA 06

Este punto se encuentra en el río Guadalquivir a la altura del puente y la represa el angosto

En las coordenadas **X:** 325519; **Y:** 7611441; **Altura:** 1814; **Zona:** 20K.

Cuadro 5. Punto de monitoreo GUA-06



Fuente: Elaboración propia, 2018

Se observa que se realizan descargas domésticas e industriales que desembocan en la quebrada cabeza de toro y torrecillas hasta llegar al río Guadalquivir, ya que el agua tenía un color marrón con la presencia de aceites, espuma y residuos sólidos.

En cuanto a las condiciones biológicas, la vegetación que predomina en el cuerpo de agua son las plantas emergentes, plantas marginales y plantas flotantes; el tipo de

sustrato consiste principalmente en arena el mismo se constituye en el hábitat para algunas familias de macroinvertebrados; la vegetación circundante consiste en árboles y arbustos también se observó la presencia de ganado vacuno con lo cual podemos deducir que el cuerpo de agua tiene uso de consumo animal.

Punto de monitoreo SAN 01

Este punto se encuentra en el rio Santa Ana, altura del puente, en las coordenadas **X:215191; Y:6457204; Altura:1983 msnm; Zona:20K.**

Cuadro 6. *Punto de monitoreo SAN-01*



FUENTE: Elaboración propia, 2018

Se observó que el agua es incolora, olor poco perceptible, presencia de residuos sólidos, heces fecales de animales domésticos. Referente a las condiciones biológicas y los usos del cuerpo de agua en este punto, la vegetación que predomina en el cuerpo de agua

son las algas filamentosas, el tipo de sustrato consiste en rocas, rodados y arena los mismos constituyen el hábitat para las algunas familias de macroinvertebrados. La vegetación circundante consiste principalmente en árboles y arbustos en cercanías del río. También se pudo observar extracción de áridos.

- **Punto de monitoreo SAN 02**

Este punto se encuentra en el río Santa Ana a la altura del puente del río frente al restaurant en las coordenadas **X: 216260; Y: 6464973; Altura: 1787 msnm; Zona: 20K.**

Cuadro 7. Punto de monitoreo SAN-02



Fuente: Elaboración propia, 2018

Se observó que el agua tenía un color verde, presentaba aceites, grasas, residuos sólidos por la descarga directa de aguas residuales de un restaurant.

Referente a las condiciones biológicas y los usos del cuerpo de agua en este punto, el tipo de sustrato consiste en rocas, rodados, grava y lodo los mismos constituyen el hábitat para algunas familias de macroinvertebrados. La vegetación circundante consiste principalmente en árboles y arbustos también se pudo observar la presencia de animales domésticos.

4.1.2.2 Muestreo para análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Se realizó el muestreo, considerando un punto donde el agua no sea detenida, es decir que tenga corriente pero no demasiada turbulencia.

La toma de muestra se realizó ingresando en el cuerpo de agua, donde con un espacio de un metro de distancia se recolectó agua en un balde de 10 Litros a lo ancho de la corriente, se fraccionó la misma en los recipientes necesarios para las determinaciones en laboratorio y posterior a ello, se colocó una porción de muestra en una jarra previamente enjuagada con la misma muestra y se midieron los parámetros de campo in situ, tales como: Temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos sedimentados, turbidez y olor.

Paralelamente se realiza la determinación de sólidos suspendidos, para lo cual se utilizó un cono de vidrio, el mismo que se coloca en arena de forma segura en la orilla del Río, con una jarra se coloca agua del balde y se espera un determinado tiempo para ver si este presenta sedimentos.

4.1.2.3 Muestreo para condiciones biológicas

El muestreo de macroinvertebrados se procedió de la forma, tomando en cuenta los tipos de sustratos que presentaba el cuerpo de agua en estudio, en este caso, plantas emergentes, marginales, flotantes, arena, grava y rodados:

1. Se colocó la red en contracorriente, aguas abajo del punto de muestreo para evitar su turbidez, luego se removieron las piedras con las manos en dirección a la red, de forma que el agua y los macroinvertebrados presentes sean depósitos

en su interior, y los organismos que aún permanecían adheridos en las piedras fueron extraídos con una pinza. Posteriormente todos los macroinvertebrados extraídos fueron colocados en una caja Petri que contenía alcohol con la finalidad de evitar que los más grandes coman a los más pequeños.

2. Se colocó la red en cercanía a las plantas acuáticas, y con la mano se hizo movimientos circulares en el agua, de manera que el agua con los macroinvertebrados existentes quedaron dentro de la red, los mismos fueron colocados en la caja Petri con alcohol.
3. También se colocó la red en una orilla de la corriente que presentaba arena, limo, y con la mano se hizo movimientos circulares, removiendo los sustratos de modo, que los macroinvertebrados sean depositados en el interior de la red. Después que los mismos fueron trasladados a la caja Petri, se procedió a la limpieza de todo el material utilizado.

4.1.3 Uso actual del río Guadalquivir y sus afluentes

El 7 de agosto de 2019 la Gobernación del Departamento de Tarija inauguró un nuevo proyecto de riego denominado Guadalquivir – CENAVIT – Calamuchita que regará 3.500 nuevas hectáreas de fértiles tierras en el Valle Central de Tarija, de las cuales 1.500 hectáreas son pequeñas parcelas de agricultores individuales (Pequeña propiedad familiar). Las 2.000 hectáreas restantes son propiedades privadas colectivas de las comunidades beneficiarias del riego.

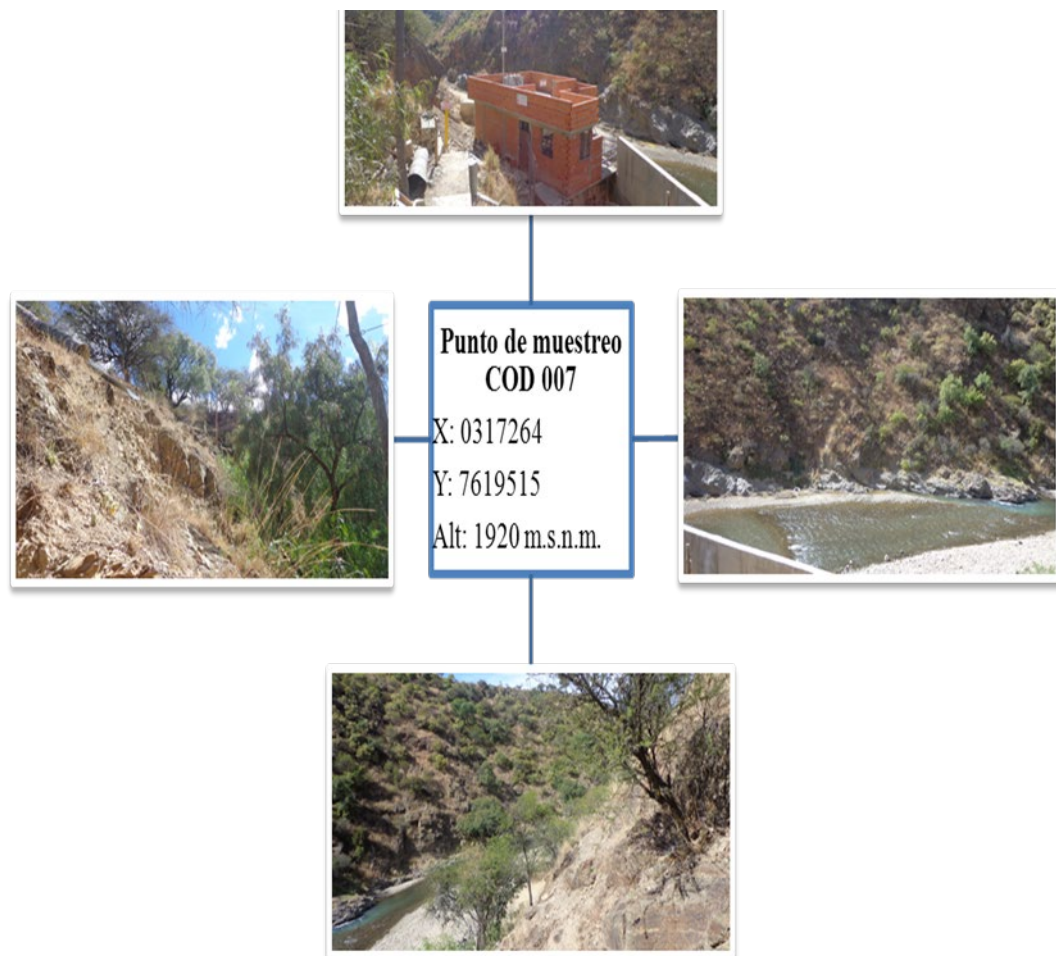
El agua es un recurso natural de gran importancia para cualquier forma de vida en la tierra, por ello es que debe hacerse un uso racional.

Dentro del municipio de Cercado, se ha identificado diferentes usos de las aguas a lo largo del río, uno de ellos es el uso como agua potable para consumo de la población. Los animales o ganado (vacuno, ovino, caprino) y aves silvestres de la zona que de manera libre hacen consumo de estas aguas.

Finalmente, uno de los grandes problemas que se tiene en el lecho de los ríos y que afecta a los cuerpos de agua es la explotación de los áridos y agregados que, de manera indiscriminada y deficientemente regulada, razón por la cual se afecta de manera notoria al lecho del río, explotando los áridos y agregados en el lecho, dejando grandes espacios que en tiempos de riada coadyuvan al impacto de las aguas de las crecidas, sobre los terrenos adyacentes a las márgenes.

A continuación, se presentan los diferentes usos del agua, identificados dentro del municipio:

Cuadro 8. Toma de agua en el río tipas altura del hotel los parrales, río Guadalquivir.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 1. *Extracción de áridos en el rio Santa Ana (Carretera al Chaco), rio Santa Ana*



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 2. *Consumo de agua de aves silvestres en el rio Temporal, rio Guadalquivir.*



Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas no tratadas

Durante los dos monitoreos realizados, se ha observado el cuerpo de agua y su entorno; en la parte alta del río Guadalquivir, no es muy visible los indicadores de contaminación, sin embargo; se ha podido observar que aguas abajo hacia la ciudad, el cuerpo de agua y su entorno sufre algunas alteraciones, a causa de las distintas actividades que se realizan a lo largo del río, en ese sentido se ha analizado y evidenciado dos tipos de contaminación en el cuerpo de agua del río Guadalquivir y sus afluentes:

- Contaminación natural, la cual es estacional y se genera en mayor proporción debido a las fuertes lluvias que generan escorrentías con arrastre de material suspendido como arena y limo; la contaminación por las aves, animales silvestres y el ganado que deambula por sus márgenes y lecho de los ríos y afluentes.
- Contaminación antrópica, que es generada por la acción del hombre, como las descargas de aguas residuales domésticas e industriales, restos de residuos sólidos como bolsas y botellas plásticas, restos de material de construcción, y así también restos de componentes agroquímicos, que son utilizados en los sembradíos por los agricultores de la zona y que por filtración o por arrastre llegan hasta el lecho de los ríos y por los usos inadecuados de los cuerpos de agua.

Para identificar las principales fuentes contaminantes antrópicas en el Municipio de Cercado que atraviesa el Río Guadalquivir, se ha tomado en cuenta las que generan mayores niveles de contaminación, por lo que se ha elaborado fichas de identificación para su visualización, de manera que se realizará una descripción de las principales fuentes contaminantes del municipio.

- PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE LECHE PIL – Tarija, que cuenta con convenio con COSAALT.
- BODEGA DE VINOS KOHLBERG, descarga a Red de Alcantarillado de COSAALT.
- EMPRESA LÁCTEA PROLAC, descarga sus aguas residuales a la Red de Alcantarillado de COSAALT.
- MATADERO DE POLLOS CONZELMAN, descarga sus aguas residuales a la Red de Alcantarillado de COSAALT.
- PRODUCTOS LA CASCADA, descarga sus aguas residuales a la Red de Alcantarillado de COSAALT.
- CERVECERÍA BOLIVIANA NACIONAL, descarga sus aguas residuales a la Red de Alcantarillado de COSAALT.
- BODEGAS ARANJUEZ, descarga sus aguas residuales a la Red de Alcantarillado de COSAALT.
- BODEGAS CAMPOS DE SOLANA, descarga sus aguas residuales a una quebrada de la comunidad El Portillo.
- UNIVERSIDAD PRIVADA DOMINGO SAVIO, descarga sus aguas residuales a una cámara séptica y de ahí a la quebrada Sosa que es afluente del Río Guadalquivir.
- Descargas de aguas residuales domesticas a la quebrada Sosa, en el margen derecho del rio Guadalquivir, que luego desembocan en este rio.
- Descargas de aguas residuales domesticas a la quebrada Sagredo que desemboca en el río Guadalquivir.
- Descargas de aguas residuales domesticas a la quebrada El Monte que desemboca en el río Guadalquivir.
- Descargas de aguas residuales domesticas a la quebrada San Pedro que desemboca en el río Guadalquivir.
- Descarga del MATADERO MUNICIPAL a la quebrada Cabeza de Toro, que desemboca en el río Guadalquivir.

- Descarga de las CURTIEMBRES San Juan y San Lorenzo a la quebrada Cabeza de Toro que desemboca en el río Guadalquivir
- Descargas de los efluentes de la PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES de COSAALT que se vierten a la quebrada Torrecillas y a partir de esta al río Guadalquivir.
- Descargas de aguas residuales domésticas de viviendas aledañas al lugar y de industrias a través de arrastres de ríos o quebradas afluentes al río Guadalquivir.

Cabe mencionar que existen actividades industriales en la jurisdicción del municipio de Cercado que no han sido identificadas ni cuantificadas. Las fuentes contaminantes arriba descritas, no han sido cuantificadas de manera individual debido a que están conectadas a la red de alcantarillado y a través de ésta, sus efluentes son vertidos a la planta de tratamiento de aguas residuales de San Luis.

- **PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE LECHE PIL TARIJA**

Actividad principal de AOP: Fabricación, venta por mayor y menor, envasado fraccionamiento y distribución de productos lácteos.

Ubicación: Zona Morros Blancos Km.2 Carretera a Bermejo

Calle/Av.: Jaime Paz S/N

Barrio: Aeropuerto

Telf.: 6644095

Coordenadas	Tipo De Descarga	Gestión Residuos	Cantidad	Capacidad Actual	Observaciones	Consumo De Agua	Fotografía AOP
X: 323205.936 1	Líquida: No se tiene datos	Descarga a:				Pozo: Propio: tiene pero no se especifica el caudal	
		Cosaalt	No reportada Red Alcantarillado bajo convenio		Tiene convenio para descargas sus aguas residuales a la Red de Alcantarillado Sanitario de COSAALT		
		Río/quebrada:	-	-	-		
		Sistema propio:	Tiene		No funciona		
Y: 761655.46 8	Sólida: No se tiene datos	DMAT:			Los camiones recolectores de DEMAT realizan la recolección y transporte		
		OTRA:					
	Gaseosa:				No se tiene datos		
Altitud: 1874 msnm		Trata. Propio:					

Fuente: Municipio de Cercado

- **BODEGAS Y VIÑEDOS KOHLBERG**

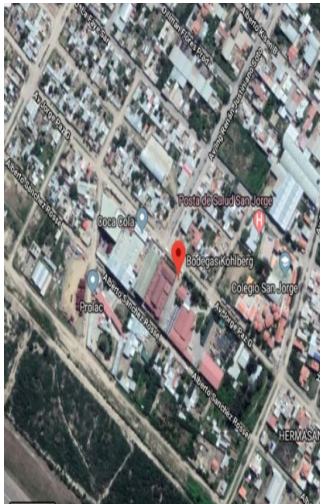
Actividad principal de AOP: Elaboración de vinos

Calle/Av.: Av. Francisco Lazcano

Barrio: San Jorge I

Ubicación: Zona San Jorge I

Telf.: 6642782

Coordenadas	Tipo De Descarga	Gestión Residuos	Cantidad	Capacidad Actual	Observaciones	Consumo De Agua	Fotografía AOP
X: 323211.2762	Líquida: SI	Descarga a:				Provisión de un caudal máximo de 13.500l/s de Pozo Propio	
		No reportada	2.375,5 m³/año		Descarga total de uso industrial y uso sanitario es depositado a la red de alcantarillado		
		Red alcantarillado sanitario de COSAALT					
	Río/quebrada:						
Y: 7616581.5224	Sólida: SI	DMAT:	130 kg/año		Esta descarga es un total de material de embalaje como ser plásticos, latas y otros materiales no orgánicos.		
		OTRA:	340.800 kg/año		Esta descarga es un total de materia orgánica (escobajo, orujo) esto es depositado en una área de compostaje.		
			710kg/año		Esta descarga es un total de material de embalaje papel y cartón es entregado a terceras personas.		
	Gaseosa:				Sin dato		
Altitud: 1858 msnm		Trata. Propio: NO			No tiene sistema de tratamiento propio para gestión de residuos sólidos y líquidos		

Fuente: Municipio de Cercado

- **EMBOL S.A TARIJA**

Actividad principal dela AOP: Producción y Embotellado De Bebidas Gaseosas.

Ubicación: San Jorge I

Calle/Av.: Av. Jorge Paz Galarza

COORDENADAS	TIPO DE DESCARGA	GESTIÓN RESIDUOS	CANTIDAD	CAPACIDAD ACTUAL	OBSERVACIONES	CONSUMO DE AGUA	FOTOGRAFÍA AOP
X: 324058.7	Líquida: SI	Descarga a:				Pozo Propio: 219.000.000 l/año	
			22.946,36ton/año o 1.355,20ton/año	COSAALT Res.industrial Res. domestica	La descarga de agua residual industrial al alcantarillado de COSAALT es agua en torta de filtrado y agua de limpieza. El agua residual doméstica es agua de comedor, sanitarios y limpieza.		
		Río/quebrada:					
		Sistema propio:			No tiene		
Y: 7615759.8	Sólida: SI	DMAT:				Esta descarga se encuentra dentro de los límites permisibles.	
		OTRA:					
	Gaseosa: SI	CO	0.00306250				
		NOx	0.00882				
Altitud: 1860 msnm		SO2	0.00000000				
		PARTICULAS	6.57e-10				
		Trata. Propio:					

Fuente: Municipio de Cercado

- **PRODUCTOS LÁCTEOS TARIJA PROLAC**

Actividad principal de la AOP: Elaboración y Comercialización de Lácteos

Ubicación: SAN JORGE I

Calle/Av.: Av. FRANCISCO LAZCANO

Telf.: 6633834

COORDENADAS	TIPO DE DESCARGA	GESTIÓN RESIDUOS	CANTIDAD	CAPACIDAD ACTUAL	OBSERVACIONES	CONSUMO DE AGUA	FOTOGRAFÍA AOP
X: 324058.7	Líquida: No se tiene datos	Descarga a:				Pozo: Propio, pero no reporta capacidad	
		COSAALT					
		Río/quebrada:	-	-	-		
		Sistema propio:	-	-	-		
Y: 7615759.8	Sólida: No se tiene datos	DMAT:			Los camiones recolectores de DEMAT realizan la recolección y transporte		
		OTRA:					
	Gaseosa:				No se tiene datos		
Altitud: 1869 msnm		Trata. Propio:					

Fuente: Municipio de Cercado

- MATADERO INDUSTRIA AVÍCOLA ANDALUZ**

Actividad principal de AOP: Crianza y faenado de pollos

Ubicación: Zona Barrio San Jorge I

Calle/Av.: calle Ricardo Paita S/N

COORDENADAS	TIPO DE DESCARGA	GESTIÓN RESIDUOS	CANTIDAD	CAPACIDAD ACTUAL	OBSERVACIONES	CONSUMO DE AGUA	FOTOGRAFÍA AOP
X: -21.553183	Líquida: SI	Descarga a:				Pozo: Propio, pero no se tiene reporte de caudal	

Fuente: Municipio de Cercado

- **CASCADA DEL SUR S.A**

Actividad principal de AOP: Elaboración de Bebidas Refrescantes

Ubicación: Zona Morros Blancos

Calle/Av.: HÉROES DEL CHACO s/n

Telf.: 6631111

COORDENADAS	TIPO DE DESCARGA	GESTIÓN RESIDUOS	CANTIDAD	CAPACIDAD ACTUAL	OBSERVACIONES	CONSUMO DE AGUA	FOTOGRAFÍA AOP
X: 324872.2581	Líquida:	Descarga a:				Pozo: Propio, No reporta datos de producción.	
		COSAALT			No se tiene datos, descarga a la Red de Alcantarillado de COSAALT bajo convenio		
		Río/quebrada:					
		Sistema propio:	-	-	No reporta		
Y: 7615747.8269	Sólida:	DMAT: No se tiene datos			Los camiones recolectores de DEMAT realizan la recolección y transporte		
		OTRA:					
	Gaseosa:				No se tiene datos		
Altitud: 1869 msnm		Trata. Propio:					

Fuente: Municipio de Cercado

• **CERVECERÍA BOLIVIANA NACIONAL S.A**
Actividad principal de AOP: Producción de cerveza

Ubicación de la AOP: Zona Morros Blancos

Calle/Av.: HÉROES DEL CHACO S/N

Telf.: 6643203

COORDENADAS	TIPO DE DESCARGA	GESTIÓN RESIDUOS	CANTIDAD	CAPACIDAD ACTUAL	OBSERVACIONES	CONSUMO DE AGUA	FOTOGRAFÍA AOP
X: 323361.458	Líquida:	Descarga a:				Pozo: Propio, No reporta datos de producción	
		No se tiene datos de ARI	No reporta	COSAALT	Tiene sistema de tratamiento de ARI, pero funciona con deficiencias, por lo que recurre a convenio con COSAALT para descargar sus aguas residuales		
		Río/quebrada:					
		Sistema propio:					
Y: 7616676.9419	Sólida: No se tiene datos	DMAT:			Los camiones recolectores de DEMAT realizan la recolección y transporte		
		OTRA:					
	Gaseosa:				No se tiene datos		
Altitud: 1867 msnm		Trata. Propio:					

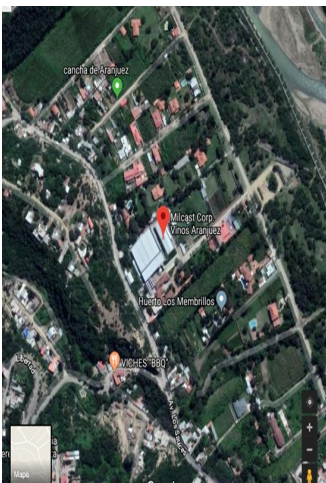
Fuente: Municipio de Cercado

• **BODEGAS MILCAST CORP. VINOS ARANJUEZ S.R.L.**

Actividad principal de AOP: Elaboración y embotellado de vinos

Ubicación: Zona Aranjuez de la ciudad De Tarija

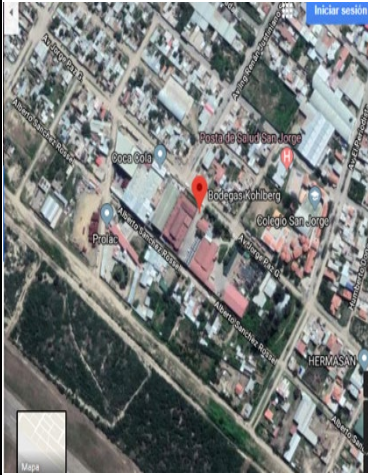
Calle/Av.: Av. ANGEL BALDIVIESO

COORDENADAS	TIPO DE DESCARGA	GESTIÓN RESIDUOS	CANTIDAD	CAPACIDAD ACTUAL	OBSERVACIONES	CONSUMO DE AGUA	FOTOGRAFÍA AOP
X: 319717.8216	Líquida: SI	Descarga a:				Pozo Propio con caudal de 690 m³/año	
			9491.46	Red Alcantarillado de COSAALT	Generación de aguas residuales industriales y domésticas por uso de agua en servicios básicos en las instalaciones. Generación de aguas residuales industriales en la bodega, generación de aguas residuales en el proceso de lavado de botellas.		
		Río/quebrada:					
		Sistema propio:	690 m³/año	No se tiene	Cuenta con sistema propio primario		
Y:761748.4313	Sólida: SI	DMAT:	1.495 Kg		Esta descarga es un total de residuos biodegradables, peligrosos y no reciclables.		
		OTRA:	9700 Kg cartón 89.179 Kg vidrio 1.771 Kg plástico		Este tipo de residuos son entregados a otras empresas en el caso del carton es entregado a Reciclador Cruz, el vidrio es entregado a Vidriolux y el plástico es entregado a formas plásticas.		
	Gaseosa:	Sin dato					
Altitud: 1864 msnm		Trata. Propio:					

Fuente: Municipio de Cercado

- **VIÑEDOS Y BODEGAS “CAMPOS DE SOLANA” Ltda.**
Actividad principal de AOP: Producción de vinos – actividad agrícola

Ubicación: Zona el portillo carretera panamericana (Tarija– Bermejo) **Calle/Av.:** Carretera a Bermejo

COORDENADAS	TIPO DE DESCARGA	GESTIÓN RESIDUOS	CANTIDAD	CAPACIDAD ACTUAL	OBSERVACIONES	CONSUMO DE AGUA	FOTOGRAFÍA AOP
X:324133	Líquida: SI	Descarga a:				31.536 m ³ /año De Pozo: Propio	
				Quebrada	Tiene cámara séptica y descarga a una quebrada adyacente en la comunidad el Portillo		
		Río/quebrada:					
		Sistema propio:	31.536m ³ /año	No se tiene	Pozo propio		
Y: 7615670	Sólida: SI	DMAT:	80 Kg/año		Descarga total de material de embalaje (plásticos y latas) y de otros materiales de composición no orgánica.		
		OTRA:	121.440 Kg/año		Descarga total de material de composición orgánica (escobajo, orujo) disposición final en área de compostaje.		
			90 kg/año		Descarga total de material de embalaje (papel y cartón) y papel de oficina de composición orgánica su disposición final a terceras personas.		
	Gaseosa: SI						
Altitud: 1856 msnm		Trata. Propio:					

Fuente: Municipio de Cercado

- **UNIVERSIDAD PRIVADA DOMINGO SAVIO**

Actividad principal de AOP: Formación de Recursos Humanos en Educación Superior

Ubicación: Barrio San Martín

Calle/Av.: LOS SAUCES

COORDENADAS	TIPO DE DESCARGA	GESTIÓN RESIDUOS	CANTIDAD	CAPACIDAD ACTUAL	OBSERVACIONES	CONSUMO DE AGUA	FOTOGRAFÍA AOP
X: 323013.62	Líquida: si	Descarga a:				Pozo: Propio sin datos	
		No se tiene dato		quebrada	Descarga a una cámara séptica y de ahí a la quebrada Sosa		
		Río/quebrada:					
		Sistema propio:					
Y: 7616891.97	Sólida:	No se tiene datos		DMAT	Los camiones recolectores de DEMAT realizan la recolección y transporte		
		OTRA:					
	Gaseosa:				No se tiene datos		
Altitud: 1864m		Trata. Propio:					

Fuente: Municipio de Cercado

4.1.5 Fuentes contaminantes actuales y su evolución en el futuro

Las unidades con elevado nivel de contaminación en sus descargas no tratadas dentro del municipio son: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Luis, las curtiembres y el Matadero Municipal; sin embargo, no se cuentan con los datos cuantitativos de las descargas contaminantes generadas por estas fuentes identificadas, por cuanto las Autoridades Ambientales competentes no realizan el seguimiento respectivo, lo cual las invisibiliza para los fines del presente trabajo.

Así mismo, existen otras industrias que no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales, por lo que en su mayoría vierten aguas residuales crudas sobre los cursos de agua superficiales.

A futuro se prevé que cada una de las unidades productivas cuente con sus sistemas de tratamiento propios en cumplimiento a lo establecido a la normativa ambiental y cumplan con el nivel de descarga que corresponda a un Río Guadalquivir con Aguas Clasificadas.

El otro punto es que la población cuente con una nueva planta de tratamiento de aguas residuales la cual sea adecuadamente mantenida para cumplir con la normativa de descarga de aguas residuales.

4.1.6 Identificación de impactos

La identificación de impactos nos permite por una parte identificar los niveles de contaminación sobre el agua y su efecto sobre la calidad de vida de la población, para luego de realizar un análisis y sistematización de los datos, poder cuantificar o proyectar los impactos futuros, para tomar las acciones de mitigación que sean necesarias y de esa manera no sólo no causar daños al ambiente y la calidad de vida de la población.

Después de haber identificado los usos del agua, y las fuentes de contaminación dentro del municipio, se llega a la conclusión de que las descargas de las aguas residuales

domésticas e industriales, la extracción de áridos, las diferentes actividades que se desarrollan en torno al río Guadalquivir y en su afluente río Santa Ana, afecta en la calidad de sus aguas, generando elevados niveles en sus parámetros, variación de caudales, eutrofización y con ello la pérdida o disminución de vida acuática.

Por ello, en las siguientes tablas se observa la identificación de impactos por punto de muestreo en el municipio de Cercado:

Tabla 10. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES MUNICIPIO DE CERCADO

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL			EFECTO	OBSERVACIONES
	CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO		
Tipas	GUA-04	Agua	Descarga aguas residuales	Eutrofización	Se reduce la calidad del agua, por la descarga sin tratamiento previo de aguas residuales principalmente domiciliarias
			Aumento DBO5, OD, CF, N, P, SS.	Pérdida de biodiversidad acuática	
			Reducción de caudal	Desvió del agua para riego	Las tomas de agua para riego se realizan en varios puntos del río sin ninguna planificación, lo cual puede afectar el caudal mínimo ecológico.
		Suelo	Residuos sólidos, Heces de animales y aves.	Contaminación de las márgenes del río, aumentan nutrientes	Estos luego son arrastrados al mismo cauce cuando existen crecidas en la época de lluvias.
		Aire	Emisión de olores	No se detectan malos olores en los alrededores	Por lo general depende de los factores de suelo y agua.

Fuente: Elaboración propia, 2018

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL			EFECTO	OBSERVACIONES
	CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO		
Petrolero	GUA-05	Agua	Descarga aguas residuales aumento DBO5, OD, CF, N, P, SS,	Eutrofización Pérdida de biodiversidad acuática	Se reduce la calidad del agua, por la descarga sin tratamiento previo de aguas residuales principalmente domiciliares
			Reducción de caudal,	Desvió del agua para riego	Las tomas de agua para riego se realizan en varios puntos del río sin ninguna planificación, lo cual puede afectar el caudal mínimo ecológico
		Suelo	Extracción de áridos.	No cumplen las normas establecidas.	La extracción de áridos no cumple las normas establecidas. Lo cual puede afectar el caudal mínimo.
			Residuos sólidos, Heces de animales y aves.	Contaminación de las márgenes del río, aumentan nutrientes	Estos luego son arrastrados al mismo cauce cuando existen crecidas en la época de lluvias.
		Aire	Emisión de olores	Se detectan malos olores en los alrededores	Por lo general depende de los factores de suelo y descargas de aguas residuales.

Fuente: Elaboración propia, 2018

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL			EFECTO	OBSERVACIONES
	CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO		
Temporal	GUA-06	Agua	Descarga aguas residuales, aguas industriales. aumento DBO5, OD, CF, N, P, SS, aceites, espuma de detergentes, etc.	Eutrofización Pérdida de biodiversidad acuática	Se reduce la calidad del agua, por la descarga sin tratamiento previo de aguas residuales domiciliarias y descargas de aguas industriales, Matadero, curtiembres y PTAR COSAALT directamente a quebradas afluentes al río.
			Reducción de caudal, Extracción de áridos.	Desvió del agua para riego No cumplen las normas establecidas	Las tomas de agua para riego se realizan en varios puntos del río sin ninguna planificación, lo cual puede afectar el caudal mínimo ecológico La extracción de áridos no cumple las normas establecidas. Lo cual puede afectar el caudal mínimo
		Suelo	Residuos sólidos, Heces de animales, aves y humanas	Contaminación de las márgenes del río, aumentan nutrientes	Estos luego son arrastrados al mismo cauce cuando existen crecidas en la época de lluvias aumentan el nivel de contaminación.
		Aire	Emisión de olores	se detectan malos olores en los alrededores	Por lo general depende de los factores de suelo y descargas de aguas residuales e industriales.

Fuente: Elaboración propia, 2018

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL			EFECTO	OBSERVACIONES
	CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO		
Santa Ana (Carretera Chaco)	SAN -01	Agua	Descarga aguas residuales. Aumento DBO5, OD, CF, N, P, SS, espuma de detergentes, etc.	Eutrofización Pérdida de biodiversidad acuática	Se reduce la calidad del agua, por la descarga sin tratamiento previo de aguas residuales domiciliarias.
			Reducción de caudal, Extracción de áridos.	Desvió del agua para riego No cumplen las normas establecidas	Las tomas de agua para riego se realizan en varios puntos del río sin ninguna planificación, lo cual puede afectar el caudal mínimo ecológico. La extracción de áridos no cumple las normas establecidas. Lo cual puede afectar el caudal mínimo.
		Suelo	No existe presencia de Residuos sólidos, Heces de animales, aves y humanas	Mínima contaminación de los márgenes del río	Debido a que no es un lugar turístico, o porque no es accesible la entrada al río.
		Aire	Emisión de olores	No detectan malos olores en los alrededores	Por lo general depende de los factores de suelo y descargas de aguas residuales domésticas.

Fuente: Elaboración propia, 2018

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL			EFECTO	OBSERVACIONES
	CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO		
Santa Ana (Carretera Bermejo)	SAN -02	Agua	Descarga aguas residuales. Aumento DBO5, OD, CF, N, P, SS, espuma de detergentes, etc.	Eutrofización Pérdida de biodiversidad acuática	Se reduce la calidad del agua, por la descarga sin tratamiento previo de aguas residuales domiciliarias.
			Reducción de caudal.	Desvió del agua para riego	Las tomas de agua para riego se realizan en varios puntos del río sin ninguna planificación, lo cual puede afectar el caudal mínimo ecológico.
		Suelo	Residuos sólidos, Heces de animales, aves y humanas	Contaminación de las márgenes del río, aumentan nutrientes	Estos luego son arrastrados al mismo cauce cuando existen crecidas en la época de lluvias.
		Aire	Emisión de olores	Se detectan malos olores en los alrededores	Por lo general depende de los factores de suelo y descargas de aguas residuales.

Fuente: Elaboración propia, 2018

4.2 RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS MONITOREOS DEL RÍO GUADALQUIVIR Y SUS PRINCIPAL AFLUENTE EN EL MUNICIPIO DE CERCADO.

4.2.1 Resultados de Condiciones Biológicas

El muestreo de macro invertebrados bentónicos como indicadores biológicos o Bioindicadores, se realizó para tener una visión más amplia del nivel de contaminación de los cuerpos de agua y evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos objetos del estudio.

Para los resultados de condiciones biológicas, se presenta la siguiente tabla con los colores que se asocian al estado de las condiciones biológicas:

Tabla 11. Rangos asignados al índice BMWP/Bol por clase y calidad de agua

Clase	Condición Biológica	BMWP/Bol	Significado	Interpretación	Color
I	Buena	> 100	Aguas muy limpias. No contaminadas	Cuerpo de agua no alterado	Azul
II	Aceptable	61-100	Se evidencia algún efecto de contaminación	Con efecto de contaminación	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas contaminadas	Aguas contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: “Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macro invertebrados bentónicos”, MMAyA

4.2.1.1 Condiciones Biológicas en el río Guadalquivir

Tabla 12. Resultados del primer y segundo monitoreo de las condiciones biológicas en el río Guadalquivir, municipio de Cercado

Código	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición Biológica	Interpretación
Primer Monitoreo					
GUA - 04	33	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica	Debido a descargas que se arrastran desde el río en la comunidad de Tomatitas, la presencia de residuos sólidos.
GUA -05	55	III	Aguas contaminadas	Dudosa	Debido a las descargas de aguas residuales, presencia de residuos sólidos, presencia de animales domésticos y a la constante extracción de áridos.
GUA – 06	9	V	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica	Debido a descargas de la planta de tratamiento de Aguas Residuales Tarija, las curtiembres colindantes al matadero Municipal, se tiene también a la presencia de residuos sólidos, heces de animales vacunos y domésticos.
Segundo Monitoreo					
GUA - 04	39	III	Aguas contaminadas	Dudosa	Posiblemente por el aumento de caudal.
GUA -05	15	V	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica	Aumenta el nivel de contaminación.
GUA – 06	9	V	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica	Se observan las descargas de la planta de tratamiento de Aguas Residuales Tarija, las curtiembres colindantes al matadero Municipal, la presencia de residuos sólidos

Fuente: Elaboración propia, 2018

4.2.1.2 Condiciones Biológicas en el río Santa Ana

Tabla 13. Resultados del segundo monitoreo de las condiciones biológicas en el río Santa Ana, municipio de Cercado

Código	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición Biológica	Interpretación
Segundo Monitoreo					
SAN – 01	19	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica	Se debe a las descargas domiciliarias y la presencia de heces de animales.
SAN – 02	31	IV	Aguas muy contaminadas	Crítica	Se debe a las descargas domiciliarias, residuos sólidos, heces animales y humanas.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Nota. - Cabe resaltar que durante el primer monitoreo no se encontró agua en estos puntos de muestreo.

4.2.2 Resultados de parámetros Fisicoquímicos y microbiológicos

La clasificación de resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los dos monitoreos, se realizaron en base a los LIMITES MAXIMOS ADMISIBLES DE PARAMETROS EN CUERPOS RECEPTORES presentado en el cuadro N^o A-1 de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Contaminación Hídrica. Ley 1333 de Medio Ambiente. Sin embargo existen parámetros que no están en la ley pero se trabajó con los resultados de los mismo tomando en cuenta la importancia de estos en la calidad de agua, en el caso de constituyentes plaguicidas como ser Endrin y Paration los cuales son insecticidas de importación prohibida son clasificados en clase D para que futuros estudios hagan un seguimiento en el control de los mismos.

4.2.2.1 Resultados obtenidos en el Río Guadalquivir

Tabla 14. Resultados de parámetros básicos en el Río Guadalquivir, Municipio de Cercado

DATOS GENERALES							PARÁMETROS BÁSICOS					
Código	Nombre	Pto_muestreo	Este	Norte	Zona	Elevación	CE	OD	pH	SSed	T	Turb
			m	m	UTM	M	μS/cm	%		mL/L	°C	NTU
PRIMER MONITOREO: 18/10/2017												
GUA-04	TIPAS - Toma de agua COSAALT	7 metros de la casa de bombeo	317150,4	7619352	20	1907	124,2	111,6	8,64	0	21,8	14
GUA-05	BARRIO PETROLERO Guadalquivir	30 metros frente a la chancadora de áridos	321613	7616618	20	1770	216	130	8,28	0	26,4	35
GUA-06	EL TEMPORAL - ANGOSTO Guadalquivir	10 metros bajo el puente El Temporal	325519	7611441	20	1814	429	113,4	8,278	0	28,1	124
SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018												
GUA-04	TIPAS - Toma de agua COSAALT	7 metros de la casa de bombeo	21518134	64764051	20	1907	78,7	106	7,54	-	18,3	7,65
GUA-05	BARRIO PETROLERO Guadalquivir	30 metros frente a la chancadora de áridos	21562432	64710633	20	1770	102,7	105,6	7,74	-	22,3	11,3
GUA-06	EL TEMPORAL - ANGOSTO Guadalquivir	10 metros bajo el puente El Temporal	21591897	64685496	20	1814	135,2	105,7	8,2	-	23,7	81,4

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 15. Resultados de constituyentes inorgánicos metálicos en el Río Guadalquivir, Municipio de Cercado

DATOS GENERALES		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES								
Código	Laboratorio	Arsénico Total	Calcio Total	Cadmio Total	Cromo Total	Hierro Total	Mercurio Total	Plomo Total	Sodio Total	Zinc Total
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
PRIMER MONITOREO: 18/10/2017										
GUA 04	CEANID	<6,1x10 ⁻⁴	8,92	<1,2x10 ⁻⁴	<2,0 x10 ⁻⁴	0,27	<8,4x10 ⁻⁵	<1,4 x10 ⁻³	12,7	<0,02
GUA 05	CEANID	<6,2x10 ⁻³	14,7	<1,2x10 ⁻⁴	<2,0 x10 ⁻⁴	1,12	<8,4x10 ⁻⁵	<1,4 x10 ⁻³	22,,2	<0,02
GUA 06	CEANID	7,6x10 ⁻³	17,8	<1,2x10 ⁻⁴	<3,3x10 ⁻³	6,15	<8,4x10 ⁻⁵	<1,4 x10 ⁻³	36,3	<0,02
SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018		Arsénico	Calcio	Cadmio	Cromo VI	Hierro II	Mercurio	Plomo	Sodio	Zinc
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
GUA 04	Spectrolab	<0,002	11,22	< 0,05	<0,005	<0,02	<0,001	<0,03	6,19	<0,05
GUA 05	Spectrolab	<0,002	12,42	< 0,05	<0,005	<0,02	<0,001	<0,03	8,11	<0,05
GUA 06	Spectrolab	<0,002	13,62	< 0,05	<0,005	<0,02	<0,001	<0,03	10,12	<0,05

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 16. Resultados de constituyentes inorgánicos no metálicos y orgánicos agregados, en el Río Guadalquivir, Municipio de Cercado

DATOS GENERALES		CONST. INORGÁNICOS NO METÁLICOS					CONST. ORGÁNICOS AGREGADOS	
Código	Laboratorio	Cianuros	Cloruros	Fosfato Total	Nitrógeno Total	Sulfatos ⁻	DBO ₅	DQO
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg O2/L	mg O2/L
PRIMER MONITOREO: 18/10/2017								
GUA 04	CEANID	<0,02	15,64	0,14	0,92	16,76	12,6	16
GUA 05	CEANID	<0,02	23,73	0,24	1,45	23,88	6	10
GUA 06	CEANID	<0,02	45,30	0,22	9,89	29,59	87	106
SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018								
GUA 04	CEANID	<0,02	2.68	0.13	0,48	14,01	2,70	13
GUA 05	CEANID	<0,02	4,14	0,43	0,71	15,89	<1	17
GUA 06	CEANID	<0,02	8,28	1,07	0,96	22,72	1,60	16

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 17. Resultados de constituyentes plaguicidas en el Río Guadalquivir, Municipio de Cercado

DATOS GENERALES		CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS								
Código	Laboratorio	Aldrín	Clordano	Endrin	Endos	HepCl	EHepCl	Lindano	MeCl	Paratión
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
PRIMER MONITOREO: 18/10/2017										
GUA 04	CEANID	<4,34x10 ⁻³	<7,14x10 ⁻⁴	<6,82x10 ⁻³	<1,93x10 ⁻³	<2,12x10 ⁻³	<1,45x10 ⁻³	<1,08x10 ⁻²	<8,00x10 ⁻⁴	<6,36x10 ⁻³
GUA 05	CEANID	<3,75x10 ⁻³	<6,17x10 ⁻³	<5,89x10 ⁻³	<1,67x10 ⁻³	<1,83x10 ⁻³	<1,25x10 ⁻³	<9,33x10 ⁻³	<6,92x10 ⁻⁴	<5,50x10 ⁻³
GUA 06	CEANID	<3,75x10 ⁻³	<6,17x10 ⁻⁴	<5,89x10 ⁻³	<1,67x10 ⁻³	<1,83x10 ⁻³	<1,25x10 ⁻³	<9,33x10 ⁻³	<6,92x10 ⁻⁴	<5,50x10 ⁻³
SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018										
GUA 04	CEANID	<5,70x10 ⁻³	<9,37x10 ⁻⁴	<8,95x10 ⁻³	<2,53x10 ⁻³	<2,78x10 ⁻³	<1,90x10 ⁻³	<1,42x10 ⁻²	<1.05x10 ⁻³	<8,35x10 ⁻³
GUA 05	CEANID	<5,70x10 ⁻³	<9,37x10 ⁻⁴	<8,95x10 ⁻³	<2,53x10 ⁻³	<2,78x10 ⁻³	<1,90x10 ⁻³	<1,42x10 ⁻²	<1.05x10 ⁻³	<8,35x10 ⁻³
GUA 06	CEANID	<4,66x10 ⁻³	<7,67x10 ⁻⁴	<7,33x10 ⁻³	<2,07x10 ⁻³	<2,28x10 ⁻³	<1,55x10 ⁻³	<1,16x10 ⁻²	<8,60x10 ⁻⁴	<6,84x10 ⁻³

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 18. Resultados de constituyentes Microbiológicos en el Río Guadalquivir, Municipio de Cercado

DATOS GENERALES		CONSTITUYENTES MICROBIOLÓGICOS
Código	Laboratorio	Colifecales
		UFC/100mL
PRIMER MONITOREO: 18/10/2017		
GUA 04	Spectrolab	6
GUA 05	Spectrolab	0
GUA 06	Spectrolab	6
SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018		Colifecales
		NMP/100mL
GUA 04	CEANID	4,6x10 ³
GUA 05	CEANID	2,1x10 ³
GUA 06	CEANID	2,4x10 ³

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 19. Resultados de medición de caudales en el río Guadalquivir, municipio de Cercado

DATOS GENERALES		Caudal M³/s
Código	Reportado por:	
PRIMER MONITOREO: 18/10/2017		
GUA 04	SENAMHI	0,524
GUA 05	SENAMHI	0,418
GUA 06	SENAMHI	1,051
SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018		
GUA 04	OTN	1,249
GUA 05	OTN	0,829
GUA 06	OTN	3,116

Fuente: Elaboración propia, 2018

4.2.2.2 Resultados obtenidos en el Río Santa Ana

Tabla 20. Resultados de parámetros básicos en el Río Santa Ana, Municipio de Cercado

DATOS GENERALES							PARÁMETROS BÁSICOS					
Código	Nombre	Pto_muestreo	Este m	Norte m	Zona UTM	Elevación M	CE μS/cm	OD %	pH	SSed mL/L	T °C	Turb NTU
SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018												
SAN 01	Santa Ana (Chaco)	Altura del puente del Río Santa Ana sobre la carretera al Chaco	21519130	64572041	20 K	1983	375	104.3	8,7	-	22,6	2,98
SAN 02	Santa Ana (Bermejo)	Altura del puente sobre el Río Santa Ana carretera a Bermejo frente al restaurante	21626032	64649738	20 K	1767	358	135	8,41	-	24,5	6,37

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 21. Resultados de constituyentes inorgánicos metálicos en el Río Santa Ana, Municipio de Cercado

DATOS GENERALES		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES								
Código	Laboratorio	Arsénico	Calcio	Cadmio	Cromo	Hierro	Mercurio	Plomo	Sodio	Zinc
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018										
SAN 01	Spectrolab	<0,002	21,64	<0,05	<0,005	<0,02	<0,001	<0,03	27,47	<0,05
SAN 02	Spectrolab	<0,002	29,25	<0,05	<0,005	<0,02	<0,001	<0,03	58,98	<0,05

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 22. Resultados de constituyentes inorgánicos no metálicos y orgánicos agregados, en el Río Santa Ana, Municipio de Cercado

DATOS GENERALES		CONST. INORGÁNICOS NO METÁLICOS					CONST. ORGÁNICOS AGREGADOS	
Código	Laboratorio	Cianuros	Cloruros	Fosfato Total	Nitrógeno Total	Sulfatos ⁻	DBO ₅	DQO
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg O2/L	mg O2/L
SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018								
SAN 01	CEANID	<0,02	57,81	0,04	0,16	41,24	1	4
SAN 02	CEANID	<0,02	57,81	0,13	0,24	45,79	1,6	16

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 23. Resultados de constituyentes plaguicidas en el Río Santa Ana, Municipio de Cercado

DATOS GENERALES		CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS								
Código	Laboratorio	Aldrín	Clordano	Endrin	Endos	HepCl	EHepCl	Lindano	MeCl	Paratión
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018										
SAN 01	CEANID	<5,70.x10 ⁻³	<9,37x10 ⁻⁴	<7,14x10 ⁻³	4,37x10 ⁻³	<2,73x10 ⁻³	<1,90x10 ⁻³	<1,42x10 ⁻²	<1,05x10 ⁻⁴	<8,35x10 ⁻³
SAN 02	CEANID	<6,25.x10 ⁻³	<1,03x10 ⁻³	<9,82x10 ⁻³	1,25x10 ⁻²	<3,06x10 ⁻³	<2,08x10 ⁻³	<1,56x10 ⁻²	<1,15x10 ⁻³	<9,17x10 ⁻³

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 24. Resultados de constituyentes Microbiológicos en el Río Santa Ana, Municipio de Cercado

DATOS GENERALES		CONSTITUYENTES MICROBIOLÓGICOS
Código	Laboratorio	Colifecales
		NMP/100mL
SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018		
SAN 01	CEANID	75
SAN 02	CEANID	23

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 25. Resultados de medición de caudales en el río Santa Ana, municipio de Cercado

DATOS GENERALES		Caudal m3/s
Código	Reportado por:	
SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018		
SAN 01	OTN	0,061
SAN 02	OTN	0,012

Fuente: Elaboración propia, 2018

4.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS

Cabe recalcar que los resultados obtenidos en los monitoreos nos proporcionan datos importantes referidos al instante en el que se obtuvo la muestra, por lo tanto, pueden dar resultados muy alarmantes o al contrario pasar desapercibidos.

En ese entendido, observamos que en los diferentes puntos de monitoreos del río Guadalquivir se presentan parámetros como el DBO5 y DQO que sobrepasan los límites de calidad en el punto GUA 06.

Cabe mencionar que no se pudo realizar un análisis comparativo de los datos obtenidos en el río Santa Ana debido a que en el segundo monitoreo no había caudal de agua.

4.3.1 Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

4.3.1.1 Análisis de Conductividad

En la tabla, se presenta la comparación de valores de Conductividad obtenidos en los puntos de muestreo del río Guadalquivir en ambos monitoreos y los valores de límites permisibles establecidos en el RMCH:

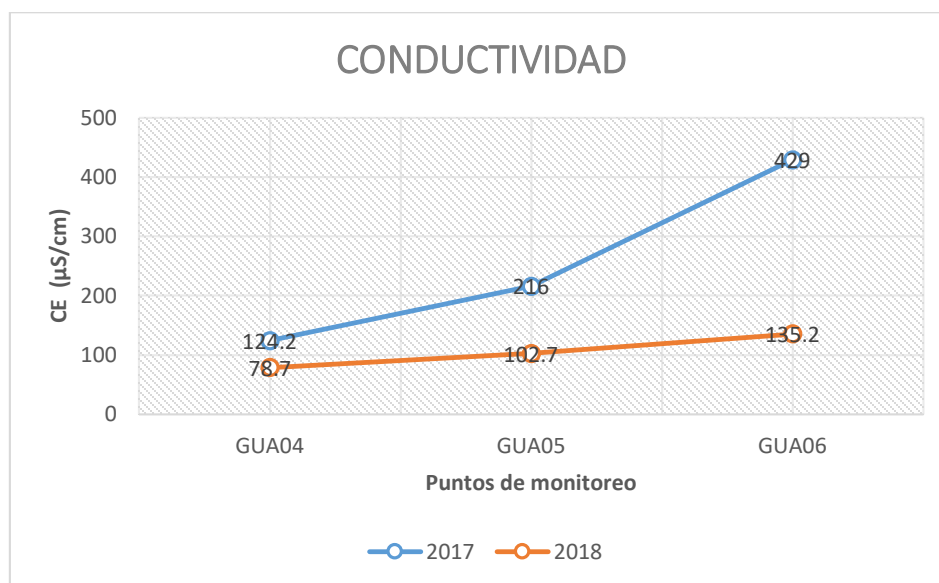
Tabla 26. Variación de valores de Conductividad

Punto de muestreo	2017	2018	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 04	124.2	78.7	140	300	500	1600
GUA 05	216	102.7	140	300	500	1600
GUA 06	429	135.2	140	300	500	1600

Fuente: Elaboración propia, 2018

Se puede observar que en el río Guadalquivir, el punto de muestreo GUA 06, el resultado en el primer monitoreo, se encuentra en clase C.

Gráfico 1. Variación de los resultados de conductividad



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tomando en cuenta los límites máximos y mínimos permisibles establecidos en la Ley podemos observar como estos varían.

4.3.1.2 Análisis de Turbidez

En la tabla, se presenta la comparación de valores de Turbidez obtenidos en los puntos de muestreo del río Guadalquivir en ambos monitoreos y los valores de límites permisibles establecidos en el RMCH:

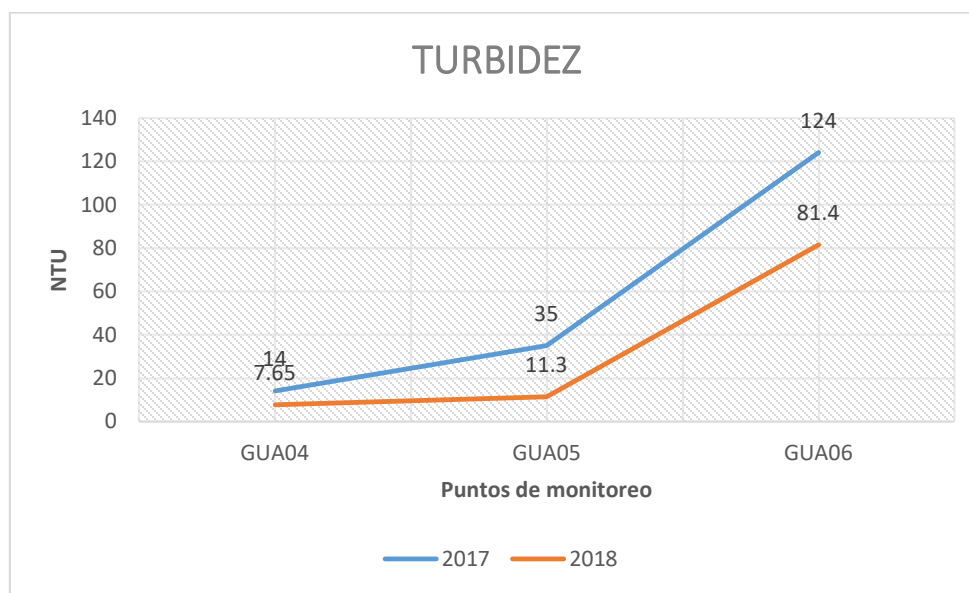
Tabla 27. Variación de valores de Turbidez

Punto de muestreo	2017	2018	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 04	14	7.65	<10	< 50	< 2000	<10000
GUA 05	35	11.3	<10	< 50	< 2000	<10000
GUA 06	124	81.4	<10	< 50	< 2000	<10000

Fuente: Elaboración propia, 2018

Se puede observar que en el río Guadalquivir, el punto de muestreo GUA 06, el resultado en el primer monitoreo, se encuentra en clase C.

Gráfico 2. Variación de los resultados de Turbidez



Fuente: Elaboración propia, 2018

Uno de los factores que pueden influir en este parámetro obtenido es la extracción de áridos que se realiza en el río, como así también a las descargas de aguas residuales en el río.

4.3.1.3 Análisis de Hierro

En la tabla, se presenta la comparación de valores de Hierro obtenidos en los puntos de muestreo del río Guadalquivir en ambos monitoreos y los valores de límites permisibles establecidos en el RMCH:

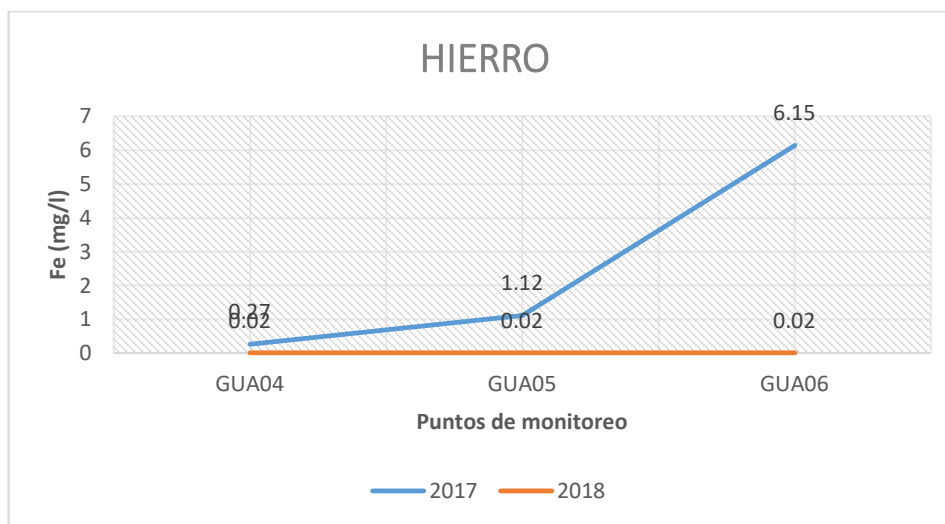
Tabla 28. Variación de valores de Hierro

Punto de muestreo	2017	2018	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 04	0.27	0.02	0,3	0,3	1	1
GUA 05	1.12	0.02	0,3	0,3	1	1
GUA 06	6.15	0.02	0,3	0,3	1	1

Fuente: Elaboración propia, 2018

Se puede observar que en el río Guadalquivir, el punto de muestreo GUA 06, el resultado en el primer monitoreo, está fuera de los límites permisibles de calidad.

Gráfico 3. Variación de los resultados de Hierro



Fuente: Elaboración propia, 2018

El valor elevado de hierro se puede asociar a actividades de explotación de agregados o también puede ser de origen natural, sin embargo en este punto de muestreo se evidenció que se realiza la extracción de áridos, descargas de curtiembres en este río que se une a la quebrada cabeza de toro donde las curtiembres descargan sus aguas residuales.

4.3.1.4 Análisis de Fosfato

En la tabla, se presenta la comparación de valores de Fosfato obtenidos en los puntos de muestreo del río Guadalquivir en ambos monitoreos y los valores de límites permisibles establecidos en el RMCH:

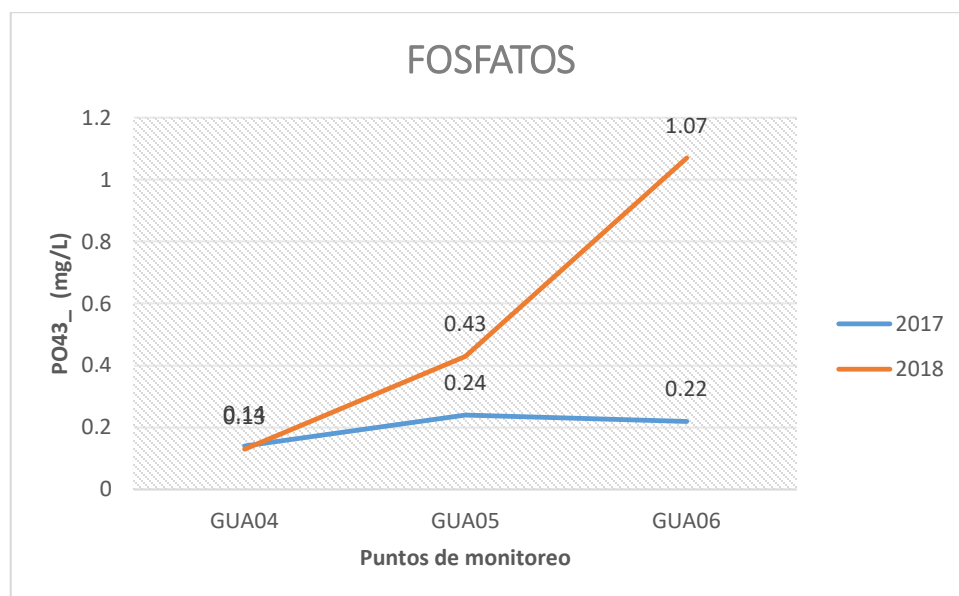
Tabla 29. Variación de valores de Fosfato

Punto de muestreo	2017	2018	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 04	0.14	0.13	0,4	0,5	1	1
GUA 05	0.24	0.43	0,4	0,5	1	1
GUA 06	0.22	1.07	0,4	0,5	1	1

Fuente: Elaboración propia, 2018

Se puede observar que en el río Guadalquivir, el punto de muestreo GUA 06, el resultado en el segundo monitoreo, está fuera de los límites permisibles de calidad.

Gráfico 4. Variación de los resultados de Fosfatos



Fuente: Elaboración propia, 2018

El valor obtenido de fosfato en el segundo monitoreo en el punto GUA 06 puede deberse a las descargas domésticas e industriales que desembocan en la quebrada cabeza de toro y torrecillas, las mismas que llegan hasta el río Guadalquivir, ya que se pudo observar que el agua tenía un color marrón con la presencia de aceites, espuma y residuos sólidos.

4.3.1.5 Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno

En la tabla, se presenta la comparación de valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno obtenidos de en los puntos de muestreo del río Guadalquivir en ambos monitoreos y los valores de límites permisibles establecidos en el RMCH:

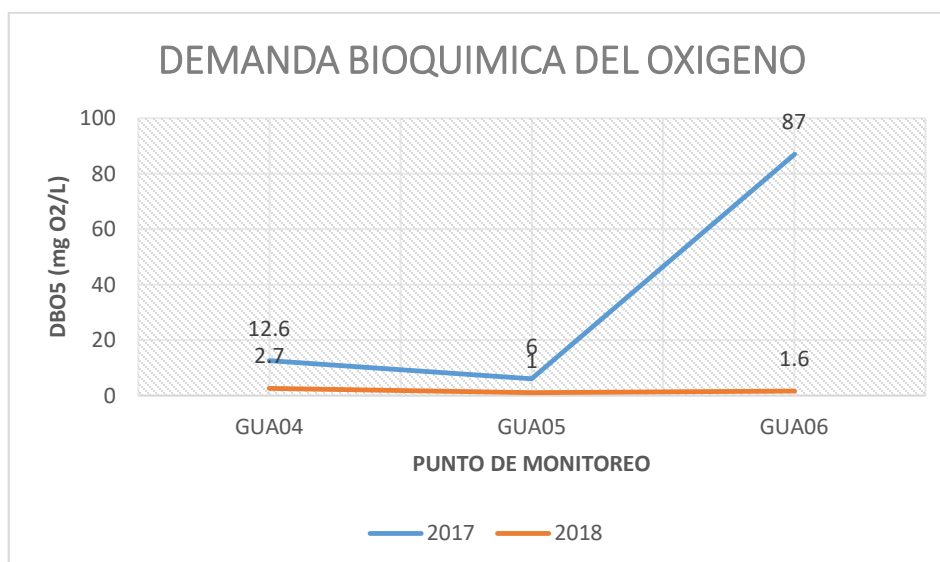
Tabla 30. Variación de valores de DBO5

Punto de muestreo	2017	2018	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 04	12.6	2.7	<2	<5	<20	<30
GUA 05	6	1	<2	<5	<20	<30
GUA 06	87	1.6	<2	<5	<20	<30

Fuente: Elaboración propia, 2018

Se puede observar que en el río Guadalquivir, el punto de muestreo GUA 06, el resultado en el primer monitoreo, está fuera de los límites permisibles de calidad.

Gráfico 5. Variación de los resultados de DBO5



Fuente: Elaboración propia, 2018

El resultado obtenido de DBO5 en el segundo monitoreo en el punto GUA 06 puede deberse a las descargas domésticas e industriales que desembocan en la quebrada cabeza de toro y torrecillas, las mismas que llegan hasta el río Guadalquivir, ya que se pudo observar que el agua tenía un color marrón con la presencia de aceites, espuma y residuos sólidos.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es una medida del oxígeno requerido para la estabilización química y biológica de la materia orgánica en un intervalo de tiempo

específico. Mientras mayor sea la cantidad de materia orgánica biodegradable vertida a un cuerpo de agua, mayor será la necesidad de oxígeno para su descomposición y estabilización y por tanto se producirá una disminución en el oxígeno disuelto creándose condiciones que van en detrimento de la vida acuática y de los usos que se le puedan dar a esta agua.

4.3.1.6 Análisis de Demanda Química de Oxígeno

En la tabla, se presenta la comparación de valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno obtenidos de en los puntos de muestreo del río Guadalquivir en ambos monitoreos y los valores de límites permisibles establecidos en el RMCH:

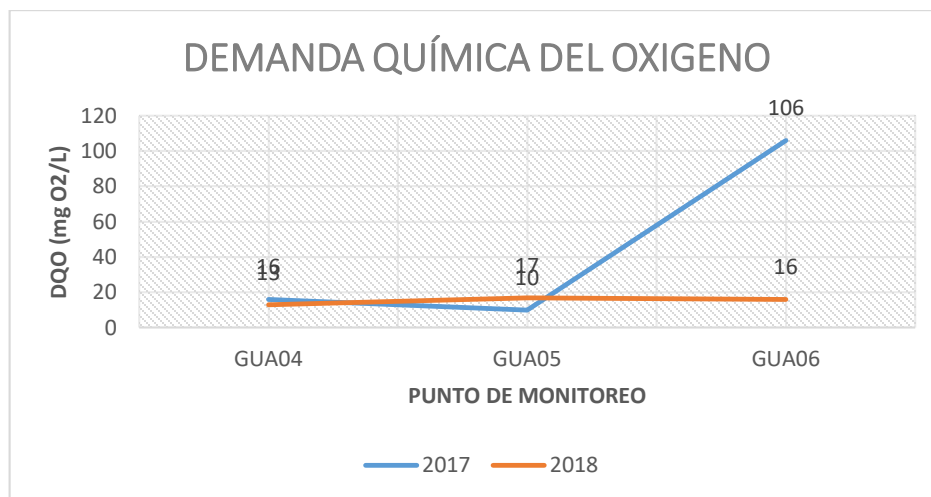
Tabla 31. Variación de valores de DQO

Punto de muestreo	2017	2018	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 04	16	13	<5	<10	<40	<60
GUA 05	10	17	<5	<10	<40	<60
GUA 06	106	16	<5	<10	<40	<60

Fuente: Elaboración propia, 2018

Se puede observar que en el río Guadalquivir, el punto de muestreo GUA 06, el resultado en el primer monitoreo, está fuera de los límites permisibles de calidad.

Gráfico 6. Variación de los resultados de DQO



Fuente: Elaboración propia, 2018

Este parámetro podría estar influenciado por las descargas de aguas residuales que se realiza en el cuerpo de agua.

4.3.1.7 Análisis de Coliformes

En la tabla, se presenta la comparación de valores de Coliformes obtenidos de en los puntos de muestreo del río Guadalquivir en ambos monitoreos y los valores de límites permisibles establecidos en el RMCH:

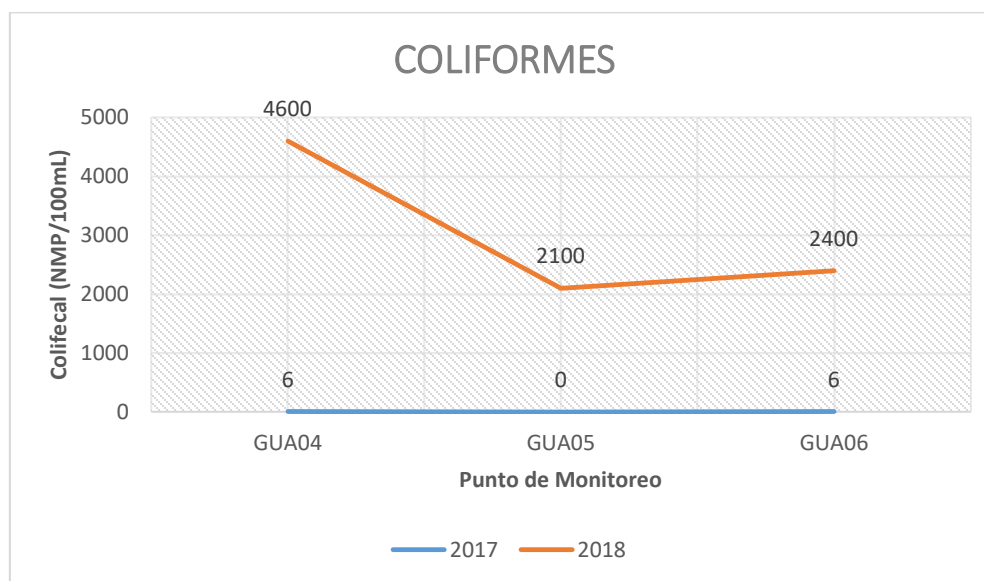
Tabla 142. Variación de valores de Coliformes

Punto de muestreo	2017	2018	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 04	6	4600	<50 y <5 en 80% de muestras	<1000 y <200 en 80% de muestras	<5000 y < 1000 en 80% de muestras	<50000 y <5000 en 80% de muestras
GUA 05	0	2100	<50 y <5 en 80% de muestras	<1000 y <200 en 80% de muestras	<5000 y < 1000 en 80% de muestras	<50000 y <5000 en 80% de muestras
GUA 06	6	2400	<50 y <5 en 80% de muestras	<1000 y <200 en 80% de muestras	<5000 y < 1000 en 80% de muestras	<50000 y <5000 en 80% de muestras

Fuente: Elaboración propia, 2018

Se puede observar que en el río Guadalquivir, el punto de muestreo GUA 04, el resultado en el segundo monitoreo, se encuentra en clase C.

Gráfico 7. Variación de los resultados de Coliformes



Fuente: Elaboración propia, 2018

La presencia de Coliformes en este punto, podría ser por los aportes de las descargas domiciliarias de Tomatitas, el consumo animal.

4.4 ESTADO ACTUAL DEL RÍO GUADALQUIVIR Y SUS AFLUENTES

4.4.1 Estado actual en los puntos de monitoreo del río Guadalquivir

Punto de monitoreo GUA 04

Tabla 33. Estado actual del cuerpo de agua en el punto GUA-04

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
Primer monitoreo					
Parámetros Evaluados	Conductividad Oxígeno Disuelto, SSed, Arsénico, Calcio Cadmio, Cromo, Hierro, Mercurio, plomo, Sodio, Zinc, Cianuros, Cloruro, Fosfatos, Nitrógeno, Sulfatos, Aldrín, Clordano, Endos, Heptacloro, Exaheptacloro, Lindano, Metacloro	pH, Turbidez, Colifecales	DBO5	DQO	
Segundo monitoreo					
Parámetros Evaluados	Conductividad Oxígeno Disuelto, pH, Turbidez, Arsénico, Calcio, Cromo, Hierro, Mercurio, Plomo, Sodio, Zinc, Cianuros, Fosfatos, Cloruros, Nitrógeno total, Sulfatos, Aldrín, Clordano, Endos, Heptacloro, Exaheptacloro, Lindano, Metacloro	DBO5		DQO Colifecales	Cadmio

Fuente: Elaboración propia, 2018

Nota.- Los valores de Cadmio, no han sido detectados, debido a que sus valores están por debajo del límite de detección del equipo.

De acuerdo al análisis realizado se puede observar que los resultados en este punto del río Guadalquivir, para el primer y segundo monitoreo el estado del cuerpo de agua en este punto es de **clase D**.

Punto de monitoreo GUA 05

Tabla 34. Estado actual del cuerpo de agua en el punto GUA-05

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
Primer monitoreo					
Parámetros Evaluados	Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Sedimentados, Arsénico Total, Cadmio, Calcio, Cromo Total, Mercurio, Plomo, Sodio, Zinc, Cianuro, Cloruro, Fosfato, Nitrógeno, Sulfato, Aldrín, Clordano, Endos, Heptacloro, Exaheptacloro, Lindano, Metacloro, Colifecales.	Conductividad Turbidez, DQO.	DBO ₅		Endrin, paration
Segundo monitoreo					
Parámetros Evaluados	Conductividad, Oxígeno Disuelto, pH, Arsénico Total, Calcio, Cromo VI, Hierro, Mercurio, Plomo, Sodio, Zinc, Cianuro, Cloruro, Nitrógeno, Sulfato, DBO ₅ , Aldrín, Clordano, Endos, Heptacloruro, Exaheptacloruro, Lindano, Metacloro.	Turbidez, Fosfato.	DQO	Colifecales	Cadmio, Endrin, paration

Fuente: Elaboración propia, 2018

Nota.- Los valores de Cadmio, no han sido detectados, debido a que sus valores están por debajo del límite de detección del equipo.

* Endrín y Paratión, solo entran en una de las 4 clases (A, B, C o D), cuando su valor es 0.

De acuerdo al análisis realizado se puede observar que los resultados en este punto del río Guadalquivir, la calidad del agua para el primer monitoreo es de **clase C** y para el segundo monitoreo el estado del cuerpo de agua es de **clase D**, sin tomar en cuenta el resultado de Cadmio por lo expuesto anteriormente sobre el límite de detección y los constituyentes plaguicidas Endrín y Paratión que se encuentra en “clase critica” en ambos monitoreos.

Punto de monitoreo GUA 06

Tabla 35. Estado actual del cuerpo de agua en el punto GUA-06

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
Primer monitoreo					
Parámetros Evaluados	Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Sedimentados, Arsénico Total, Calcio Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total, Plomo Total, Sodio Total, Zinc Total, Cianuros, Cloruros, Fosfato Total, Sulfatos, Aldrín, Clordano, Endos, Heptacloruro, Lindano, Metacloruro.	Colifecales, Nitrógeno Total.	Conductividad.	Turbidez.	Endrín, Paratión, Hierro, DBO ₅ , DQO.
Segundo monitoreo					
Parámetros Evaluados	Conductividad, Oxígeno Disuelto, PH, Arsénico, Calcio, Cromo VI, Hierro II, Mercurio, Plomo, Sodio, Zinc, Cianuros, Cloruros, Nitrógeno Total, Sulfatos, DBO ₅ .		Turbidez, DQO.	Colifecales	Endrín, Paration, Cadmio, Fosfato Total.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Nota.- Los valores de Cadmio, no han sido detectados, debido a que sus valores están por debajo del límite de detección del equipo.

* Endrín y Paratión, solo entran en una de las 4 clases (A, B, C o D), cuando su valor es 0.

De acuerdo al análisis realizado se puede observar que los resultados en este punto del río Guadalquivir, la calidad del agua para el primer y segundo monitoreo es de **clase D**, sin tomar en cuenta el resultado de Cadmio por lo expuesto anteriormente sobre el límite de detección y los constituyentes plaguicidas Endrín y Paratión que se encuentra en “clase critica” en ambos monitoreos.

4.4.2 Estado actual en los puntos de monitoreo del río Santa Ana

Punto de monitoreo SAN 01

Tabla 36. Estado actual del cuerpo de agua en el punto SAN 01

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
Segundo monitoreo					
Parámetros Evaluados	Oxígeno Disuelto, Turbidez, Arsénico, Calcio, Cromo, Hierro, Mercurio, Plomo, Sodio, Zinc, Cianuros, Cloruros, Fosfato Total, Nitrógeno Total, Sulfatos, DBO ₅ , DQO, Aldrín, Clordano, Endos, Heptacloruro, Exaheptacloruro, Lindano, Metacloruro.	pH, Colifecales	Conductividad.		Cadmio, Endrín, Paration.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Nota.- Los valores de Cadmio, no han sido detectados, debido a que sus valores están por debajo del límite de detección del equipo.

* Endrín y Paratión, solo entran en una de las 4 clases (A, B, C o D), cuando su valor es 0.

De acuerdo al análisis realizado se puede observar que los resultados en este punto del río Santa Ana, la calidad del agua para el segundo monitoreo es de **clase C**, sin tomar en cuenta el resultado de Cadmio por lo expuesto anteriormente sobre el límite de detección y los constituyentes plaguicidas Endrín y Paratión que se encuentra en “clase critica” en ambos monitoreos.

Punto de monitoreo SAN 02

Tabla 37. Estado actual del cuerpo de agua en el punto SAN 02

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
Segundo monitoreo					
Parámetros Evaluados	pH, Turbidez, Arsénico, Calcio, Cromo, Hierro, Mercurio, Plomo, Sodio, Zinc, Cianuros, Cloruros, Fosfato Total, Nitrógeno Total, Sulfatos, DBO ₅ , Aldrín, Clordano, Endos, Heptacloruro, Exaheptacloruro, Lindano, Metacloruro.	Colifecales	Conductividad, DQO.	Oxígeno Disuelto,	Cadmio, Endrín, Paratión.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Nota. - Los valores de Cadmio, no han sido detectados, debido a que sus valores están por debajo del límite de detección del equipo.

* Endrín y Paratión, solo entran en una de las 4 clases (A, B, C o D), cuando su valor es 0.

De acuerdo al análisis realizado se puede observar que los resultados en este punto del río Guadalquivir, la calidad del agua para el primer y segundo monitoreo es de **clase D**, sin tomar en cuenta el resultado de Cadmio por lo expuesto anteriormente sobre el límite de detección y los constituyentes plaguicidas Endrín y Paratión que se encuentra en “clase critica” en ambos monitoreo.

Tabla 38. Estado de los cuerpos de agua en el primer y segundo monitoreo, municipio de Cercado

Código	Río		Clase	Uso
GUA-04	Río Guadalquivir	Primer Monitoreo	Clase D	Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, requiere previa presedimentación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales
		Segundo monitoreo	Clase D	
GUA-05	Río Guadalquivir	Primer Monitoreo	Clase C	Aguas de utilidad general que para abastecimiento doméstico de agua potable, se requiere de previo tratamiento físico y desinfección
		Segundo monitoreo	Clase D	Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, requiere previa presedimentación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.
GUA-06	Río Guadalquivir	Primer Monitoreo	Clase D	Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, requiere previa presedimentación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.
		Segundo monitoreo	Clase D	
SAN -01	Río Santa Ana	Segundo monitoreo	Clase C	Aguas de utilidad general que para abastecimiento doméstico de agua potable, se requiere de previo tratamiento físico y desinfección.
SAN -02	Río Santa Ana	Segundo monitoreo	Clase D	Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, requiere previa presedimentación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

Fuente: Elaboración propia, 2018

4.5 CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES EN EL MUNICIPIO DE CERCADO

4.5.1 Criterio para la clasificación de cuerpos de aguas

El marco normativo ambiental nacional establecido a través de la CPE y la Ley N° 1333 y sus reglamentos establece, como parte de la Política Ambiental Nacional, la optimización y racionalización del uso de aguas, aire, suelos y otros recursos naturales renovables, garantizando su disponibilidad a largo plazo. También señala que la protección y conservación del recurso agua es tarea fundamental y de prioridad nacional del Estado y la sociedad; así como su planificación, uso y aprovechamiento integral, para beneficio de la comunidad y el asegurar su disponibilidad permanente; priorizando acciones a fin de garantizar agua de consumo para toda la población.

El Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica - RMCH, **plantea la Clasificación de Cuerpos de Agua (CCA)** como una herramienta para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos, **señalando que la misma debe realizarse con base en su aptitud de uso y que debe entenderse como el establecimiento del nivel de calidad existente o el nivel a ser alcanzado y/o mantenido en un cuerpo de agua.** Por ello, en el marco de lo establecido en la Metodología para la Elaboración de la Propuesta de Clasificación de Cuerpos de Agua, el trabajo realizado en lo que corresponde a la propuesta de Clasificación del Río Guadalquivir, inicialmente rescata lo que significa el Río para la población en lo que corresponde a sus valores culturales y el uso de sus espacios como ambientes de recreación, abastecimiento de agua y materiales áridos, por ello se plantea que la Clasificación debe estar basada en su aptitud de uso actual pero proyectando su evolución positiva para mejorar su calidad una vez que se desarrollen medidas de mitigación que son planteadas para su recuperación, medidas que deben estar de acuerdo con políticas ambientales del país y del departamento de Tarija, en el marco del desarrollo sostenible, tomando como base la clasificación establecida en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica RMCH.

En ese sentido, con la finalidad de poder restaurar la calidad hídrica del río Guadalquivir y sus afluentes en el municipio de Cercado y en cumplimiento a las observaciones presentadas por la Contraloría General de Estado en la auditoría en la cual indica: “El río Guadalquivir no está clasificado, las disposiciones ambientales vigentes existentes en el país establecen que los ríos nacionales deben clasificarse de acuerdo a su aptitud de uso para que partir de esta clasificación se pueda establecer las condiciones mínimas de calidad y condicionar la calidad de los efluentes que son descargados a su curso y prevenir su contaminación”. (**Contraloría General del estado, 2016**)

Sujeto a lo mencionado, se define la clasificación por aptitud de uso establecido en el Reglamento de Materia y Contaminación Hídrica.

4.5.2 Determinación de la calidad deseada del curso del agua del río Guadalquivir

De manera general se observó que los resultados en las dos campañas de monitoreo, presentan parámetros que varían desde clase A hasta clase D, por ello, es que se propone una Clasificación de acuerdo a la aptitud de uso deseada, para que de esta manera las instituciones y las industrias involucradas se ajusten a esta línea base y puedan realizar sus descargas de acuerdo a la clasificación establecida.

Se propone **clase C** para el tramo desde el punto en GUA-04 (X: 21518134; Y: 64764051; 20 K) en la comunidad de Tipas, hasta la comunidad de Santa Ana.

De acuerdo a la aptitud de uso, estas aguas pueden ser de uso general, para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica, pueden ser habilitadas para recreación de contacto primario como natación e inmersión, para abastecimiento industrial, para la cría natural y/o intensa (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana y para abrevadero de animales.

Durante los **PRÓXIMOS CINCO AÑOS**, pasados los cuales y luego que se implementen las medidas de Mitigación planteadas en toda la cuenca los cursos del Agua de los Ríos Guadalquivir pasen a “**Clase B**”.

ESTRATEGÍA DE MANEJO AMBIENTAL

5.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS (PPM)

Se presentan las siguientes tablas con las medidas de mitigación correspondientes a cada impacto ambiental identificado por punto, para que de esta manera se pueda a un mediano o largo plazo restaurar y recuperar la calidad hídrica deseada.

Tabla 39. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos en Cercado

IMPACTO AMBIENTAL			MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	PRIORIDAD	PLAZO DE IMPLEMENTACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE CONCLUSIÓN	FECHA DE REVISIÓN O INSPECCIÓN
CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO						
GUA-04	Agua	Descarga aguas residuales	Poner en funcionamiento una PTAR en Tomatitas, para que las aguas descargadas cumplan la normativa ambiental	Media	3 años	01/01/19	01/01/22	06/06/22
		Reducción de caudal	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/19	01/01/20	01/06/20
	Suelo	Residuos sólidos	Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/03/19	01/03/20	06/3/20
	Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos	Baja	2año	01/01/20	01/01/22	06/11 /20
GUA-05	Agua	Descarga aguas residuales	Poner en funcionamiento la nueva PTAR de la ciudad de Tarija con aguas de descarga en cumplimiento a la normativa ambiental. Implementar sistemas de tratamiento en barrios o comunidades que no se interconecten al sistema central.	Media	3 años	01/01/19	01/01/22	06/06/22

IMPACTO AMBIENTAL			MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	PRIORIDAD	PLAZO DE IMPLEMENTACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE CONCLUSIÓN	FECHA DE REVISIÓN O INSPECCIÓN
CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO						
			Realizar el reacondicionamiento y mantenimiento de las cámaras sépticas que administra COSAALT. Implementar sistemas de tratamiento en las curtiembres y matadero Municipal. Mejorar la operación de las PTAR en San Luis, de manera que sus descargas cumplan con la nueva normativa.					
		Desvió del agua para riego, explotación de áridos	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río. Velar por el cumplimiento de la norma de extracción de áridos, aplicando fuertes sanciones.	Media	1 año	01/01/20	01/01/21	01/02/21
	Suelo	Residuos sólidos	Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/03/19	01/03/20	06/3/20
	Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos, y otros líquidos que afecten al medio ambiente.	Baja	2 años	01/01/20	01/01/22	06/01/22
GUA-06	Agua	Descarga aguas residuales e industriales	Idem Barrio Petrolero.	Media	3 años	01/01/19	01/01/22	06/06/22
		Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/19	01/01/20	06/01/20
	Suelo	Residuos sólidos	Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/03/19	01/03/20	11/03/20
	Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos	Baja	2 años	01/01/20	01/01/22	06/01/22

IMPACTO AMBIENTAL			MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	PRIORIDAD	PLAZO DE IMPLEMENTACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE CONCLUSIÓN	FECHA DE REVISIÓN O INSPECCIÓN
CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO						
SAN-01	Agua	Descarga aguas residuales	Poner en funcionamiento una PTAR, con aguas de descarga en cumplimiento a la normativa ambiental	Media	3 año	01/01/20	01/01/23	06/06/23
		Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/19	01/01/20	06/01/20
	Suelo	Residuos sólidos	Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/03/19	01/03/20	11/03/20
	Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos	Baja	2 años	01/01/20	01/01/22	06/01/22
SAN-02	Agua	Descarga aguas residuales	Poner en funcionamiento una PTAR, para que las aguas de descarga cumplan con la normativa ambiental.	Media	2 años	01/01/20	01/01/22	06/06/22
		Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/19	01/01/20	06/01/20
	Suelo	Residuos sólidos	Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/03/19	01/03/20	11/01/20
	Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos	Baja	2 años	01/01/20	01/01/22	06/01/22

Fuente: Elaboración propia, 2018

PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

6.1 PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL (PASA)

Tabla 40. PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL CERCADO

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación Puntos de muestreo	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Material requerido	Responsable	Observaciones
Código	Factor	Atributo								
GUA - 04	Agua	Descarga aguas residuales	Poner en funcionamiento una PTAR en la comunidad de Tomatitas, con aguas de descarga en cumplimiento a la normativa ambiental	Tipas X: -21518134 Y: -64764051 Altura: 1907	Clase C	DBO ₅ : 80 mg/L DQO: 250 mg/L CF: N: F:	Semestral	Equipo de campo	Equipo técnico Municipio	Debe darse cumplimiento a la clasificación del cuerpo del agua
		Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río		Evitar desvío del agua					Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico
	Suelo	Residuos sólidos	Implementar letreros de advertencia y sanciones		—	—	—			
	Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos							
GUA - 05	Agua	Descarga aguas residuales	Poner en funcionamiento la nueva PTAR de la ciudad de Tarija con aguas de descarga en cumplimiento a la normativa ambiental. Implementar sistemas de tratamiento en barrios o comunidades que no se interconecten al sistema central. Realizar el reacondicionamiento y	Petrolero X: -21562432 Y: -64710633 Altura: 1770	Clase C	DBO ₅ : 80 mg/L DQO: 250 mg/L: CF: N: F:	Semestral	Equipo de campo	Equipo técnico Municipio	Debe darse en cumplimiento a la clasificación del cuerpo del agua

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación Puntos de muestreo	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Material requerido	Responsable	Observaciones
Código	Factor	Atributo								
			mantenimiento de las cámaras sépticas que administra COSAALT.							
		Desvió del agua para riego Extracción de áridos	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río Ajustar la norma con fuertes sanciones		Evitar desvío del agua					Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico
	Suelo	Residuos sólidos	Implementar letreros de advertencia y sanciones							
	Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos							
GUA - 06	Agua	Descarga aguas residuales e industriales.	IDEM Barrio Petrolero	Temporal X: -21591897 Y: -64685496 Altura: 1814	Clase C	DBO ₅ : 80 mg/L DQO: 250 mg/L CF: N: F:	Semestral	Equipo de campo	Equipo técnico Municipio	Debe darse en cumplimiento a la clasificación del cuerpo del agua
		Desvió del agua para riego Extracción de áridos	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río		Evitar desvío del agua					Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico
	Suelo	Residuos sólidos	Implementar letreros de advertencia y sanciones							
	Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos							

Impacto Ambiental			Medidas de Prevención y Mitigación	Ubicación Puntos de muestreo	Parámetro de verificación	Límite permisible	Frecuencia de muestreo	Material requerido	Responsable	Observaciones
Código	Factor	Atributo								
SAN - 01	Agua	Descarga aguas residuales domesticas	Poner en funcionamiento una PTAR, con aguas de descarga en cumplimiento a la normativa ambiental	Santa Ana (Chaco) X: -21519130 Y: -64572041 Altura: 1983	Clase C	DBO ₅ : 80 mg/L DQO: 250 mg/L CF: N: F:	Semestral	Equipo de campo	Equipo técnico Municipio	Debe darse en cumplimiento a la clasificación del cuerpo del agua
		Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río		Evitar desvío del agua					Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico
	Suelo	Residuos sólidos	Implementar letreros de advertencia y sanciones							
	Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos							
SAN - 02	Agua	Descarga aguas residuales	Poner en funcionamiento una PTAR, con aguas de descarga en cumplimiento a la normativa ambiental	Santa Ana (Bermejo) X: -21626032 Y: -64649738 Altura: 1767	Clase C	DBO ₅ : 80 mg/L DQO: 250 mg/L CF: N: F:	Semestral	Equipo de campo	Equipo técnico Municipio	Debe darse en cumplimiento a la clasificación del cuerpo del agua
		Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río		Evitar desvío del agua					Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico
	Suelo	Residuos sólidos	Implementar letreros de advertencia y sanciones							
	Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos							

Fuente: Elaboración propia, 2018

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Con la ejecución del presente trabajo se presentó una propuesta para la clasificación de las aguas superficiales del Río Guadalquivir y su principal afluente en lo que toca al municipio de Cercado, de acuerdo a la aptitud de uso deseada, por lo que en principio y en base a los análisis realizados se recomienda **clase C** para el tramo desde el punto en GUA-04 en la comunidad de Tipas, hasta la comunidad de Santa Ana.

De acuerdo a los objetivos específicos planteados se puede concluir lo siguiente:

- Se recopiló y sistematizó de manera oportuna la información necesaria para poder llevar a cabo el presente trabajo, entre ellos, se tiene la “Auditoría sobre la Contaminación Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir” y la “Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir” elaborados por la Contraloría General del Estado, así también el “Saneamiento Ambiental del Río Guadalquivir UAJMS- 1999” y otros estudios de menor alcance.
- Se estableció el marco ambiental referencial definiendo la línea base sobre la calidad de las aguas superficiales con los resultados obtenidos de los dos monitoreos realizados en el mes de octubre de 2017 (época de estiaje) y otro en mayo de 2018 (época de lluvia), con 15 parámetros básicos y 18 parámetros complementarios.
- Se evaluó la calidad de las aguas superficiales del río Guadalquivir y su principal afluente que atraviesa el Municipio de Cercado, en base a dos monitoreos, en época de estiaje y en época de lluvia, para poder analizar la influencia del caudal respecto a la concentración de cada parámetro evaluado; el proceso de evaluación se ejecutó bajo el cumplimiento de las metodologías establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, así también se efectuó la valoración fisicoquímica y bacteriológica.
- A través del análisis realizado se identificaron puntos críticos dentro del municipio de Cercado, como es el punto GUA 06 “Temporal” donde el valor reportado de

algunos parámetros como el Hierro, DBO5 y DQO para el primer monitoreo se encuentran en clase crítica y lo propio se reportó en el punto GUA 04 “Tipas”, donde el valor reportado de coliformes, se encuentra también en clase C para el segundo monitoreo. Observamos que ambos puntos se encuentran relacionados con las descargas de aguas residuales. Por un lado, la planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en San Luis, que descarga sus aguas en la quebrada de Torrecillas y cabeza de Toro los mismos que son afluentes del río Guadalquivir, así también las descargas de curtiembres, y por otro las descargas de aguas residuales el consumo de animales en Tomatitas que arrastran aguas abajo hacia el punto en Tipas, por lo tanto son puntos críticos que deben ser evaluados y controlados periódicamente y con mayor detenimiento.

- Se estableció el uso de las aguas superficiales de acuerdo a la clasificación propuesta, siendo para “**clase C**”, aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica. El uso de estas aguas debe corresponder al siguiente orden:
 - Para abastecimiento doméstico de agua potable, previa floculación, sedimentación, filtración y desinfección,
 - Para recreación de contacto primario,
 - Para abastecimiento industrial, y/o riego
 - Para la cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana.
 - Para abrevadero de animales,
- Se elaboró la propuesta para la clasificación de las aguas superficiales del río Guadalquivir y su principal afluente en el municipio de Cercado, como una contribución personal para el “Proyecto de Monitoreo y Clasificación de aguas superficiales en la Cuenca del Valle Central de Tarija”, documento que será presentado a las autoridades competentes para su aprobación; para la realización del mismo, se cooperó de manera eficiente con recopilación de información, trabajo

de campo, sistematización de datos y análisis de los resultados para tomar las medidas de mitigación correspondientes.

RECOMENDACIONES

Concluido el trabajo de Clasificación de aguas superficiales en el río Guadalquivir y su principal afluente en el municipio de Cercado, se recomienda lo siguiente:

- Al sector industrial y a las unidades productivas del municipio de Cercado, se recomienda que durante el período de adecuación implementar sistemas propios para el tratamiento de aguas residuales, en cumplimiento a lo establecido a la normativa ambiental y que cumplan con el nivel de descarga que corresponda a un Río Guadalquivir con Aguas Clasificadas.
- Establecer un plan de seguimiento y monitoreo en las fuentes contaminantes identificadas, debido principalmente a que en su mayoría las AOPs no cuentan con información completa sobre la calidad y cantidad de las descargas realizadas.
- Realizar estudios y análisis en los cuerpos de agua sobre los contaminantes agroquímicos, pues la presencia de componentes como el **Endrín y Paratión**, es un aspecto preocupante ya que estos compuestos corresponden a los agroquímicos que debían estar erradicados debido a que pertenecen a compuestos orgánicos persistentes. Este hecho podría significar que aún se están comercializando agroquímicos prohibidos.
- El Municipio debe hacer lo posible para ampliar los sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias, para los barrios que están en constante crecimiento y dispersos a lo largo del río Guadalquivir y su afluente.
- Realizar un mejor control para evitar la extracción ilegal y no planificada de áridos del lecho del río.
- Finalmente a los municipios, es importante que el análisis de los parámetros, sean realizados en un solo laboratorio que tenga mayor sensibilidad de detección en sus métodos a aplicar, para que de esta manera se pueda realizar una mejor comparación y seguimiento de la variación de los resultados

obtenidos en los monitoreos, así también se recomienda realizar los análisis en el Laboratorio CEANID, ya que se observó que sus métodos de análisis presentan mayor sensibilidad, a la vez el laboratorio se encuentra dentro del departamento por lo que se evitaría el traslado y mala manipulación de las muestras.