

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 EL AGUA**

El agua es una sustancia cuya molécula está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). El agua puede encontrarse en la naturaleza en sus tres estados, sólido, líquido y vapor. (Restrepo, 2006 )

El agua pura es un líquido inodoro e insípido, en pequeña cantidad es incoloro, verdoso y azul en grandes masas, es el disolvente universal. (Restrepo, 2006 )

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. (Molina, 2014)

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 las aguas naturales**

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 (factor generador a su vez de los suelos en función también del clima). (Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, 1995)

Los ecosistemas acuáticos se pueden clasificar según su dinámica en: lenticos y loticos. (Velaza, 2012)

Las aguas lénticas, son aquellos donde el agua interior se encuentra estancada o que no representan corrientes continuas. (Velaza, 2012)

- Lagos: Ecosistema acuático con menos flujo que un río, ocupada en general por agua dulce y alimentada por uno o más cursos de agua llamados inmisarios. (Restrepo, 2006 )
- Laguna: Depósito natural de aguas superficiales de menores dimensiones que un lago. (Restrepo, 2006 )
- Charcas: Depósito algo considerable de agua detenida en terreno natural o artificial. (Restrepo, 2006 )
- Mar: Masa de agua salada que cubre una gran parte de la superficie de la Tierra. (Restrepo, 2006 )
- Océano: Conjunto de las aguas saladas que rodean los continentes. (Restrepo, 2006 )

Las aguas lólicas o corrientes, se caracterizan porque en ellos el agua presenta un movimiento definido, continuo e irreversible. (Velaza, 2012)

- Río: Es una corriente natural de agua que fluye con continuidad y por gravedad, discurre de las partes altas hacia las bajas. Posee un caudal determinado y finalmente desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en este caso se le denomina afluente. (Restrepo, 2006 )
- Afluente: Curso de agua que desemboca en otro de capacidad mayor. (Restrepo, 2006 )
- Riachuelo: Es un pequeño curso de agua de poco caudal. (Definición.DE, s.f.)
- Arroyo: Corriente natural de agua con caudal discontinuo. (Restrepo, 2006 )

### 1.1.2 Parámetros de calidad del agua

- **Temperatura.** Se define como la medida del grado de calor o frío de una sustancia con respecto a un patrón de referencia, se mide con termómetro. Las mediciones de temperatura se utilizan en las determinaciones de saturación de oxígeno disuelto, alcalinidad, salinidad, conductividad y actividad biológica. La

temperatura juega un papel muy importante en la solubilidad de los gases, en la disolución de las sales y por lo tanto en la conductividad eléctrica, en la determinación de pH, en el conocimiento del origen de agua y de las eventuales mezclas, etc. Las descargas de agua a altas temperaturas pueden causar daños a 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. (Protocolo de monitoreo de agua, 2010)

- **pH.** El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua. Aguas fuera del rango normal de 6 a 9 pueden ser dañinas para la vida acuática. Estos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática. En el campo de abastecimiento de agua el pH tiene importancia en la coagulación química, desinfección, ablandamiento del agua y control de corrosión. (Protocolo de monitoreo de agua, 2010)
- **Conductividad (CE).** La conductividad de una sustancia se define como "la habilidad o poder de conducir o transmitir calor, electricidad o sonido". 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. (Instituto de Hidrología, 2006)
- **Oxígeno disuelto (OD).** El Oxígeno Disuelto OD es un parámetro básico de las aguas naturales que 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. 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. (Protocolo de monitoreo de agua, 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 de un agua, es provocada por la materia insoluble, en suspensión o dispersión coloidal. (Protocolo de monitoreo de agua, 2010)
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>):** Se utiliza como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica biodegradable, presente en la muestra de agua, como resultado de la acción de oxidación aerobia. (Ramalho, 2003)
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** La demanda química de oxígeno es la medida del equivalente en oxígeno del contenido de materia orgánica de una muestra que es susceptible de oxidación por un oxidante químico fuerte. (GARAY, 1993)
- **Sólidos:** Los sólidos en las aguas naturales son todos aquellos materiales suspendidos o disueltos en un cuerpo de agua. (Gomez, 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. (Parámetros y características de las aguas naturales)

- **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. (Cárcamo, 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. (Ana María 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, en que son indol positivo, 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)

## **1.2 CONTAMINACIÓN EN LOS RÍOS**

La contaminación del agua es la alteración de cualquiera de las siguientes características: Físicas, químicas, biológicas y/o radiológicas en el agua, que deterioran su calidad de modo tal que llegue a constituir un riesgo para la salud o a reducir su utilización. (Técnica de Agua Potable Definiciones y Terminología-Norma Boliviana 495, 2006)

## **1.3 FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN LOS RÍOS**

Se entiende por contaminación a la presencia de sustancias nocivas, perjudiciales o molestas en un recurso natural como el aire, el agua y los suelos, sin que el medio los pueda absorber o regenerar por sí mismo, y colocadas allí por la acción del hombre, o por procesos naturales temporales, en tal calidad y cantidad que pueden interferir la salud y el bienestar de los hombres los animales y a las plantas. (Restrepo, 2006 )

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

1. Industrial. Según el tipo de industria se producen distintos tipos de residuos. Normalmente en los países desarrollados muchas industrias poseen eficaces sistemas de depuración de las aguas, sobre todo las que producen contaminantes más peligrosos, como metales tóxicos. En algunos países en vías de desarrollo la contaminación del agua por residuos industriales es muy importante. (Ciencias de la tierra y medio ambiente)
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. Navegación. Produce diferentes tipos de contaminación, especialmente con hidrocarburos. Los vertidos de petróleo, accidentales o no, provocan importantes daños ecológicos. (Ciencias de la tierra y medio ambiente)

4. Agricultura y ganadería. Los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas. (Ciencias de la tierra y medio ambiente)

**Tabla 1. Contaminación por sector industrial**

<b>SECTOR INDUSTRIAL</b>	<b>SUBSTANCIAS CONTAMINANTES PRINCIPALES</b>
Construcción	Sólidos en suspensión, metales, pH.
Minería	Sólidos en suspensión, metales pesados, materia orgánica, pH, cianuros.
Energía	Calor, hidrocarburos y productos químicos.
Textil y piel	Cromo, taninos, tenso activos, sulfuros, colorantes, grasas, disolventes orgánicos, ácidos acético y fórmico, sólidos en suspensión.
Automoción	Aceites lubricantes, pinturas y aguas residuales.
Navales	Petróleo, productos químicos, disolventes y pigmentos.
Siderurgia	Cascarillas, aceites, metales disueltos, emulsiones, sosas y ácidos.
Química inorgánica	Hg, P, fluoruros, cianuros, amoníaco, nitritos, ácido sulfhídrico, F, Mn, Mo, Pb, Ag, Se, Zn, etc. y los compuestos de todos ellos.
Química orgánica	Órgano halogenado, órgano silícico, compuestos cancerígenos y otros que afectan al balance de oxígeno.
Fertilizantes	Nitratos y fosfatos.
Pasta y papel	Sólidos en suspensión y otros que afectan al balance de oxígeno.
Plaguicidas	Órgano halogenados, organofosforados, compuestos cancerígenos, biocidas, etc.
Fibras químicas	Aceites minerales y otros que afectan al balance de oxígeno.
Pinturas, barnices y tintas	Compuestos órgano estámicos, compuestos de Zn, Cr, Se, Mo, Ti, Sn, Ba, Co, etc.

**Fuente.-** Análisis sobre el consumo del agua en el mundo

### 1.4.1 Tipos de contaminantes

Contaminantes físicos: Afectan el aspecto del agua y cuando flotan o se sedimentan interfieren con la flora y fauna acuáticas. Son líquidos insolubles o sólidos de origen natural y diversos productos sintéticos que son arrojados al agua como resultado de

las actividades del hombre, así como, espumas, residuos oleaginosos y el calor (contaminación térmica). (Lopez, 2009)

Contaminantes químicos: Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. (Lopez, 2009)

Los contaminantes inorgánicos se tratan de cloruros, sulfatos, nitratos, carbonatos, desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico). (Mogollón, 2009)

Por otro lado, los metales pesados (plomo, cadmio, mercurio), ciertos plaguicidas, los cianuros, los hidrocarburos, el arsénico y el fenol provocan prácticamente la destrucción de los ecosistemas acuáticos y también serios daños a las personas que consuman agua o sus productos contaminados por esta clase de productos químicos.

Los contaminantes orgánicos son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Los contaminantes orgánicos consumen el oxígeno disuelto en el agua y afectan a la vida acuática (eutrofización). (Gualdrón, s.f.)

Contaminantes biológicos: Incluyen hongos, bacterias, virus, parásitos u otros organismos que son capaces de provocar enfermedades, algas y otras plantas acuáticas. (Lopez, 2009)

Sedimentos o materias suspendidas: Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua y dificultan procesos como la fotosíntesis. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos y los sedimentos que se van acumulando destruyen lugares de alimentación. (Soluciones medioambientales y aguas, 2015)

Sustancias radiactivas: Isótopos radioactivos solubles que pueden estar presentes en el agua, derivados de la energía nuclear y de la actividad de centrales termonucleares, y que son perjudiciales para la salud del hombre y de los seres vivos. (Soluciones medioambientales y aguas, 2015)



Contaminación térmica: Se produce cuando aumenta la temperatura del agua de los ríos o embalses a causa de la liberación de agua caliente procedente de centrales de energía o de actividades industriales, provocando la disminución de la capacidad del agua para contener oxígeno, afectando así a la vida de las especies acuáticas. (Soluciones medioambientales y aguas, 2015)

#### **1.4 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. (Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente)

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)

#### 1.4.1 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.

Esta documentación contendrá 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.

### **1.5 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La calidad hídrica de los cuerpos de agua en el municipio de San Lorenzo, que forman parte de la cuenca del río Guadalquivir, ha empeorado hasta la fecha; es decir, el caudal de agua que se puede apreciar es mínimo y se encuentra contaminado, dando lugar a la pérdida de flora y desaparición de la vida acuática; respecto a la población involucra riesgos en la salud, afectando a la calidad de vida de las personas; esto se debe a que las aguas del río Guadalquivir no se encuentran clasificadas y reconocidas por la Ley, por lo tanto resulta difícil establecer ciertas medidas de mitigación sobre los impactos negativos generados por el crecimiento de la población y las diferentes actividades desarrolladas.

Ante esta situación la Contraloría General del Estado, exige a los municipios del valle central de Tarija, clasificar los cuerpos de aguas superficiales dentro del límite de sus municipios, para que de esta manera se pueda contribuir a la clasificación general de la cuenca, y por consiguiente recuperar la calidad hídrica de la misma.

### **1.6 ZONA DE ESTUDIO**

El presente proyecto abarcará la cuenca del río Guadalquivir dentro los límites territoriales del municipio de San Lorenzo, primera sección de la Provincia Méndez del Departamento de Tarija.



## CAPÍTULO II

### ANTECEDENTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia del presente proyecto comprende el municipio de San Lorenzo, primera sección de la provincia Méndez, se encuentra localizado en la parte Norte del Departamento de Tarija, con una orientación Noroeste, en proximidad de la serranía de la cordillera de Sama y se prolonga hasta Tomatitas; geográficamente, el municipio, se encuentra entre los: 20° 55' 52" Latitud Sud – 64° 42' 09" Longitud Oeste, con referencia al norte y 21° 34' 44" Latitud Sud – 64° 52' 53" Longitud Oeste en su extremo sud. (TESA - Manejo Integral Río)

Limita al norte con la provincia Sud Cinti (Departamento de Chuquisaca), al sur con la sección municipal de Cercado, al este con las secciones municipales de O'Connor y Cercado y al oeste con la segunda sección municipal de la provincia Méndez Municipio El Puente. (TESA - Manejo Integral Río)

#### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO

El Municipio de San Lorenzo se divide en 10 distritos, que comprende tanto el área urbana de San Lorenzo capital y el área dispersa que se encuentran distribuidas en dos zonas; la zona baja y la zona alta. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013)

**Tabla 2. Municipio de San Lorenzo; Distrito y Comunidades**

<b>Distrito</b>	<b>Descripción</b>
I San Lorenzo (3 Barrios y 4 Comunidades)	Barrio Central
	Barrio la Banda
	Barrio Oscar Alfaro
	Barrio San Pedro
	Bordo Mollar
	Tarija Cancha Norte
	Tarija Cancha Sud
II Tomatitas (10 comunidades)	Coimata

<b>Distrito</b>	<b>Descripción</b>
	El Cadillar
	El Ceibal
	Erquis Norte
	Erquis Oropeza
	Erquis Sud
	La Victoria
	Rincón de la Victoria
	Loma de Tomatitas
	Tomatitas
III Santa Bárbara (5 comunidades)	Rancho Norte
	Rancho Sud
	Santa Bárbara Chica
	Santa Bárbara Grande
	Tucumilla
IV Choroma (7comunidades)	Choroma
	Cochas
	Falda la Quiñua
	La Calama
	Marquiri
	Pajchani
	Tres Morros
	Jurina
V Eustaquio Méndez (14 comunidades)	Canasmoro
	Carachimayo Norte
	Bordo Guadalquivir
	Carachimayo Centro
	Chamata
	Colorado Sud
	Corana Norte
	Corana Sud
	Huacata
	La Hondura
	Tomatas Grande
	Lajas la Merced
	Alto Lajas
	Trancas
VI Sella (6 comunidades)	Alaypata
	Cañahuayco
	Cerro de Plata



<b>Distrito</b>	<b>Descripción</b>
	El Barranco
	Monte Méndez
	Sella Méndez
VII El Rosal ( 11 Comunidades)	Colorado Norte
	Criva
	El Rosal
	Huancoiro
	León Cancha
	Nogalitos
	Noques
	Palacios
	San Isidro
	Yumasa
	Zapatera
VIII Pantipampa (9 comunidades)	Acheral
	Allpahuasi
	Hoyadas
	Mandor Chico
	Mandor Grande
	Pampa Grande
	Pantipampa
	Quirusillas
	San Pedro de Las Peñas
IX Jarca Cancha (7 comunidades)	Camarón
	Valles de Campanario
	Cerro Redondo
	Jarca Cancha
	Lluscani
	Melon Pujio
	Mollehuayco
X. Alto de Cajas (9 comunidades)	Alizar La Torre

<b>Distrito</b>	<b>Descripción</b>
	Alto de Cajas
	El Nogal
	El Puesto
	Jarcas
	Pajonalcito
	Peñaderia
	Quebrada de Cajas
	San Lorencito

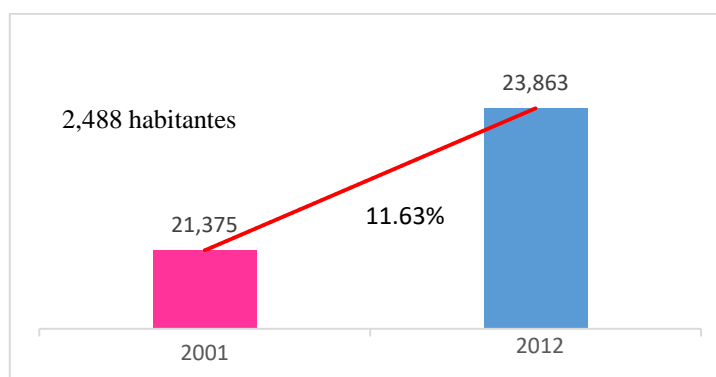
**Fuente:** PDM de San Lorenzo, con datos del Instituto Nacional de Estadística, CPV 2012

## 2.2 COMPONENTE SOCIO CULTURAL

### 2.2.1 Población

Los datos del CENSO 2012, indican que el municipio de San Lorenzo tiene una población de 23.863 habitantes y según estimaciones realizadas en base a la información de la población a nivel departamental de Tarija según el CENSO 2012, San Lorenzo habría crecido en un 2.26% %, representando una crecimiento en valores absolutos del 11,63% que en términos de población representa 2.488 habitantes.

**Grafico 1. Población, según censo 2001 y 2012 San Lorenzo**



**Fuente:** PDM de San Lorenzo, con datos de Instituto Nacional de Estadística, CPV 2012

## 2.2.2 Servicios

La dotación de los servicios básicos que se distribuyen a través de redes se hace más complicado y costoso de dotar a zonas dispersas que a las conglomeradas. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013)

### 2.2.2.1 Agua para consumo humano

El 75,14% de las viviendas en todo el municipio cuenta con una conexión de agua por cañería en su vivienda. Siendo el área urbana con mayor cobertura que en el área rural.

En la parte alta de la cuenca en lo que toca a las comunidades de Trancas, Tomatas Grande y Canasmoro; el 87.3% de los agricultores tienen el sistema de agua potable y 12.7% carecen de este servicio. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013)

La mayoría de las viviendas con agua potable están conectadas a una red comunal, en algunas comunidades las casas tienen sus propios pozos. La mayoría de los sistemas de agua de las comunidades es por gravedad. A continuación, el siguiente cuadro muestra la disponibilidad de agua potable en la vivienda en base a los datos del CENSO 2012.

**Tabla 3. Fuentes de agua para consumo**

<b>Principalmente, de donde proviene el agua que utilizan</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>
Cañería de red	4817	75,14
Pileta pública	230	3,59
Carro repartidor (aguatero)	12	0,19
Pozo o noria con bomba	183	2,85
Pozo o noria sin bomba	88	1,37
Lluvia, río, vertiente, acequia	1,05	16,38
Lago, laguna, curiche	31	0,48
<b>Total</b>	<b>6411</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística, CPV 2012

Si la población no tiene agua potable en su vivienda, toma agua de una vertiente, acequia o río (16.38%), el 3,59% de pileta pública, de un pozo o noria con bombeo el 2,85%. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013)

#### **2.2.2.2 Alcantarillado sanitario y eliminación de excretas**

En base a la información del INE con datos oficiales del CENSO 2012 se puede señalar que solo el 22,16% de las familias gozan del servicio de alcantarillado, que generalmente se concentra en la capital del municipio y algunos poblados menores. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013). Esta red de alcantarillado se divide en tres partes para realizar el transporte de aguas servidas, en primer lugar, cuenta con una red que colecta el agua residual de la parte central y sud de San Lorenzo, a través de un colector principal que recoge el agua de los colectores secundarios a la altura de la Plaza Principal y baja hacia el sur. La otra red colecta el agua de la parte central y norte de San Lorenzo. Finalmente, cuenta con una pequeña red de alcantarillado que colecta el agua del barrio San Pedro ubicado en el sector norte de San Lorenzo, y transporta el agua mediante tubería hasta la cámara séptica de San Pedro. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

Sin embargo, la misma no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, solo cuenta con precarios colectores que desembocan en alguna quebrada afluente al Río Guadalquivir y con depósitos de purgación que hasta la fecha se encuentran colapsados. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

El otro 60,18% de las familias hace uso de un pozo ciego, letrina seca, y solo el 17% letrina con arrastre. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

**Tabla 4. Servicio sanitario, baño o letrina tiene desagüe**

<b>El servicio sanitario, baño o letrina tiene desagüe</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>
Al alcantarillado	912	22,16
A una cámara séptica	703	17,08
A un pozo ciego	2,477	60,18
A la calle	4	0,1
A la quebrada, río	8	0,19
A un lago, laguna, curichi	12	0,29
<b>Total</b>	<b>4,116</b>	<b>100</b>

**Fuente:** PDM de San Lorenzo, con datos de Instituto Nacional de Estadística, CPV 2012

### **2.2.2.3 Residuos sólidos**

Los camiones de basura de la Empresa Municipal de Aseo de Tarija (EMAT), realizan la recolecta de residuos sólidos en el área urbana de San Lorenzo, significando solo el 12% de los hogares. La cantidad de basura que recolecta EMAT es un promedio de 0,60 kilo por persona diariamente, unos 219 kilos de desechos por año. Los residuos generados, están compuestos en un 45% por material orgánico biodegradable, material no biodegradable 37% y entre material inerte y no clasificado un 18%. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

En las comunidades como Canasmoro, Corana, Tomatas Grande, Rancho Norte, Rancho Sud y Tomatitas, existe el servicio de recolección de residuos sólidos a través de un convenio de GAM San Lorenzo – EMAT. (Plan de Manejo Integral de los recursos naturales de la alta cuenca del río Guadalquivir, 1999).

En el área rural la cantidad de basura por persona producida es menos que en la ciudad, porque la población en general utiliza menos bolsas de plásticos, alimentos en latas o bolsas, y utiliza menos metales, vidrios, plásticos, cueros y gomas que en la ciudad. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

## **2.3 COMPONENTE BIOFÍSICO**

Los principales ríos son el Pilaya (límite con Chuquisaca) que tiene los siguientes afluentes: Cuesta Colorada, Mollar, Temporal, Pajonal y Cajas; y el río Guadalquivir, con los afluentes Calama, Coimata, Pajchani, Erquis y La Victoria. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

### **2.3.1 Topografía**

Posee una topografía muy irregular, con altitudes variadas: zona alta, con formaciones montañosas, y zona baja, constituida por valles y algunas planicies.

En el fondo del valle se concentran la mayoría de las actividades agropecuarias. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

### **2.3.2 Clima**

Debido a las diferencias de altitud, el municipio presenta una variedad de climas, sin embargo, el tipo de clima más predominante es el de clima frío árido, ubicada entre las alturas de 2000 a 3000 msnm, cuyas temperaturas varían de 14 ° a 16° C, en esta unidad es donde se realiza la mayor actividad agrícola. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

### **2.3.3 Precipitación**

Las aportaciones de agua se efectúan gracias a las precipitaciones. Las pérdidas se deben esencialmente a la combinación de la evaporación y la transpiración de las plantas, lo cual se designa bajo el término evapotranspiración. Las dos magnitudes se evalúan en cantidad de agua por unidad de superficie, pero se traducen generalmente en alturas de agua; la unidad más utilizada es el milímetro. Al ser estas dos magnitudes físicamente homogéneas, se las puede comparar calculando, ya sea su diferencia (precipitaciones menos evaporación), ya sea su relación (precipitaciones sobre evaporación). (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

En el Municipio de San Lorenzo, la formación fisiográfica (serranías, colinas), son determinantes en la variación atmosférica de la región. La sensación térmica y pluviométrica entre estaciones varia; la estación Canasmoro tiene una temperatura media de 16.9°C y una precipitación anual de 588.8mm. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

Dentro el área de influencia de la estación de Canasmoro se encuentran las comunidades de: Corana Sud, Tomatas Grande, Carachimayo Norte, Carachimayo Centro, Carachimayo Sud, Alto Lajas. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

Por otro lado, la estación de Coimata tiene una temperatura media de 17.2°C y una precipitación anual de 722.7mm. Dentro el área de influencia de la estación de Coimata se encuentran las comunidades de: Erquiz Ceibal, Erquiz Oropeza, Tomatitas, La Victoria y Rincón la Victoria. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

Los datos termo pluviométricos de la estación Sella Quebradas, registra una temperatura media anual de 17. 5° C y una precipitación anual de 589.3mm. (Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente).

Dentro el área de influencia de la estación de Sella Quebrada se encuentra la comunidad de: Sella Méndez. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

La estación Sella Quebradas registro una evapotranspiración potencial (ETP) anual es de 778.1mm. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

#### **2.3.4 Flora**

Dentro el sistema de vegetación boscosa se puede señalar que se presenta:

- **Bosques:** Están ubicadas mayormente en la ribera del río la Victoria. Estos bosques tienen la característica de tener epífitas y están mezcladas con

variedades de matorrales siempre verdes y hierbas. En la actualidad, estos bosques se encuentran en proceso de disminución, por la presión antrópica.

- **Matorrales:** Esta diseminado en las colinas y serranías bajas hasta 2300 m.s.n.m. Su cobertura es ralo a abierto. Están formados por plantas como: Churqui, Taquillo, Molle y Algarrobo.
- **Vegetación herbácea:** Se encuentra mayormente a partir de los 2300 m.s.n.m. hasta la cima del Sama. Las gramíneas que más predominan son la paja, pasto y entre los arbustales la Thola.

(Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013)

La vegetación está sometida a un pastoreo extensivo, tanto en las zonas bajas como en las submontañas y montañas; a esto se suma corta de los árboles y arbustos, para fines de leña. El estado de deterioro de la vegetación es alto por efecto de la sobre explotación para leña, sobrepastoreo, y agricultura. Esto está dando lugar a que el agua no se infiltre y más bien el escurrimiento es cada vez mayor, lo cual contribuye a la degradación rápida de los suelos. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

### 2.3.5 Fauna

Se encuentra mayormente en las quebradas, donde existe agua, también en los pastizales y bosques, sin embargo los animales más comunes son: vacas, chivos, ovejas, gallinas; por otro lado también están, los zorros, comadrejas, perdices, lechuza; dentro de los reptiles, cascabel, coral; peces como misquinchos, churumas y crustáceos como el cangrejo. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

### 2.3.6 Hidrografía

Sus aguas pertenecen a la cuenca del río de La Plata, mediante los ríos Pilcomayo y Bermejo, los cuales reciben las aguas de numerosos ríos entre los que se tiene al Pilaya y Guadalquivir, que forman dos cuencas:



- La primera cuenca hidrográfica del Pilaya que tiene una dirección oeste - este, cuenta entre sus afluentes más importantes a los ríos: Huacata, Yumaza, Palacios, Mandor, Huturrunquillo, Melón Pujio, Camaroncito, Padilla, Astillero, San Pedro, El temporal, Nogal, El Pajonal y el Pescado, aunque también existen otros ríos menores y quebradas.
  
- La segunda cuenca hidrográfica es la del río Guadalquivir, con dirección Norte Sur.

(Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013)

La cuenca del río Guadalquivir es tributaria del Río Bermejo, afluente del Río Paraguay y perteneciente a la cuenca del Río de La Plata. La red de drenaje es típicamente dendrítica y sus afluentes más importantes por el lado derecho son los ríos: Calama, Erquis, Victoria y por el lado izquierdo, Corana, Carachimayo, y Sella.

Por los perfiles longitudinales y las pendientes se puede indicar que todos los ríos presentan procesos erosivos a lo largo de sus cauces. En la siguiente tabla, se presenta algunos valores de longitudes y pendientes de los ríos. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

**Tabla 5. Pendiente y longitud de los ríos de la Cuenca Alta del Río Guadalquivir**

<b>RIOS</b>	<b>LONGITUD(Km)</b>	<b>PENDIENTE MEDIA (%)</b>
Margen derecha		
Victoria	19.0	6°
Erquis	26.0	4°
Calama	27.0	4°
Pajchani	7.5	4°
Chamata	22.5	3°
Margen izquierda		
Corana	12.5	3°
Carachimayo	21.5	2°
TojtiWayko	8.5	2°
Sella	29.5	1°
El Monte	15.5	1°
San Pedro	16.0	1°
Guadalquivir- Trancas	50.0	1°

**Fuente:** Oficialía técnica GMSL

## 2.4 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

La principal actividad económica de la población es la agricultura, con más de 6.000 hectáreas con los siguientes cultivos: papa, maíz, trigo, arveja, hortalizas y frutales. La producción está destinada a la comercialización, al consumo doméstico y como forraje para los animales. La ventaja de tener una topografía irregular y superficies planas permite a los productores realizar dos siembras al año, denominadas miska y tardía, practicándose, asimismo, la rotación de cultivos. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

La crianza de ganado bovino, sobre todo lechero, y otras especies menores, como el ovino, caprino y aves, es otra de las actividades principales de los pobladores del Municipio. La actividad pecuaria se ha diversificado con la introducción de ganado

lechero holstein, con ello, se convierte en centro proveedor de materia prima, la leche, que es trasladada para su procesamiento a la planta de lácteos “LACTEOSBOL” y “PIL Tarija”. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

Una producción artesanal y de importancia en la economía de varias familias del municipio es la elaboración de pan, considerando la cotización de este producto en el mercado de la capital, lo que ha permitido que sean varias las comunidades, a parte de la capital, de dedicarse a la panadería como ser Lajas, La Victoria, Rincón la Victoria, Coimata, entre otras. (Plan de Desarrollo Municipal-San Lorenzo, 2013).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA APLICADA**

#### **3.1 GENERALIDADES DEL MONITOREO**

El monitoreo de la calidad del agua es el proceso continuo de evaluación de los parámetros fisicoquímicos 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.
- Clasificar 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 o 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

De acuerdo al RMCH, el objetivo principal del monitoreo está definido como la vigilancia y control de los cuerpos de agua del territorio nacional.

#### **3.2 PROCEDIMIENTO**

La Clasificación de aguas superficiales del río Guadalquivir y sus principales afluentes en el municipio de San Lorenzo 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
- Planteamiento de la clasificación

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

- Técnicos representantes del VRHR
- La Facultad de Ciencias y Tecnología de la UAJMS, de la cual formó parte mi persona
- La Secretaría Departamental de Medio Ambiente
- La OTN-PB
- Técnicos representantes del Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo.

### **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°A-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 y recreación.
- ✓ Los puntos de muestreo deben ser representativos del cuerpo receptor, donde se registren los efectos de las descargas de desechos y las zonas de recuperación.
- ✓ Puntos previos a 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 y entre 500 m y 2000 m. entre los puntos después de la unión de los afluentes al 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 Tipos 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**

- Conservadoras
- Red Surber de 300  $\mu\text{m}$
- Frascos de plástico
- Frascos de vidrio
- Pinzas finas
- Baldes de 10 l
- Jarras
- Piseta
- Planillas de campo
- Cinta métrica

#### **- Equipos**

- GPS
- Cámara digital
- Multiparámetro
- Oxímetro
- 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 realice 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. Detalle de tipos de muestreo**

<b>Tipo de muestreo</b>	<b>Detalle</b>
Simple	<p>Seguir este tipo de muestreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando el cursos del rio 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.</li> <li>- 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.</li> </ul>
Compuesta	<p>Seguir este tipo de muestreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando se realiza un estudio de descargas (eficiencia de plantas de tratamiento) o seguimiento de la concentración de un determinado parámetro.</li> </ul> <p>El volumen de las submuestras individuales que componen muestra compuesta puede ser iguales o proporcionales al caudal al momento de extracción de la muestra.</p>
Integrada	<p>Seguir este tipo de muestreo:</p> <p>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.</p>

**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 de 1,5 a 2m 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 establecido para el muestreo a modo de tener un total de volumen necesario para los análisis a realizar (se aconseja 5 litros).
- Una vez realizada 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, medianas o pequeñas, grava, arena, 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 macroinvertebrados presentes sean depósitos en su interior, para los organismos que permanezcan adheridos en las piedras extraerlos con una pinza.
4. Colocar 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 identificación del uso de 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 geográficas, altura y evaluación del sitio.
- ✓ Se identificaron los usos que se da al agua por parte de los comunarios.
- ✓ 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 AOPs del Municipio que están cercanas o descargan sus aguas residuales al Río o sus afluentes.
- ✓ Se evaluaron descargas puntuales sobre el lecho del Río y/o afluentes que convergen en el mismo.
- ✓ Se realizó un recorrido del 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 sus afluentes.

### **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 3).

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

<b>Constituyentes inorgánicos no metálicos</b>	
Cloruros (c/Cl <sup>-</sup> )	(mg/L)
Cianuros (CN <sup>-</sup> )	(mg/L)
Fosfato total(c/PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	(mg/L)
Nitrógeno total (c/N)	(mg/L)
Sulfatos (c/SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	(mg/L)
<b>Constituyentes inorgánicos metálicos</b>	
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)
<b>Constituyentes orgánicos agregados</b>	
DBO <sub>5</sub> (c/O <sub>2</sub> )	(mg/L)
DQO (c/O <sub>2</sub> )	(mg/L)
<b>Constituyentes microbiológicos</b>	
Coliformes fecales	NMP/100 ml



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 8. Constituyentes Plaguicidas. Parte 2**

Constituyentes plaguicidas	
Aldrín	( $\mu\text{g/l}$ )
Clordano	( $\mu\text{g/l}$ )
Endrín	( $\mu\text{g/l}$ )
Lindano	( $\mu\text{g/l}$ )
Paratión	( $\mu\text{g/l}$ )
Endosulfan	( $\mu\text{g/l}$ )
Heptacloro	( $\mu\text{g/l}$ )
Epóxido de Heptacloro	( $\mu\text{g/l}$ )
Metoxicloro	( $\mu\text{g/l}$ )

**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 aguas 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 San Lorenzo, 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 y son vertidas al río y el resto son inadecuadamente tratadas antes de ser vertidas al río o sus afluentes.
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 San Lorenzo, OTN y COSAALT, se estructurará la propuesta técnica sobre la cual se realizará la clasificación del cuerpo de agua del Río Guadalquivir y sus afluentes.

**CAPÍTULO IV**  
**ANÁLISIS Y VALORACION EN LOS CUERPOS DE AGUAS**  
**SUPERFICIALES DEL RÍO GUADALQUIVIR Y SUS AFLUENTES EN EL**  
**MUNICIPIO DE SAN LORENZO**

**4.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN 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 puntos de monitoreo**

De acuerdo al protocolo establecido, se identificaron dentro del municipio de San Lorenzo un total de seis puntos de monitoreo, distribuidos en tres puntos sobre el río Guadalquivir, y tres puntos en los ríos tributarios, el río Erquis, el río Sella y el río Victoria con un punto de monitoreo respectivamente.

Se realizó un recorrido de cada punto, y se registró la siguiente información:

**Tabla 9. Identificación de los puntos de monitoreo**

N°	Nombre de la Estación	Municipio	Coordenadas			T (°C)	Ce (us/Cm)	Uso del Agua
			X	Y	Altura msnm			
1	PUENTE TRANCAS Río Guadalquivir	San Lorenzo	309692	7642944	2617	13	110	Consumo animal y riego.
2	PUENTE CARACHIMAYO Río Guadalquivir	San Lorenzo	319048	7635455	2030	17,3	133,4	Recreación y riego.
3	PUENTE SANTA BÁRBARA Río Guadalquivir debajo de LACTEOSBOL	San Lorenzo	319524	7626455	1960	21,5	196	Consumo animal y riego
4	RÍO ERQUIS Altura Tomatitas	San Lorenzo	317378	7621822	1935	18,4	47,7	Lavadero de ropa, autos, extracción de áridos.
5	RIO SELLA Entrando por engarradora Pimentel	San Lorenzo	318613	7624827	1948	16	159,2	Recreación y riego.
6	RIO VICTORIA frente al bosquecillo	San Lorenzo	317096	7621344	1936	18,5	27	Consumo animal, recreación, lavado de ropa y autos.

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Posterior a la identificación de los puntos de monitoreo se realizó la codificación de los mismos, considerando como primer punto de monitoreo la cabecera del río.

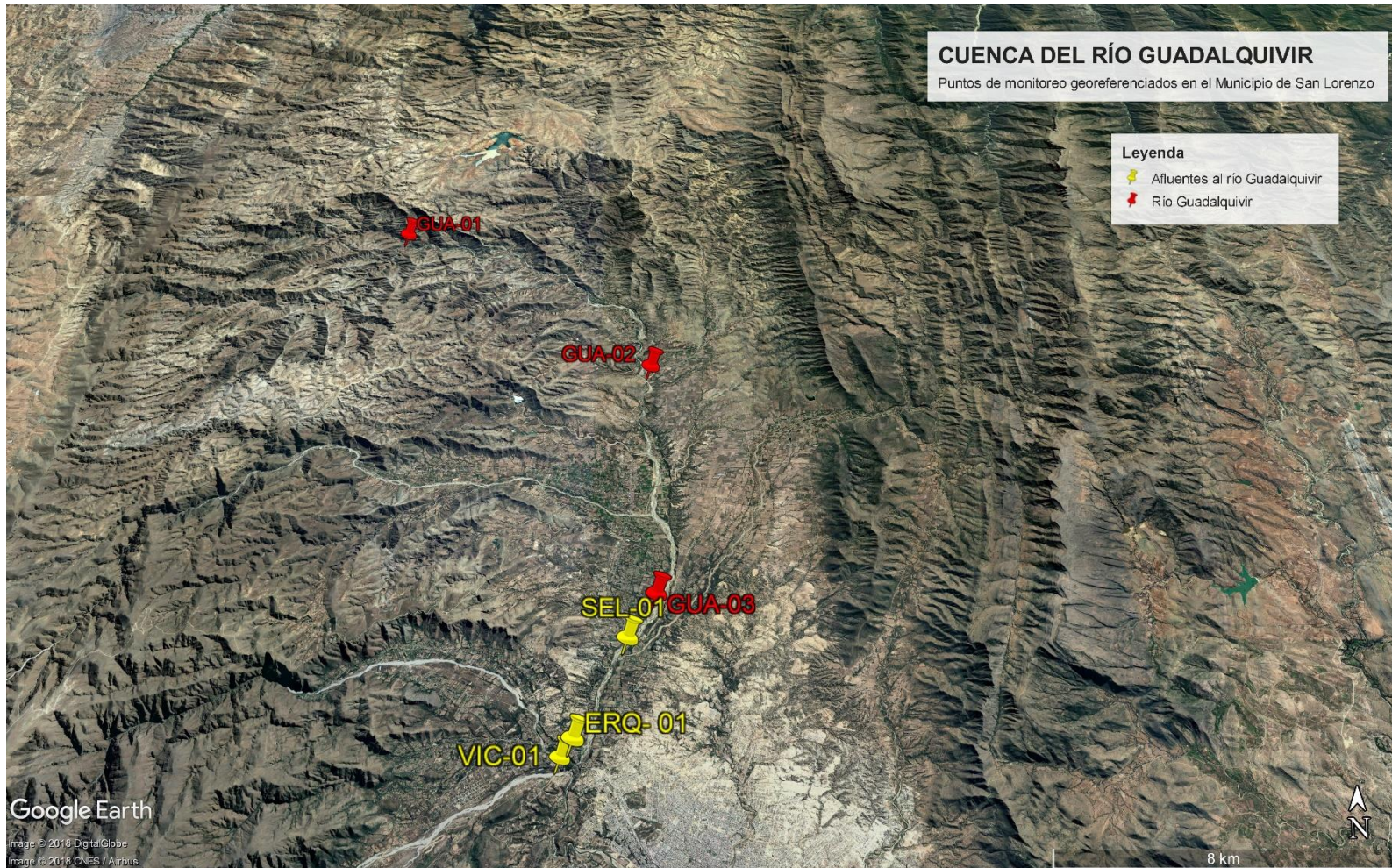
Los puntos de monitoreo definidos y codificados, se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 10. Puntos de Monitoreo**

N°	Código	Río	Municipio	Nombre de la estación	Coordenadas	
					X	Y
1	GUA-01	Guadalquivir	San Lorenzo	Puente Trancas	309692	7642944
2	GUA-02	Guadalquivir	San Lorenzo	Puente Carachimayo	319048	7635455
3	GUA-03	Guadalquivir	San Lorenzo	Puente Santa Bárbara	319524	7626455
4	ERQ-01	Erquis	San Lorenzo	Río Erquis	317378	7621822
5	SEL-01	Sella	San Lorenzo	Río Sella	318613	7624827
6	VIC-01	Victoria	San Lorenzo	Río Victoria	317096	7621344

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Cuadro 1. Ubicación de los puntos de monitoreo**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

#### **4.1.2 Desarrollo del monitoreo**

El monitoreo de clasificación de aguas superficiales en el municipio de San Lorenzo 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 el muestreo integrado y los datos obtenidos se reportaron en la ficha de campo.

Sin embargo durante la primer monitoreo, no se encontró caudal de agua en el río Victoria y río Sella, mientras que en el segundo monitoreo no se encontró agua en el punto del río Victoria.

Por lo cual, no se tienen datos sobre la calidad de las aguas del río Victoria.

#### 4.1.2.1 Descripción de los puntos de monitoreo

- **Punto de monitoreo GUA-01**

Este punto se encuentra en la comunidad de Trancas en las coordenadas X: 309692; Y: 7642944; Altura: 2220; Zona: 20K.

#### *Cuadro 2. Punto de monitoreo GUA-01*



**Fuente:** Elaboración propia, 2018



- **Punto de monitoreo GUA-02**

Este punto se encuentra en el puente de entrada a la comunidad de Carachimayo, en las coordenadas X: 319048; Y: 7635455; Altura: 2040; Zona: 20K.

**Cuadro 3. Punto de monitoreo GUA-02**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Se observó que el agua era incolora, sin olor, pero presentaba burbujas. 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 emergentes, marginales, flotantes y algas filamentosas, el tipo de sustrato consiste en grava, arena, limo, arcilla y rocas, los mismos constituyen el hábitat para las algunas familias de macroinvertebrados. La vegetación circundante consiste principalmente en árboles, herbáceas y arbustos en cercanías del río. También se observó heces de animales cerca del río, por lo que se deduce que uno de los usos del cuerpo de agua en este punto es como uso para consumo animal principalmente ganado vacuno y doméstico.

- **Punto de monitoreo GUA-03**

Este punto se encuentra en el río Guadalquivir a la altura del puente de Santa Bárbara en la comunidad de Rancho Norte, en las coordenadas X: 319524; Y: 7626455; Altura: 1963; Zona: 20K.

**Cuadro 4. Punto de monitoreo GUA-03**

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Se observó que el agua era incolora, olor poco perceptible, presentaba burbujas, eutrofización y residuos sólidos.

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 emergentes, marginales, sumergidas, flotantes y algas filamentosas, el tipo de sustrato consiste en grava, arena y rocas, los mismos constituyen el hábitat para las algunas familias de

macroinvertebrados. La vegetación circundante consiste principalmente en árboles, herbáceas y arbustos en cercanías del río.

Cabe mencionar que este punto se encuentra después de las descargas que pudieran realizar en Lacteosbol y el matadero de Rico Pollo.

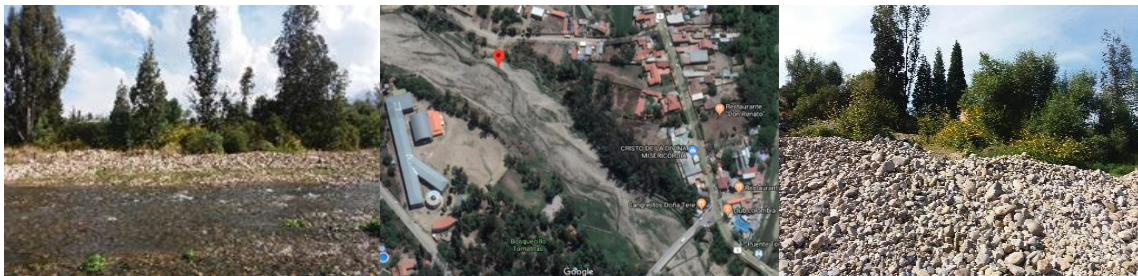
- **Punto de monitoreo ERQ-01**

Este punto se encuentra en la comunidad de Tomatitas, antes de su unión al río Guadalquivir. Sin embargo, en la realización del primer monitoreo, el punto establecido inicialmente para el río Erquis, no tenía caudal de agua representativo para la toma de muestra, por lo que se procedió a realizar la misma, en un punto más abajo, donde el agua del río volvía a filtrar, este punto está ubicado debajo del Puente Tomatitas camino a la Victoria, en las coordenadas siguientes: X: 317604; Y: 7621633; Altura: 1917; Zona: 20K; ahí se observó, la presencia de residuos sólidos y eutrofización.

En cuanto a la fauna circundante, son el ganado vacuno y animales domésticos. La vegetación en el cuerpo de agua son las plantas emergentes, sumergidas, marginales, flotantes y algas filamentosas; el tipo de sustrato consiste principalmente de rocas y grava.

Para el segundo monitoreo no hubo inconvenientes con el caudal de agua, por lo que se realizó la toma de muestra en el punto establecido, con las coordenadas: X: 317378; Y: 7621822; Altura: 1919; Zona: 20K., frente al bosquecillo de Tomatitas.

**Cuadro 5. Punto de monitoreo ERQ-01**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

En este punto se observó que el agua era incolora, sin malos olores, pero existían restos de residuos sólidos, como plásticos en el cuerpo de agua como a sus alrededores.

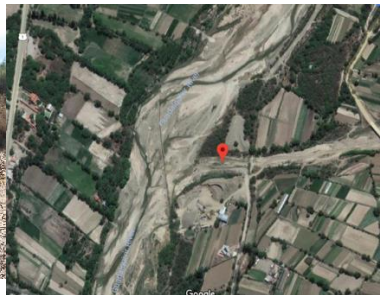
En cuanto a las condiciones biológicas y los usos del cuerpo de agua en este punto, la vegetación que predomina en el cuerpo de agua son las plantas emergentes y algas filamentosas, el tipo de sustrato consiste principalmente en rocas y rodados, los mismos constituyen el hábitat para algunas familias de macroinvertebrados. La

vegetación circundante consiste principalmente herbáceas, arbustos y árboles. La fauna circundante la constituyen principalmente el ganado vacuno y animales domésticos.

- **Punto de monitoreo SEL-01**

Este punto se encuentra en el río Sella antes de su unión al río Guadalquivir en las coordenadas X: 318613; Y: 7624827; Altura: 1943; Zona: 20K.

**Cuadro 6. *Punto de monitoreo SEL-01***



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Se observó que el agua tenía un color más o menos gris, no presentaba malos olores, pero si indicadores de contaminación como residuos sólidos.

En cuanto 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 algas filamentosas, el tipo de sustrato consiste principalmente en grava, arena, limo, rocas y rodados, los mismos constituyen el hábitat para las algunas familias de macroinvertebrados. La vegetación circundante consiste principalmente en arbustos, herbáceas y árboles.

#### **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, tales como: Temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos sedimentados, turbidez y olor.

Paralelamente se realiza la determinación de sólidos suspendidos, para lo cual se utiliza 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 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, se ha identificado diferentes usos de las aguas a lo largo del río, uno de ellos es el uso como riego de las parcelas agrícolas a través de tomas de agua, donde sin planificación se realizan los respectivos desvíos afectando así, el caudal mínimo ecológico.

Otro de los usos importantes es el de recreación, por sus atractivos turísticos, principalmente la zona alta del municipio es netamente recreacional.

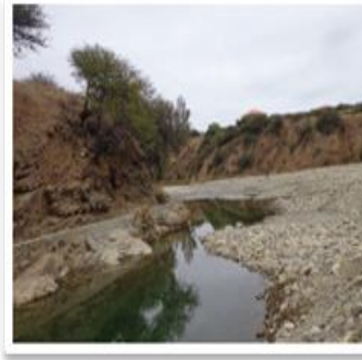
El uso para consumo animal o ganado (vacuno, ovino, caprino) y aves silvestres de la zona que de manera libre hacen consumo de estas aguas.

Así también se ha identificado el uso para lavado de ropa y de vehículos en el río.

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 7. Toma de agua #1 en la comunidad de Canasmoro, río Guadalquivir**



- **X:** 318582
- **Y:** 7636906
- **Alt:** 2045 m.s.n.m.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Cuadro 8. Toma de agua #2 en la comunidad de Canasmoro, río Guadalquivir**



- **X:** 318506
- **Y:** 7636827
- **Alt:** 2643 m.s.n.m.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Cuadro 9.** *Lavado de ropa en la comunidad de Tomatitas, río Erquis*



- **X:** 0317356
- **Y:** 7621835
- **Alt:** 1935 m.s.n.m.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Cuadro 10. . Lavado de ropa en la comunidad de Tomatitas, río Victoria**

- **X:** 0317096
- **Y:** 7621344
- **Alt:** 1936 m.s.n.m.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Cuadro 11. Lavado de autos en la comunidad de Tomatitas, río Victoria**

- **X:** 0317096
- **Y:** 7621354
- **Alt:** 1938 m.s.n.m.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Cuadro 12. Extracción de áridos en la comunidad de Tomatitas, río Victoria**

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Como se había mencionado antes, el uso de recreación ,mismo que se da en la zona alta de San Lorenzo:





#### **4.1.4 Condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o 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, 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, 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.

Por ello, se ha realizado la identificación de las principales fuentes de contaminación antrópica en el municipio, debido a que son estas las que generan mayores niveles de contaminación. Las principales fuentes contaminantes son:

- Descargas de aguas residuales domésticas de la comunidad y de la Normal Rural de Canasmoro que se vierten al río Guadalquivir.
- Descarga de las lagunas de tratamiento de aguas residuales domésticas de la población de San Lorenzo que se vierte al río Guadalquivir.

- Descarga de Aguas Residuales del Matadero de RICO POLLO.
- Descarga de Aguas Residuales de LACTEOSBOL.
- Descarga de Aguas Residuales domésticas de la comunidad de Tomatitas.

#### **4.1.4.1 Planta de tratamiento de aguas residuales de Canasmoro**

- **Datos de la Actividad, Obra O Proyecto (AOP)**

Actividad principal de la AOP: Tratamiento de Aguas Residuales

Ubicación de la AOP: X: 318620; Y: 7637109; Altitud: 2051m

Comunidad/localidad: Canasmoro    Municipio: San Lorenzo    Provincia: Méndez

Departamento: Tarija

Referencia: Entrando por la Normal de Canasmoro

#### **Fotografía 1. *Planta de tratamiento de aguas residuales de Canasmoro***



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Cuadro 13.** *Georreferenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Canasmoro*



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Observaciones:**

La planta se encuentra actualmente funcionando, tiene un sistema propio con tratamiento de dos bioreactores, filtrado y posterior descarga al río Guadalquivir.

Se desconoce datos de capacidad de la planta y la calidad de las descargas de sus aguas. Ver ANEXO 4.

**4.1.4.2 Planta de tratamiento de Aguas Residuales de San Lorenzo**

- **Datos de la Actividad, Obra O Proyecto (AOP)**

Actividad principal: Tratamiento de Aguas Residuales

Ubicación de la AOP: X: 319131; Y: 7629786; Altitud: 1917 m

Comunidad/localidad: San Lorenzo      Municipio: San Lorenzo      Provincia: Méndez  
Departamento: Tarija

Referencia: A mano derecha antes de la entrada a San Lorenzo, frente al Río Calama (camino Tarija – San Lorenzo)

**Fotografía 2. *Planta de tratamiento de Aguas Residuales de San Lorenzo***

**Fuente:** Elaboración prppia, 2018

**Cuadro 14.** *Georreferenciación de la planta de tratamiento de Aguas Residuales de San Lorenzo*



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Observaciones:**

Debido a que la PTAR de San Lorenzo no tenía un buen funcionamiento y otros problemas de eficiencia, se implementó un programa para la reconstrucción de la PTAR, la misma que a la fecha se encuentra en etapa de construcción.

Esta nueva planta tendrá un sistema con un tanque de almacenamiento de aguas residuales, dos reactores UASB (RAFA: Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente), un sifón invertido y humedales. El sifón permitirá el transporte de las aguas hasta los humedales que se encuentran al otro lado del río Calama, posterior al tratamiento las aguas residuales serán descargadas al Río Guadalquivir.

Lo que ha futuro trabajaran como humedales, actualmente sirven como lagunas de oxidación de las aguas residuales de San Lorenzo.

**Fotografía 3. *Lagunas de oxidación de aguas residuales de San Lorenzo***

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

#### 4.1.4.3 Matadero empresa Rico Pollo

- **Datos de la Actividad, Obra o Proyecto (AOP)**

Actividad principal: Producción y Procesamiento de Aves de Corral

Ubicación de la AOP: X: 318984; Y: 7628793; Altitud: 1982 m

Comunidad/localidad: Rancho Norte      Municipio: San Lorenzo      Provincia: Méndez  
Departamento: Tarija

Referencias: Entrar a mano derecha, pasando el “Puente Chico” de LACTEOSBOL (carretera Tarija – San Lorenzo)

#### **Fotografía 4. *Matadero empresa Rico Pollo***



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Cuadro 15.** *Georreferenciación del Matadero empresa Rico Pollo*



**Fuente:** Elaboración propia, 2018



**Observaciones:**

La descarga de los residuos líquidos es directamente en el Río Guadalquivir, generando malos olores.

**4.1.4.4 LACTEOSBOL**

- **Datos de la Actividad, Obra o Proyecto (AOP)**

Actividad principal: Elaboración de productos lácteos

Ubicación de la AOP: X: 318479; Y: 7628784; Altitud: 1994 m

Comunidad/localidad: Rancho Norte      Municipio: San Lorenzo      Provincia: Méndez      Departamento: Tarija

**Fotografía 5. LACTEOSBOL**

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Cuadro 16. Georreferenciación de LACTEOSBOL**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Observaciones:**

La empresa cuenta con Planta de tratamiento de aguas residuales, posterior al tratamiento se realiza la descarga al Río Guadalquivir.

Se cuestiona el nivel de eficiencia de su PTAR

**4.1.5 Fuentes contaminantes actuales y su evolución en el futuro**

Las agroindustrias más relevantes dentro del municipio son: la Planta Láctea y el Matadero de pollos; sin embargo, no se cuentan con los datos cuantitativos de las descargas contaminantes generadas por las 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, 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 las poblaciones como San Lorenzo, Tomatitas, y otras menores cuenten con PTARs, o cámaras sépticas eficientes y adecuadamente mantenidas 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 impactos sobre el agua, el aire, el suelo y 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 tomas de agua y las diferentes actividades que se desarrollan entorno al río Guadalquivir y en sus afluentes río Erquis, río Victoria y río Sella, afecta en la calidad de sus aguas, generando algunas irregularidades 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 San Lorenzo:

**Tabla 11. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES MUNICIPIO DE SAN LORENZO**

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL			EFECTO	OBSERVACIONES
	CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO		
Trancas	GUA-01	Agua	Carga orgánica	Disminución de la calidad de agua por presencia de materia fecal de animales	El consumo por animales es libre, sin ningún control.
			Desvió del agua para riego	Reducción de caudal	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	Heces de animales	Contaminación en márgenes del río	La presencia de heces en las márgenes y lecho del río, indican el libre tránsito de los mismos que utilizan el cauce como abrevadero.
		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		
Carachimayo	GUA-02	Agua	Descarga aguas	Eutrofización	Si descarga gran cantidad de

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL			EFECTO	OBSERVACIONES
	CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO		
			residuales: aumento DBO <sub>5</sub> , OD, CF, N, P, SS.	Pérdida de biodiversidad acuática	contaminantes principalmente orgánicos, posiblemente descarga de aguas residuales de Canasmoro, se reduce la calidad del agua.
			Desvió del agua para riego	Reducción de caudal	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	Contaminación de las márgenes del río	Estos luego son arrastrados al mismo cauce del Río por el viento y 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		
Santa Bárbara	GUA-03	Agua	Descarga de aguas residuales domiciliarias e industriales: aumento DBO <sub>5</sub> , OD, CF, N, P, SS.	Eutrofización	Se reduce la calidad del agua, por la descarga de aguas residuales principalmente del matadero Rico Pollo
			Desvió del agua para riego	Reducción de caudal	Afecta el caudal mínimo ecológico.
		Suelo	Extracción de áridos, Residuos sólidos, Heces de animales y aves que aumentan nutrientes	Degradación del suelo Contaminación de los márgenes del Río	No hay seguimiento a la extracción de áridos. Los residuos sólidos son arrastrados por el viento al cauce del río.
			Aire	Emisión de olores	No se detectan malos olores en los alrededores

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL			EFECTO	OBSERVACIONES
	CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO		

PUNTO MUESTREO	IMPACTO AMBIENTAL			EFECTO	OBSERVACIONES
	CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO		
Erquis	ERQ-01	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO <sub>5</sub> , 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 domiciliarias, de comunidades que no cuentan con sistemas de tratamiento, pero tienen alcantarillado.
			Lavado de autos y ropa	Pérdida de biodiversidad acuática	Este tipo de actividades se realizan, pese a estar prohibidas
		Suelo	Residuos sólidos, Heces de animales	Contaminación de las márgenes del Río	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		
Sella	SEL-01	Agua	Lavado de autos	Pérdida de biodiversidad	Este tipo de actividades se realizan, pese a estar prohibidas
		Suelo	Extracción de áridos, Residuos sólidos, Heces de animales y aves que aumentan nutrientes	Degradación del suelo Contaminación de las márgenes del río	Estos residuos y heces 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	IMPACTO AMBIENTAL	EFECTO	OBSERVACIONES
-------	-------------------	--------	---------------

<b>MUESTREO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>FACTOR</b>	<b>ATRIBUTO</b>		
<b>VICTORIA</b>	<b>VIC -01</b>	Agua	Lavado de autos y lavado de ropa	Pérdida de biodiversidad	Este tipo de actividades se realizan, pese a estar prohibidas
		Suelo	Extracción de áridos, Residuos sólidos, Heces de animales	Degradación del suelo Contaminación de las márgenes del río	Estos residuos y heces 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

## 4.2 RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS MONITOREOS DEL RÍO GUADALQUIVIR Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES EN EL MUNICIPIO DE SAN LORENZO

### 4.2.1 Resultados de Condiciones Biológicas

El muestreo de macroinvertebrados 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 12. 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 macroinvertebrados bentónicos”, MMAyA

#### 4.2.1.1 Condiciones Biológicas en el río Guadalquivir

**Tabla 13. Resultados del primer monitoreo de las condiciones biológicas en el río Guadalquivir, municipio de San Lorenzo**

Código	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición Biológica
GUA - 01	68	II	Aguas con efecto de contaminación	Acceptable
GUA - 02	79	II	Aguas con efecto de contaminación	Acceptable
GUA - 03	59	III	Aguas contaminadas	Dudosa

Fuente: Elaboración propia, 2018

**Tabla 14. Resultados del segundo monitoreo de las condiciones biológicas en el río Guadalquivir, municipio de San Lorenzo**

Código	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición Biológica
GUA - 01	87	II	Con efecto de contaminación	Acceptable
GUA - 02	58	III	Aguas contaminadas	Dudosa
GUA - 03	58	III	Aguas contaminadas	Dudosa

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 4.2.1.2 Condiciones Biológicas en el río Erquis

**Tabla 15. Resultados del primer monitoreo de las condiciones biológicas en el río Erquis, municipio de San Lorenzo**

Código	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición Biológica
ERQ-01	48	III	Aguas contaminadas	Dudosa

Fuente: Elaboración propia, 2018

**Tabla 16. Resultados del segundo monitoreo de las condiciones biológicas en el río Erquis, municipio de San Lorenzo**

Código	BMWP/Bol	Clase	Calidad del cuerpo de agua	Condición Biológica
ERQ-01	61	II	Con efecto de contaminación	Aceptable

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 4.2.1.3 Condiciones Biológicas en el río Sella

**Tabla 17. Resultados de las condiciones biológicas en el río Sella, municipio de San Lorenzo**

Código	Primer monitoreo	Segundo monitoreo	Primer monitoreo		Segundo monitoreo	
			Condición Biológica	Interpretación	Condición Biológica	Interpretación
SEL 01	NR	51	NR	NR	Dudosa	Aguas contaminadas

Fuente: Elaboración propia, 2018

\*NR: No Realizado

#### **4.2.2 Resultados de parámetros Físicoquímicos y microbiológicos**

Para un mejor entendimiento de los resultados físicoquímicos y microbiológicos en los dos monitoreos, se ha relacionado **la calidad del cuerpo de agua** de acuerdo a lo establecido en el RMCH, **a un color:**

- Azul**, representa los parámetros dentro de **Clase A**
- Verde**, representa los parámetros dentro de **Clase B**
- Amarillo**, representa los parámetros dentro de **Clase C**
- Naranja**, representa los parámetros dentro de **Clase D**
- Rojo**, indica que los parámetros sobrepasan los límites de calidad.

##### **4.2.2.1 Resultados obtenidos en el Río Guadalquivir**

**Tabla 18. Resultados de parámetros básicos en el Río Guadalquivir, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES								PARÁMETROS BÁSICOS					
Código	Nombre	Pto_muestreo	Comunidad	Este	Norte	Zona	Elevación	CE	OD	pH	SSed	T	Turb
				m	m	UTM	M	μS/cm	%		mL/L	°C	NTU
<b>PRIMER MONITOREO: 18/10/2017</b>													
GUA 01	Puente Trancas	30 metros aguas arriba del puente de Trancas	Trancas	309692	7642944	20 K	2220	173,2	95,4	7,72	<0.1	23	1,79
GUA 02	Puente Carachimayo	300 metros aguas abajo del puente de Carachimayo	Carachimayo	319048	7635455	20 K	2040	118	99,5	7,96	<0.1	23,9	5
GUA 03	Puente Santa Bárbara	Río Guadalquivir altura del puente de San Bárbara	Rancho	319524	7626455	20 K	1963	167,3	98,8	9,65	<0.1	30,95	5,65
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>													
GUA 01	Puente Trancas	30 metros aguas arriba del puente de Trancas	Trancas	309706	7642942	20 K	2190	139,8	115,5	7,57	<0.1	21,7	1,5
GUA 02	Puente Carachimayo	100 metros aguas abajo del puente de Carachimayo	Carachimayo	318957	7635592	20 K	2040	151	112	7,74	<0.1	21,9	1,6
GUA 03	Puente Santa Bárbara	Río Guadalquivir altura del puente de San Bárbara	Rancho	319322	7626225	20 K	1972	167,8	115,4	8,27	<0.1	21,9	83

Fuente: Elaboración propia, 2018

**Tabla 19. Resultados de constituyentes inorgánicos metálicos en el Río Guadalquivir, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES								
Código	Nombre	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
<b>PRIMER MONITOREO: 18/10/2017</b>											
GUA 01	Puente Trancas	CEANID	<6,1x10 <sup>-4</sup>	11,8	<1,2x10 <sup>-4</sup>	<2x10 <sup>-4</sup>	<0,06	<8,4x10 <sup>-5</sup>	<1,4x10 <sup>-3</sup>	19,4	<0,02
GUA 02	Puente Carachimayo	CEANID	<6,1x10 <sup>-4</sup>	6,54	<1,2x10 <sup>-4</sup>	<2x10 <sup>-4</sup>	0,15	<8,4x10 <sup>-5</sup>	<1,4x10 <sup>-3</sup>	8,63	<0,02
GUA 03	Puente Santa Bárbara	CEANID	<6,1x10 <sup>-4</sup>	9,42	<1,2x10 <sup>-4</sup>	<2x10 <sup>-4</sup>	0,15	<8,4x10 <sup>-5</sup>	<1,4x10 <sup>-3</sup>	16,2	<0,02
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>											
			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 01	Puente Trancas	Spectrolab	0,002	12,82	< 0,05	0,005	0,02	0,001	0,03	7,58	0,05
GUA 02	Puente Carachimayo	Spectrolab	0,002	12,82	< 0,05	0,005	0,02	0,001	0,03	8,58	0,05
GUA 03	Puente Santa Bárbara	Spectrolab	0,002	16,43	< 0,05	0,005	0,02	0,001	0,03	10,54	0,05

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

\*Los valores de Cadmio se encuentran por debajo de los límites de detección del equipo en los resultados reportados de Spectrolab,



**Tabla 20. Resultados de constituyentes inorgánicos no metálicos y orgánicos agregados, en el Río Guadalquivir, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			CONST. INORGÁNICOS NO METÁLICOS					CONST. ORGÁNICOS AGREGADOS	
Código	Nombre	Laboratorio	Cianuros	Cloruros	Fosfato Total	Nitrógeno Total	Sulfatos <sup>-</sup>	DBO <sub>5</sub>	DQO
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg O <sub>2</sub> /L	mg O <sub>2</sub> /L
<b>PRIMER MONITOREO: 18/10/2017</b>									
GUA 01	Puente Trancas	CEANID	<0,02	9,71	0,15	0,13	47,07	2,2	4
GUA 02	Puente Carachimayo	CEANID	<0,02	10,25	1,32	0,91	29,81	16,9	43
GUA 03	Puente Santa Bárbara	CEANID	<0,02	13,48	0,45	0,99	33,82	2,1	8
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>									
GUA 01	Puente Trancas	CEANID	<0,02	0,73	0,09	0,24	28,67	<1	21
GUA 02	Puente Carachimayo	CEANID	<0,02	4,75	0,06	0,4	37,88	<1	5
GUA 03	Puente Santa Bárbara	CEANID	<0,02	4,14	0,13	0,32	42,44	<1	10

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 21. Resultados de constituyentes plaguicidas en el Río Guadalquivir, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS								
Código	Nombre	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
<b>PRIMER MONITOREO: 18/10/2017</b>											
GUA 01	Puente Trancas	CEANID	<6,57x10 <sup>-3</sup>	<1,08x10 <sup>-3</sup>	<1,03x10 <sup>-2</sup>	<2,92x10 <sup>-3</sup>	<3,21x10 <sup>-3</sup>	<2,19x10 <sup>-3</sup>	<1,64x10 <sup>-2</sup>	<1,21x10 <sup>-3</sup>	<9,64x10 <sup>-3</sup>
GUA 02	Puente Carachimayo	CEANID	<6,38x10 <sup>-3</sup>	<1,05x10 <sup>-3</sup>	<1x10 <sup>-2</sup>	<2,84x10 <sup>-3</sup>	<3,12x10 <sup>-3</sup>	<2,13x10 <sup>-3</sup>	<1,59x10 <sup>-2</sup>	<1,18x10 <sup>-3</sup>	<9,36x10 <sup>-3</sup>
GUA 03	Puente Santa Bárbara	CEANID	<7,09x10 <sup>-3</sup>	<1,17x10 <sup>-3</sup>	<1,11x10 <sup>-2</sup>	<3,15x10 <sup>-3</sup>	<3,46x10 <sup>-3</sup>	<2,36x10 <sup>-3</sup>	<1,76x10 <sup>-2</sup>	<1,31x10 <sup>-3</sup>	<1,04x10 <sup>-2</sup>
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>											
GUA 01	Puente Trancas	CEANID	<5,81x10 <sup>-3</sup>	<9,55x10 <sup>-4</sup>	<9,12x10 <sup>-3</sup>	<2,58x10 <sup>-3</sup>	<2,84x10 <sup>-3</sup>	<1,94x10 <sup>-3</sup>	<1,45x10 <sup>-2</sup>	<1,07x10 <sup>-3</sup>	<8,52x10 <sup>-3</sup>
GUA 02	Puente Carachimayo	CEANID	<6,25x10 <sup>-3</sup>	<1,03x10 <sup>-3</sup>	<9,28x10 <sup>-3</sup>	<2,78x10 <sup>-3</sup>	<3,06x10 <sup>-3</sup>	<2,08x10 <sup>-3</sup>	<1,56x10 <sup>-2</sup>	<1,15x10 <sup>-3</sup>	<9,17x10 <sup>-3</sup>
GUA 03	Puente Santa Bárbara	CEANID	<5,7x10 <sup>-3</sup>	<9,37x10 <sup>-4</sup>	<8,95x10 <sup>-3</sup>	<2,53x10 <sup>-3</sup>	<2,78x10 <sup>-3</sup>	<1,9x10 <sup>-3</sup>	<1,42x10 <sup>-2</sup>	<1,05x10 <sup>-3</sup>	<8,35x10 <sup>-3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 22. Resultados de constituyentes Microbiológicos en el Río Guadalquivir, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			CONSTITUYENTES MICROBIOLÓGICOS
Código	Nombre	Laboratorio	Colifecales
			UFC/100mL
<b>PRIMER MONITOREO: 18/10/2017</b>			
GUA 01	Puente Trancas	Spectrolab	0
GUA 02	Puente Carachimayo	Spectrolab	3
GUA 03	Puente Santa Bárbara	Spectrolab	0
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>			Colifecales
			NMP/100mL
GUA 01	Puente Trancas	CEANID	9,3x10 <sup>1</sup>
GUA 02	Puente Carachimayo	CEANID	6,4x10 <sup>1</sup>
GUA 03	Puente Santa Bárbara	CEANID	2,10x10 <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 23. Resultados de medición de caudales en el río Guadalquivir, municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			Caudal m <sup>3</sup> /s
Código	Nombre	Reportado por:	
<b>PRIMER MONITOREO: 18/10/2017</b>			
GUA 01	Puente Trancas	SENAMHI	0,052
GUA 02	Puente Carachimayo	SENAMHI	0,499
GUA 03	Puente Santa Bárbara	SENAMHI	0,093
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>			
GUA 01	Puente Trancas	OTN	0,057
GUA 02	Puente Carachimayo	OTN	0,017
GUA 03	Puente Santa Bárbara	OTN	0,499

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

#### 4.2.2.2 Resultados obtenidos en el Río Erquis

**Tabla 24. Resultados de parámetros básicos en el Río Erquis, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES								PARÁMETROS BÁSICOS					
Código	Nombre	Punto de muestreo	Comunidad	Este	Norte	Zona	Elevación	CE	OD	pH	SSed	T	Turb
				m	m	UTM	m	μS/cm	%	-	mL/L	°C	NTU
<b>PRIMER MONITOREO: 18/10/2017</b>													
ERQ 01	Río Erquis	Debajo del puente camino a la Victoria	Tomatitas	317604	7621633	20 K	1917	32,4	78,5	7,13	<0.1	24,25	1,76
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>													
ERQ 01	Río Erquis	Río Erquis altura del bosquecillo de Tomatitas	Tomatitas	317378	7621822	20 K	1919	44,9	107,1	7,32	<0.1	21,8	3,5

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 25. Resultados de constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides en el Río Erquis, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES								
Código	Nombre	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
<b>PRIMER MONITOREO: 18/10/2017</b>											
ERQ 01	Río Erquis	CEANID	$<6,1 \times 10^{-4}$	5,02	$<1,2 \times 10^{-4}$	$<2 \times 10^{-4}$	0,35	$<8,4 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{-3}$	5,15	$<0,02$
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>			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
ERQ 01	Río Erquis	Spectrolab	$<0,002$	7,21	$<0,05$	$<0,005$	$<0,02$	$<0,001$	$<0,03$	3,72	$<0,05$

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 26. Resultados de constituyentes inorgánicos no metálicos, orgánicos agregados, microbiológicos y caudal en el Río Erquis, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS					CONST, ORGÁNICOS AGREGADOS	
Código	Nombre	Laboratorio	Cianuros	Cloruros	Fosfato Total	Nitrógeno Total	Sulfato Total	DBO5	DQO
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg O2/L	mg O2/L
<b>PRIMER MONITOREO: 18/10/2017</b>									
ERQ 01	Río Erquis	CEANID	<0,02	7,55	0,15	1,3	2,97	1,4	3
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>									
ERQ 01	Río Erquis	CEANID	<0,02	1,46	0,17	0,51	<1	<1	29

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 27. Resultados de constituyentes plaguicidas en el Río Erquis, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS								
Código	Nombre	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
<b>PRIMER MONITOREO: 18/10/2017</b>											
ERQ 01	Río Erquis										
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>											
ERQ 01	Río Erquis	CEANID	<5,81X10 <sup>-3</sup>	<9,55X10 <sup>-4</sup>	<9,12X10 <sup>-3</sup>	<2,58X10 <sup>-3</sup>	<2,84X10 <sup>-3</sup>	<1,94X10 <sup>-3</sup>	<1,45X10 <sup>-2</sup>	<1,07X10 <sup>-3</sup>	<8,52X10 <sup>-3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 28. Resultados de constituyentes microbiológicos en el Río Erquis, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			CONST. MICROBIOLÓGICOS
Código	Nombre	Laboratorio	Colifecales
			UFC/100mL
<b>PRIMER MONITOREO: 18/10/2017</b>			
ERQ 01	Río Erquis	Spectrolab	84
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>			
			Colifecales
			NMP/100mL
ERQ 01	Río Erquis	CEANID	2,8x10 <sup>1</sup>

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 29. Resultados de medición de caudales en el río Erquis, municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			Caudal
Código	Nombre	Reportado por:	m <sup>3</sup> /s
<b>PRIMER MONITOREO: 18/10/2017</b>			
ERQ 01	Río Erquis	SENAMHI	0,108
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>			
ERQ 01	Río Erquis	OTN	0,504

**Fuente:** Elaboración propia, 2018



#### 4.2.2.3 Resultados obtenidos en el Río Sella

**Tabla 30. Resultados de parámetros básicos en el Río Sella, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES								PARÁMETROS BÁSICOS					
Código	Nombre	Pto_muestreo	Comunidad	Este	Norte	Zona	Elevación	CE	OD	pH	SSed	T	Turb
				m	m	UTM	m	μS/cm	%	-	mL/L	°C	NTU
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>													
SEL 01	Río Sella	Río Sella 20 metros aproximadamente antes de la unión al río Guadalquivir	Sella	318613	7624827	20 K	1943	164,5	108,7	8,41	<0.1	24,4	50

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 31. Resultados de constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides en el Río Sella, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES								
Código	Nombre	Laboratorio	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
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>											
SEL 01	Río Sella	Spectrolab	<0,002	15.63	<0,05	<0,005	<0,02	<0,001	<0,03	10,36	<0,05

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 32. Resultados de constituyentes inorgánicos no metálicos y orgánicos agregados en el Río Sella, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			CONST. INORGÁNICOS NO METÁLICOS					CONST. ORGÁNICOS AGREGADOS	
Código	Nombre	Laboratorio	Cianuros	Cloruros	Fosfato Total	Nitrógeno Total	Sulfatos	DBO5	DQO
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg O2/L	mg O2/L
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>									
SEL 01	Río Sella	CEANID	<0,02	4,38	0,3	1.10	29,66	<1	4

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 33. Resultados de constituyentes microbiológicos en el río Sella, municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			CONST. MICROBIOLÓGICOS
Código	Nombre	Laboratorio	Colifecales
			NMP/100mL
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>			
SEL 01	Río Sella	CEANID	7,5X10 <sup>1</sup>

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 34. Resultados de constituyentes plaguicidas en el Río Sella, Municipio de San Lorenzo**

DATOS GENERALES			CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS								
Código	Nombre	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
<b>SEGUNDO MONITOREO: 08/05/2018</b>											
SEL 01	Río Sella	CEANID	<6X10 <sup>-3</sup>	<9,87X10 <sup>-4</sup>	<9,43X10 <sup>-3</sup>	<2,67X10 <sup>-3</sup>	<2,93X10 <sup>-3</sup>	<2X10 <sup>-3</sup>	<1,49X10 <sup>-2</sup>	<1,11X10 <sup>-3</sup>	<8,8X10 <sup>-3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

### 4.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE 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 puntos de monitoreos del río Guadalquivir, río Erquis y río Sella, existen parámetros que presentan variaciones en los diferentes puntos de muestreos, también hay parámetros dentro de clase C y algunos que sobre pasan los límites de esta clase, finalmente se observa también algunos parámetros que están fuera de los límites de calidad, entre ellos:

#### 4.3.1 Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

##### 4.3.1.1 Análisis de pH

En la tabla 36, se presenta la comparación de valores de pH obtenidos en los diferentes puntos de muestreo y los establecidos en el RMCH:

**Tabla 35. Comparación de valores pH**

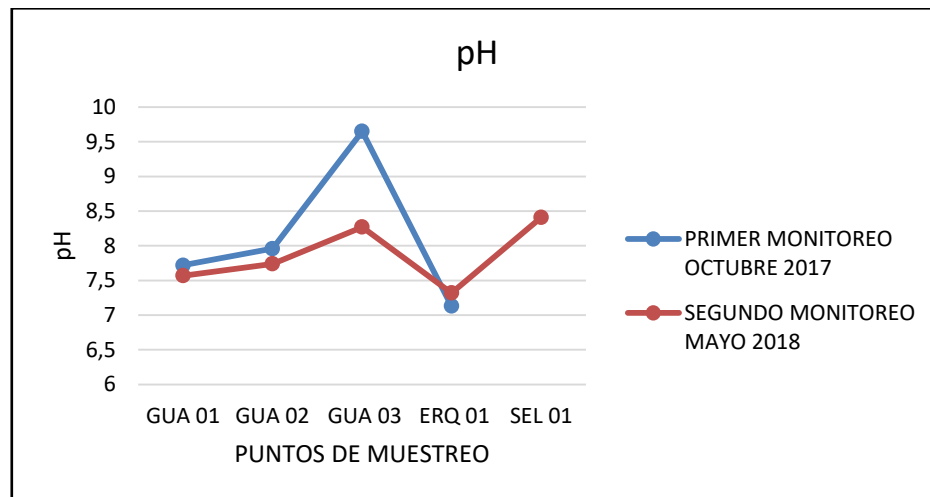
Punto de muestreo	Valor Máximo	Valor Mínimo	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 01	7,72	7,57	6,0 a 8,5	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
GUA 02	7,96	7,74	6,0 a 8,5	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
GUA 03	9,65	8,27	6,0 a 8,5	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
ERQ 01	7,32	7,13	6,0 a 8,5	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
SEL 01		8,41	6,0 a 8,5	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Nota.-** Los valores máximos y mínimos se refieren a los datos extremos obtenidos en los monitoreos.

Se puede observar que en el río Guadalquivir, el punto de muestreo GUA-03, el resultado en el primer monitoreo, está fuera de los límites permisibles de calidad.

**Grafico 2. Variación del pH**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Este punto se encuentra aguas abajo de la planta procesadora de leche LACTEOSBOL y del matadero de Rico Pollo, por ello, se puede decir que el pH alcalino (9.65) en este punto, se debe a las descargas de las aguas de estas actividades, como resultado del lavado de las máquinas o instalaciones con soda cáustica.

La importancia de este parámetro, es que la alteración del pH en un ecosistema acuático puede cambiar la flora y la fauna presente en éste, pudiendo ser la causa de la muerte de los peces, entre otros daños. Por otro lado, para un sistema de abastecimiento de agua el pH influye en los procesos de la coagulación química, en el proceso de desinfección de las aguas y en el control de la corrosión. Mientras que en los procesos de tratamiento biológico de las aguas residuales el pH influye en el crecimiento de los microorganismos responsables del proceso, de aquí que este deba mantenerse dentro de ciertos límites.

#### **4.3.1.2 Análisis de Turbidez**

En la tabla 37, se presenta la comparación de valores de Turbidez obtenidos en los diferentes puntos de muestreo y los establecidos en el RMCH:

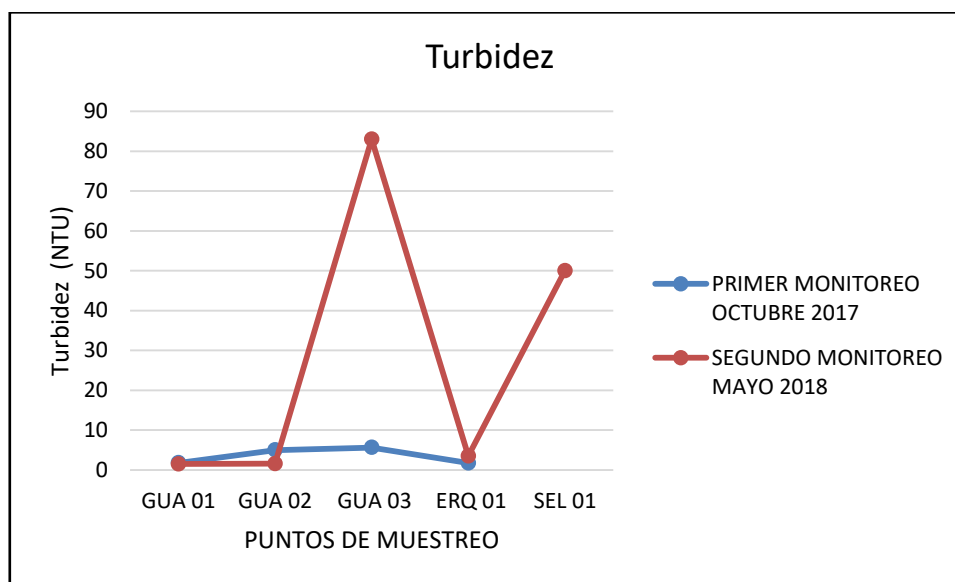
**Tabla 36. Comparación de valores de Turbidez**

Punto de muestreo	Valor Máximo	Valor Mínimo	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 01	1,79	1,5	<10	< 50	< 2000	<10000
GUA 02	5	1,6	<10	< 50	< 2000	<10000
GUA 03	83	5,65	<10	< 50	< 2000	<10000
ERQ 01	3,5	1,76	<10	< 50	< 2000	<10000
SEL 01		50	<10	< 50	< 2000	<10000

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Se puede observar también que, en el punto de muestreo GUA-03, el resultado de este parámetro en el segundo monitoreo, se encuentra dentro de **clase C**.

**Gráfico 3. Variación de la 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 38, se presenta la comparación de valores de Hierro obtenidos en los diferentes puntos de muestreo y los establecidos en el RMCH:

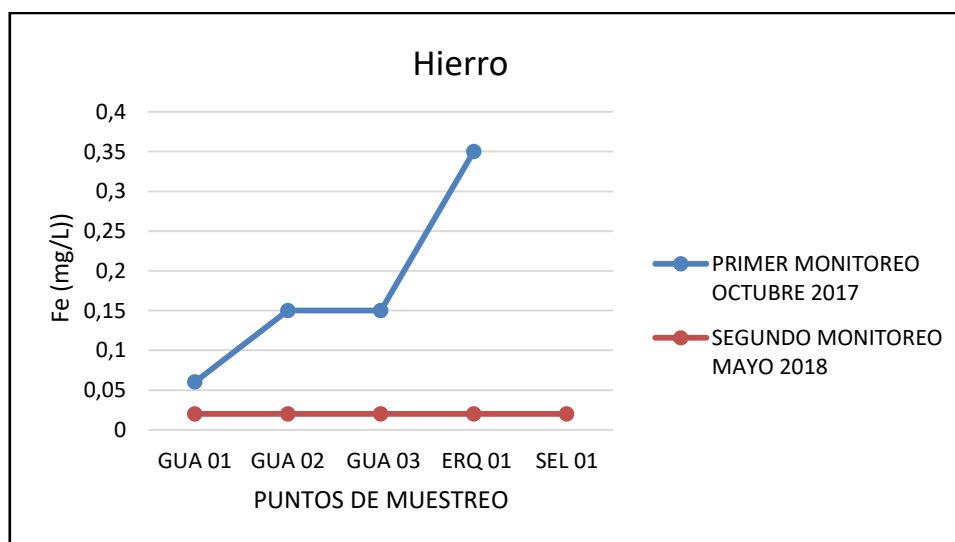
**Tabla 37. Variación de valores de Hierro**

Punto de muestreo	Valor Máximo	Valor Mínimo	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 01	0,06	0,02	0,3	0,3	1	1
GUA 02	0,15	0,02	0,3	0,3	1	1
GUA 03	0,15	0,02	0,3	0,3	1	1
ERQ 01	0,35	0,02	0,3	0,3	1	1
SEL 01		0,02	0,3	0,3	1	1

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Se puede observar que en el punto de muestreo ERQ-01, el resultado de este parámetro realizado en el primer monitoreo, se encuentra dentro de **clase C**.

**Grafico 4. Variación de Hierro**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Los aportes de hierro son generalmente asociados a actividades de explotación de agregados o también puede ser de origen natural.



#### 4.3.1.4 Análisis de Fosfatos

En la tabla 39, se presenta la comparación de valores de Fosfatos obtenidos en los diferentes puntos de muestreo y los establecidos en el RMCH:

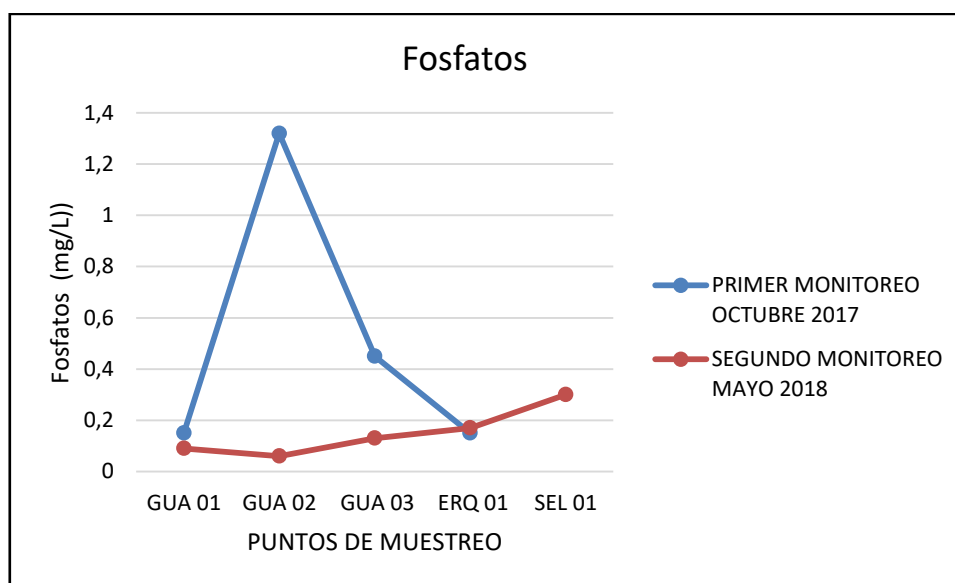
**Tabla 38. Variación de valores de Fosfatos**

Punto de muestreo	Valor Máximo	Valor Mínimo	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 01	0,15	0,09	0,4	0,5	1	1
GUA 02	1,32	0,06	0,4	0,5	1	1
GUA 03	0,45	0,13	0,4	0,5	1	1
ERQ 01	0,17	0,15	0,4	0,5	1	1
SEL 01		0,3	0,4	0,5	1	1

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Se puede observar que en el punto de muestreo GUA-02, el resultado de este parámetro realizado en el primer monitoreo, se encuentra fuera de los límites permisibles de calidad.

**Grafico 5. Variación de Fosfatos**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Este punto se encuentra aguas abajo de la PTAR de Canasmoro, por lo tanto, se puede decir que la variación de este parámetro, se debe al aporte de las descargas de la planta de tratamiento, debido a que el fósforo se encuentra en aguas naturales y residuales casi exclusivamente como fosfatos.

Su presencia en el agua puede deberse también al lavado de ropa u otras limpiezas y a los fertilizantes agregados a la tierra que por arrastre aportan fósforo al agua.

En un cuerpo de agua el fósforo puede ser el nutriente limitador del crecimiento de los microorganismos.

#### 4.3.1.5 Análisis de Demanda Bioquímica del Oxígeno

En la tabla 40, se presenta la comparación de valores de DBO<sub>5</sub> obtenidos en los diferentes puntos de muestreo y los establecidos en el RMCH:

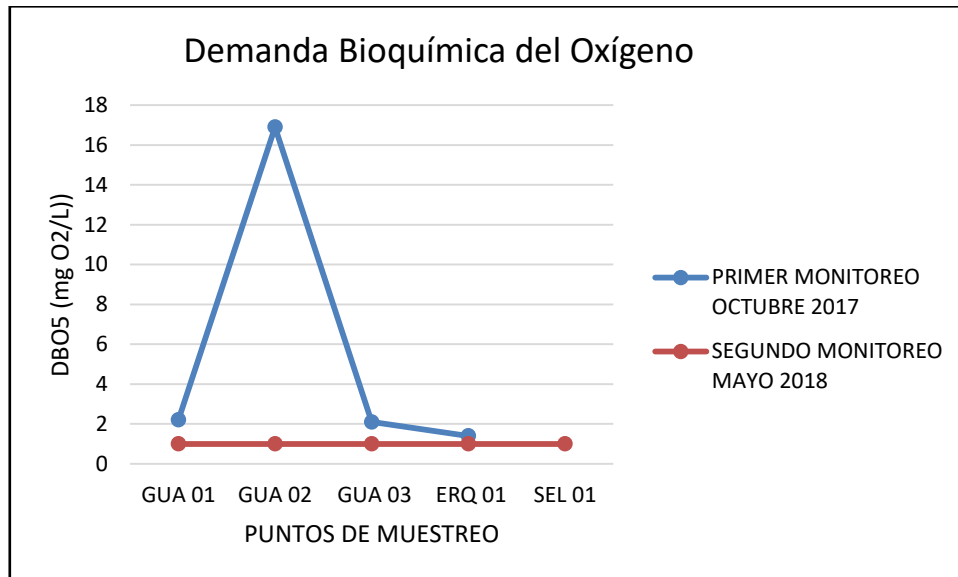
**Tabla 39. Variación de valores de DBO<sub>5</sub>**

Punto de muestreo	Valor Máximo	Valor Mínimo	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 01	2,2	1	<2	<5	<20	<30
GUA 02	16,9	1	<2	<5	<20	<30
GUA 03	2,1	1	<2	<5	<20	<30
ERQ 01	1,4	1	<2	<5	<20	<30
SEL 01		1	<2	<5	<20	<30

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Se puede observar que en el punto de muestreo GUA-02, el resultado de este parámetro realizado en el primer monitoreo, se encuentra en **clase C**.

**Grafico 6. Variación de Demanda Bioquímica del Oxígeno**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Las descargas de aguas residuales de la PTAR de Canasmoro, puede influir en la variación de este parámetro.

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.

La disminución del oxígeno disuelto en las corrientes de agua puede ser la causa de la extinción de peces y de otras formas de vida acuática, un valor alto de la DBO puede significar un incremento de la microflora presente en el cuerpo de agua, lo que puede interferir en el equilibrio de la vida acuática, se generan cantidades excesivas de algas.

#### 4.3.1.6 Análisis de Demanda Química del Oxígeno

En la tabla 41, se presenta la comparación de valores de DQO obtenidos en los diferentes puntos de muestreo y los establecidos en el RMCH:

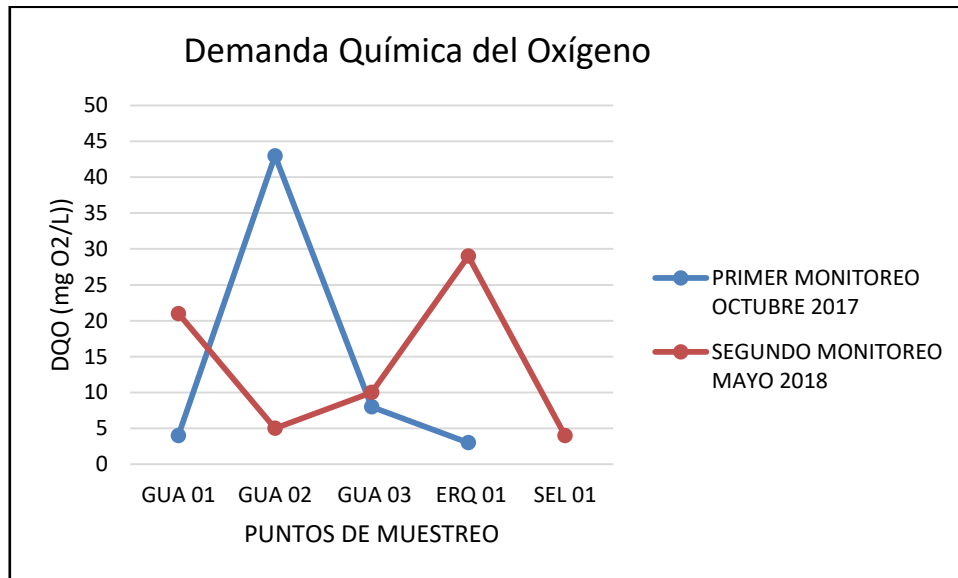
**Tabla 40. Variación de valores de DQO**

Punto de muestreo	Valor Máximo	Valor Mínimo	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 01	21	4	<5	<10	<40	<60
GUA 02	43	5	<5	<10	<40	<60
GUA 03	10	8	<5	<10	<40	<60
ERQ 01	29	3	<5	<10	<40	<60
SEL 01	4		<5	<10	<40	<60

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Se puede observar que en el punto de muestreo GUA-02, el resultado en el primer monitoreo se encuentra fuera de los límites permisibles de calidad, también se puede apreciar que en el punto GUA-01 y ERQ 01, el resultado en el segundo monitoreo se encuentra en **clase C**.

**Grafico 7. Variación de Demanda Química del Oxígeno**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Este parámetro podría estar influenciado por las descargas de aguas residuales y al consume libre de los animales, que defecan en los cuerpos de agua.

#### 4.3.1.7 Análisis de Coliformes

En la tabla 42, se presenta la comparación de valores de Coliformes obtenidos en los puntos de muestreo y los establecidos en el RMCH:

Tabla 41. Variación de valores de Coliformes

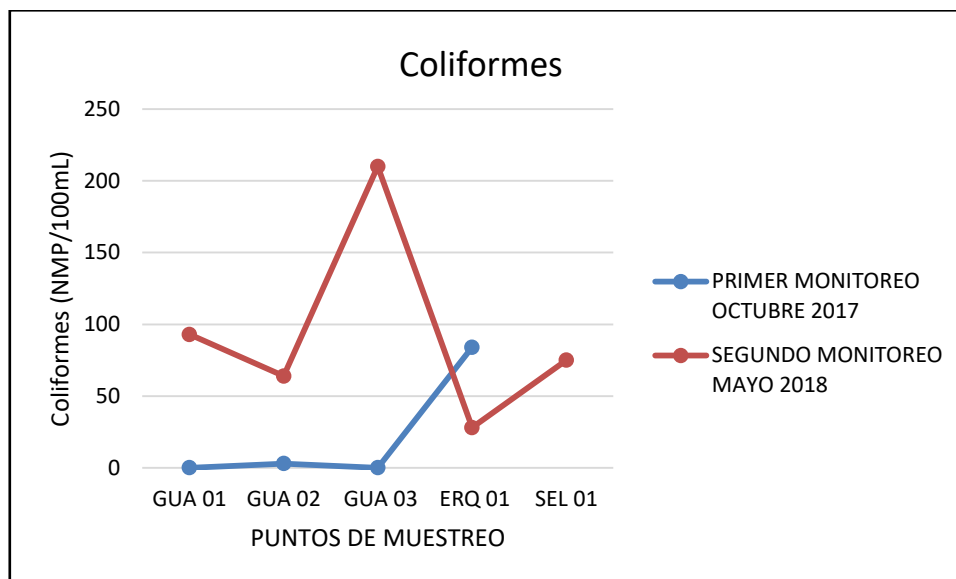
Punto de muestreo	Valor Máx.	Valor Mín.	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 01	93	0	<50 y <5 en 80% de muestras	<1000 y <200 en 80% de muestras	<5000 y <1000 en 80% de muestras	<50000 y <5000 en 80% de muestras
GUA 02	64	3	<50 y <5 en 80% de muestras	<1000 y <200 en 80% de muestras	<5000 y <1000 en 80% de muestras	<50000 y <5000 en 80% de muestras
GUA 03	210	0	<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
ERQ 01	84	28	<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
SEL 01	75		<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

**Nota.-** Tomar en cuenta que los límites permisibles en la Ley para este parámetro considera NMP/100 como unidades de medición

A continuación, se puede observar que en el punto de muestreo GUA-03, el resultado de este parámetro realizado en el segundo monitoreo, se encuentra dentro de **clase C**.

**Grafico 8. . Variación de Coliformes**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

La presencia de Coliformes en este punto, podría ser por los aportes de las descargas de las plantas de tratamientos de Canasmoro y San Lorenzo, así también, con las descargas de LACTEOSBOL y el matadero de Rico Pollo.

Existen microorganismos patógenos que pueden transmitirse a huéspedes nuevos por vías indirectas. Los que abandonan el cuerpo con las excreciones pueden llegar a los alimentos o al agua, incluso multiplicarse y tiene asegurado el paso a las vías digestivas de otro huésped. Como la boca es la única puerta de entrada de estos organismos, el hecho desagradable, pero inevitable, es que una causa de enfermedad intestinal es la consecuencia directa de algún error de tipo sanitario o de higiene personal.

Los desperdicios intestinales de animales de sangre caliente generalmente incluyen una gran variedad de géneros y especies de bacterias. Entre ellos están el grupo de coliformes, con especies de los géneros *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, ciertas bacterias esporuladas y otras. En suma, muchas clases de bacterias patógenas y otros microorganismos pueden presentarse en los desechos,

variando de acuerdo al área geográfica, estado de salud de la comunidad, naturaleza y grado del tratamiento de los desechos, la purificación natural del agua y otros factores.

#### 4.3.1.8 Análisis de Endrín y Paratión

Para estos constituyentes de plaguicidas En la tabla 43y tabla 44, se presenta la comparación de valores de Endrín y Paratión, respectivamente obtenidos en los diferentes puntos de muestreo:

**Tabla 42. Variación de valores de Endrín**

Punto de muestreo	Valor Máximo	Valor Mínimo	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 01	0,0103	0,00912	@	@	@	@
GUA 02	0,01	0,00928	@	@	@	@
GUA 03	0,0111	0,00895	@	@	@	@
ERQ 01		0,00912	@	@	@	@
SEL 01		0,00943	@	@	@	@

@: Insecticidas de importación prohibida, no obstante siguen en uso

Fuente: Elaboración propia, 2018

**Tabla 43. Variación de valores de Paratión**

Punto de muestreo	Valor Máximo	Valor Mínimo	Límite permisible			
			Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
GUA 01	0,00964	0,00852	@	@	@	@
GUA 02	0,00936	0,00917	@	@	@	@
GUA 03	0,0104	0,00835	@	@	@	@
ERQ 01		0,00852	@	@	@	@
SEL 01		0,0088	@	@	@	@

@: Insecticidas de importación prohibida, no obstante siguen en uso

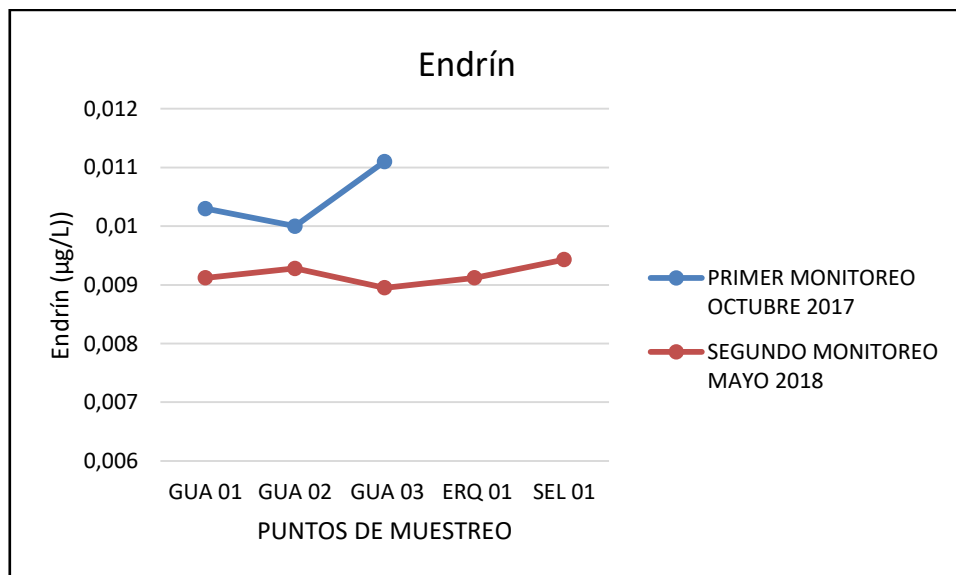
Fuente: Elaboración propia, 2018



Estos parámetros, tienen prohibidos sus usos, por ello es que en la tabla 43 y 44 no se tienen valores de referencia para realizar la comparación, sin embargo se puede observar que aunque los resultados de estos parámetros en los dos monitoreos, son valores pequeños están fuera de los límites permisibles de calidad debido a que según el cuadro N°A-1 debería ser cero.

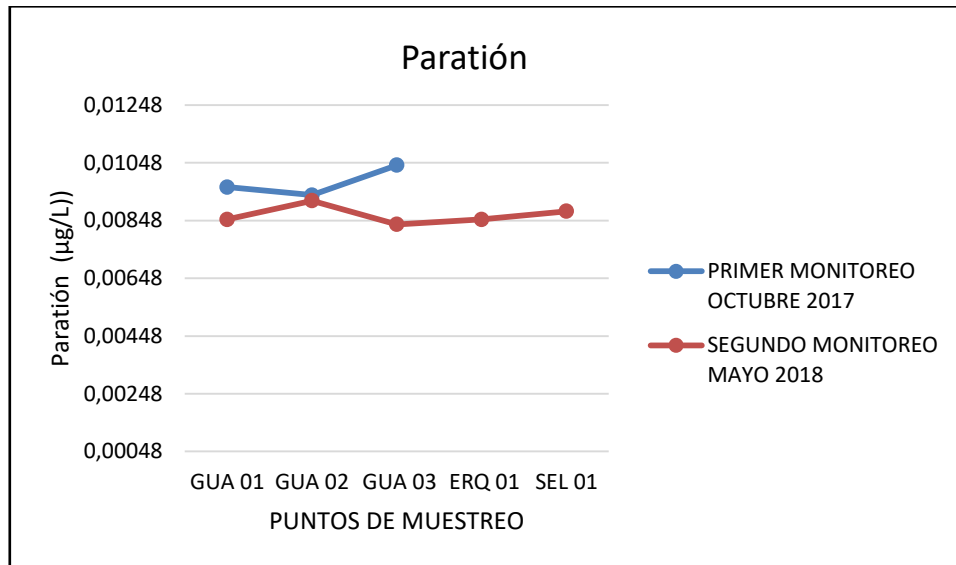
Para el afluente río Erquis, no se realizó el análisis de constituyentes plaguicidas.

**Grafico 9. Variación de Endrín**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Grafico 10. Variación Paratión**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Sin embargo, en el municipio de San Lorenzo, gran parte de la población se dedica a la agricultura, la presencia de estos parámetros, puede deberse al uso de plaguicidas, que por arrastre de lluvias o por lixiviados, llegan hasta los cuerpos de agua.

La presencia de estos parámetros es alarmante como ya se ha mencionado, sus usos están prohibidos actualmente por Ley.

### 4.3.2 Análisis de Condiciones Biológicas

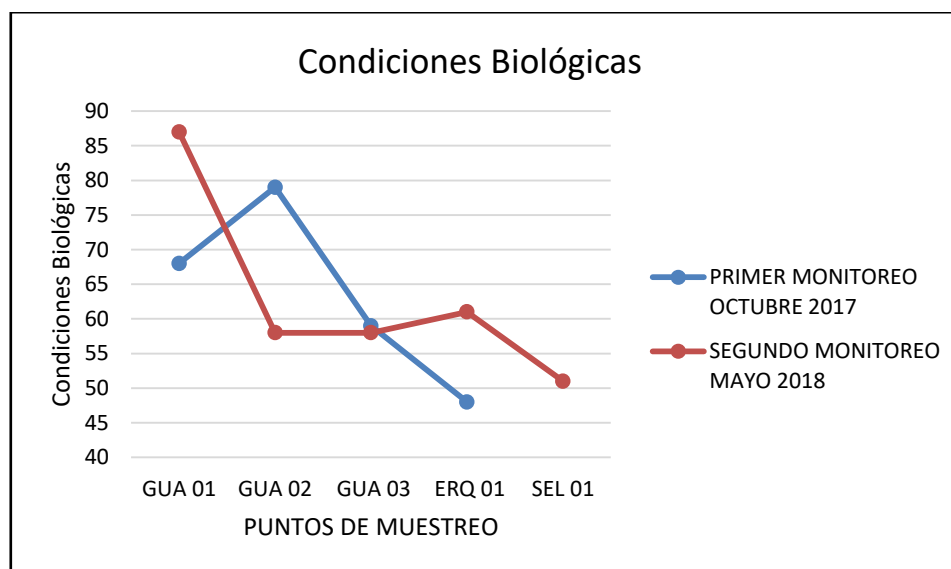
En la tabla 45, se puede observar la comparación de los resultados obtenidos en los diferentes puntos de monitoreo con el índice BMWP/Bol.

**Tabla 44. Comparación de valores de Condiciones Biológicas**

N <sup>a</sup>	Punto de muestreo	Valor Máx.	Valor Mín.	Buena	Aceptable	Dudosa	Crítica	Muy Crítica
1	GUA - 01	87	68	> 100	61-100	36-60	16-35	< 15
2	GUA - 02	79	58	> 100	61-100	36-60	16-35	< 15
3	GUA - 03	59	58	> 100	61-100	36-60	16-35	< 15
4	ERQ 01	61	48	> 100	61-100	36-60	16-35	< 15
5	SEL 01		51	> 100	61-100	36-60	16-35	< 15

Fuente: Elaboración propia, 2018

**Grafico 11. Variación de Condiciones Biológicas**

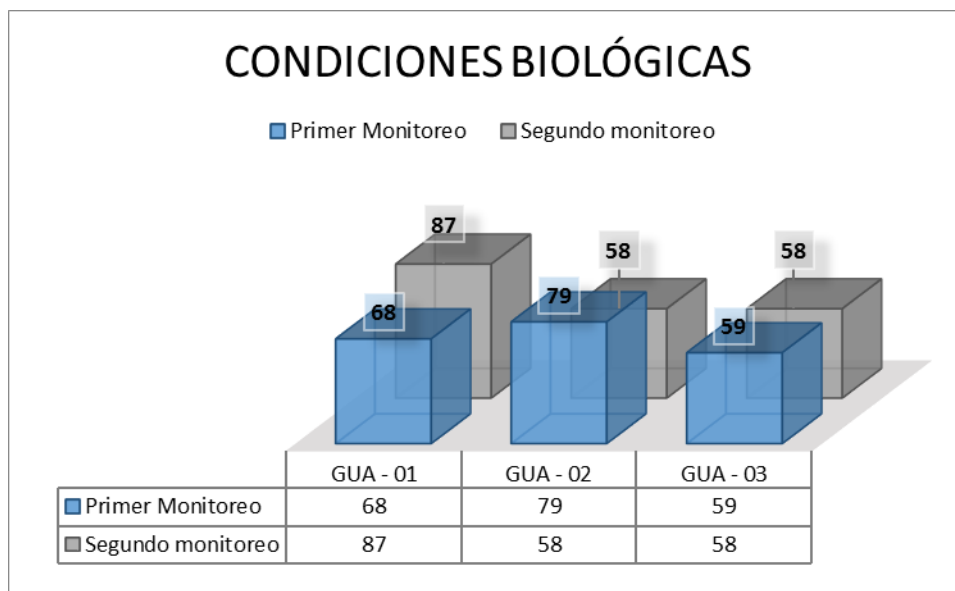


Fuente: Elaboración propia, 2018

La gráfica 11 nos permite observar la variación de las condiciones biológicas en los cuerpos de agua en el municipio de San Lorenzo, durante los dos monitoreos realizados, época de estiaje y época de lluvia.

- **Río Guadalquivir**

**Grafico 12. Variación de Condiciones Biológicas en los puntos de muestreo del río Guadalquivir**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Se observa que el punto GUA-01 en Trancas, mantuvo su condición biológica como **acceptable** en los dos monitoreos. Si bien este cuenta con las condiciones favorables para la existencia de las diferentes familias de macroinvertebrados, el resultado obtenido podría estar afectado por el consumo libre por parte de animales en la zona.

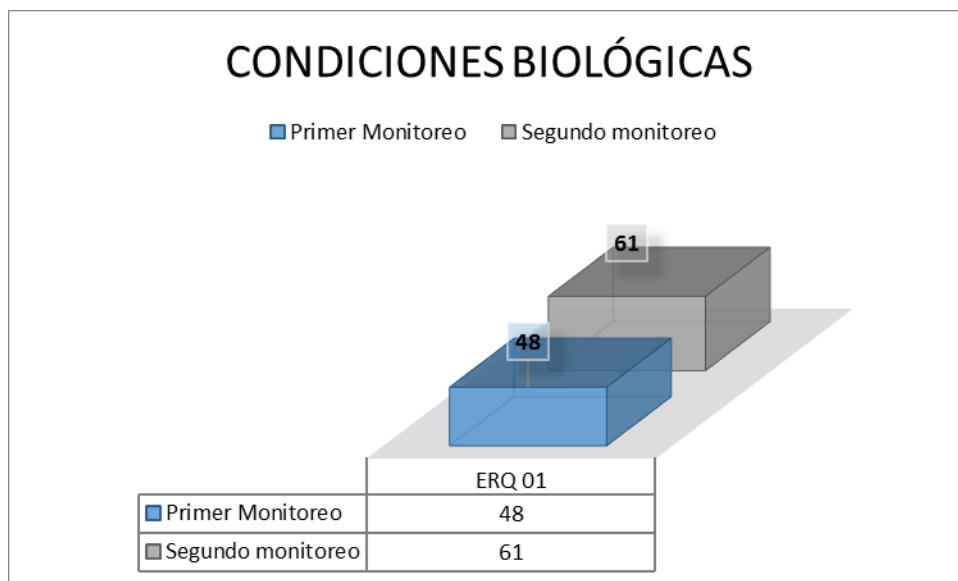
Para el punto GUA-02, en el puente de Carachimayo, se observa que pasó de condiciones biológicas **acceptables** en el primer monitoreo a condiciones biológicas **dudosas** en el segundo monitoreo, el resultado puede estar afectado por la presencia de heces de animales que van a hacer consumo libre de estas aguas y a los aportes de descargas de aguas de la comunidad del Canasmoro que podrían intervenir en el resultados de estas.

Mientras que para el punto GUA-03 en el río Guadalquivir altura del puente de Santa Bárbara, las condiciones biológicas se mantuvieron como **dudosa**; este lugar presenta condiciones más o menos favorables para la existencia de diferentes familias de macroinvertebrados; sin embargo los resultados podrían estar afectados por la presencia de residuos sólidos y a las descargas de aguas de LACTEOSBOL y mataderos como el de RICO POLLO.

- **Río Erquis**

El punto en el río Erquis ERQ-01, pasó de condiciones biológicas **dudosa** en el primer monitoreo a condiciones biológicas **aceptable** en el segundo monitoreo.

**Grafico 13. Variación de Condiciones Biológicas en el punto de muestreo del río Erquis**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

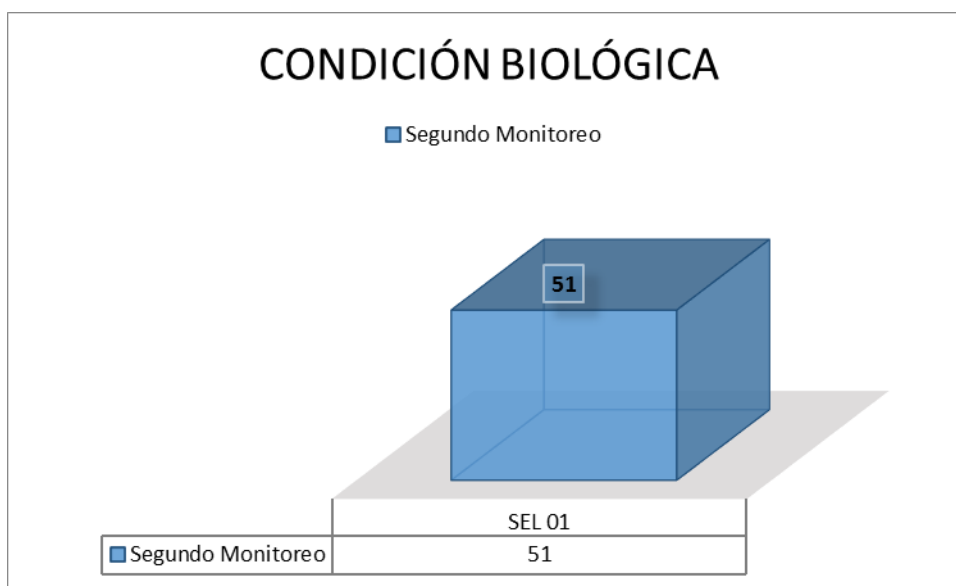
Según la primera evaluación el punto ERQ 01, se encuentra en un estado de calidad dudoso, esto se debe a la presencia de residuos sólidos y a las descargas domésticas de la comunidad de Tomatitas. En la segunda evaluación, este punto se encuentra en un estado de agua aceptable, sin embargo el resultado puede estar afectado por los diferentes usos que tiene el cuerpo de agua en este punto de muestreo debido a un

mayor caudal y disminución de las actividades de recreación, lavado de ropa y vehículos.

- **Río Sella**

Finalmente se puede observar que los resultados del segundo monitoreo en el punto SEL 01, el río Sella se encuentra en condición biológica **dudosa**.

**Grafico 14. Condiciones Biológicas en el punto de muestreo del río Sella**



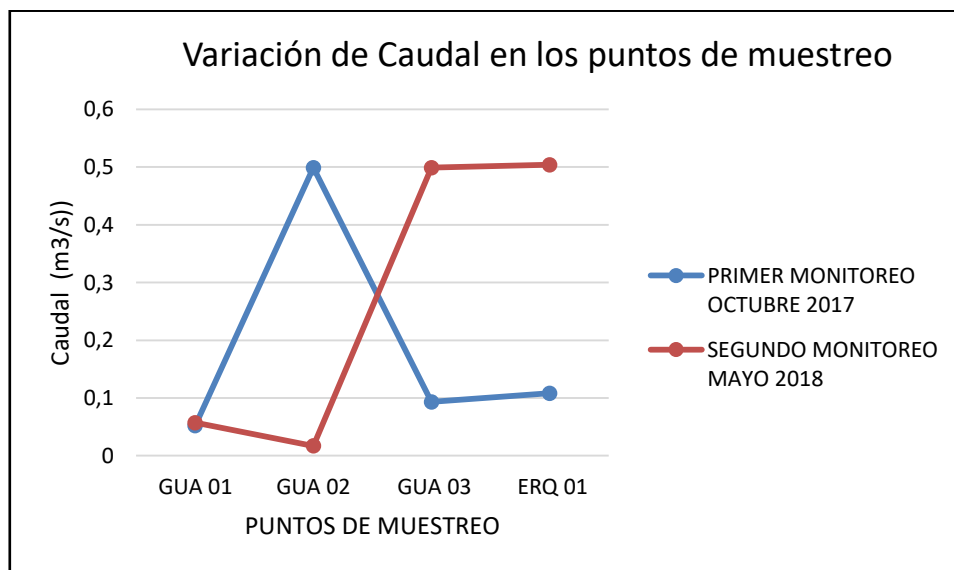
**Fuente:** Elaboración propia, 2018

El resultado de la evaluación de las condiciones biológicas de macroinvertebrados obtenido durante el segundo monitoreo, nos indica que este sitio se encuentra en un estado de agua dudoso; esto puede deberse a la presencia de residuos sólidos, como también a la extracción de áridos que se realiza en la zona, lo cual no favorece para el hábitat de las diferentes familias de macroinvertebrados.

### 4.3.3 Variación de Caudal

En la siguiente gráfica se observa la variación de caudal durante los dos monitoreos realizados en el mes de octubre del 2017 que corresponde a la época de estiaje y en el mes de mayo del 2018 que correspondería a la época de lluvia. Sin embargo, es importante mencionar que, la medición de caudal del segundo monitoreo se realizó días después de la toma de muestra, por lo que el caudal había disminuido en algunos puntos y en otros como en el río Sella no se encontró agua.

**Grafico 15. Variación de caudal en los puntos de muestreo**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

La medición de caudal en las dos épocas del año, nos permite realizar una comparación de la concentración de los parámetros en época de estiaje, donde el caudal es menor y la concentración de los contaminantes es mayor, mientras que en la época de lluvia, el caudal es mayor y la concentración de los parámetros contaminantes es menor por el efecto de dilución.

Así también el caudal afecta a la capacidad de autodepuración del río.

Como se observa en la gráfica, en el punto GUA-01, el caudal se mantiene más o menos constante, en el segundo punto GUA-02, el caudal presenta una gran variación

para el segundo monitoreo, esto podría deberse a los desvíos para la tomas de aguas, en este tramo. Para el punto GUA-03, nuevamente se observa la variación de caudal que para la época de lluvia aumenta y finalmente en el punto del Río Erquis, se ve observa un aumento de caudal para la época de lluvia.

**Nota.-** Para el primer monitoreo la medición de caudal fue realizada por el SENAMHI, por aforo con Molinete, en coordinación con personal del SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA “SENAMHI”

Para el segundo monitoreo, la medición de caudal fue realizado por personal de la OTN, el mismo se realizó con un molinete electromagnético con sensor de profundidad de agua.

#### **4.4. ESTADO ACTUAL DEL RÍO GUADALQUIVIR Y SUS AFLUENTES**

De los parámetros expuestos en el punto 3.2.3.1, quince de estos parámetros pertenecen a los básicos que están establecidos en el Art. 6 del RMCH y 22 son parámetros complementarios y según lo expuesto en el Art. 7, se permitirá que hasta veinte de los parámetros especificados en el cuadro N° A-1, superen los valores máximos admisibles indicados para la clase de agua que corresponda asignar al cuerpo, con las siguientes limitaciones: (Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, 1995)

1° Ninguno de los veinte parámetros puede pertenecer a los PARÁMETROS BÁSICOS del Art. 6.

2° El exceso no debe superar el 50% del valor máximo admisible del parámetro.



**Tabla. 45. Parámetros analizados**

<b>15 Parámetros Básicos:</b>	Demanda Química de Oxígeno, Demanda Biológica de Oxígeno, Colifecales, Oxígeno Disuelto, Arsénico Total, Cadmio, Cianuros, Cromo hexavalente Fosfato total, Mercurio, Plomo, Aldrín, Clordano, Endrin, Paratión.
<b>22 Parámetros Complementarios</b>	Conductividad, Turbidez, pH, Sólidos Disueltos, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables, Aluminio Total, Boro Total Calcio Total, Cromo trivalente, Hierro Total Sodio, Zinc, Cloruros, Nitrógeno total Sulfatos, Endosulfan, Heptacloro, Heptacloro, Epoxi de Heptacloro, Lindano, Metoxicloro.

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Los resultados obtenidos en los dos monitoreos, nos han permitido conocer el estado actual de la calidad hídrica en el que se encuentran los cuerpos de aguas superficiales en el río Guadalquivir y en sus principales afluentes el río Erquis y río Sella.

#### 4.4.1 Estado actual en los puntos de monitoreo del río Guadalquivir

##### Punto de monitoreo GUA 01

**Tabla 46.** Estado actual del cuerpo de agua en el punto GUA-01, primer monitoreo

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
<b>Primer monitoreo</b>					
<b>Parámetros básicos</b>	DQO, Colifecales, Oxígeno Disuelto, Arsénico, Cadmio, Cianuros, Cromo VI, Fosfatos, Mercurio, Plomo, Aldrín, Clordano.	DBO5			Endrín, Paratión
<b>Parámetros complementarios</b>	Conductividad, Turbidez, pH, SDT, SST, Calcio, Cromo III, Hierro, Sodio, Zinc, Cloruros, Nitrógeno, Sulfatos, Endos, Heptacloro, Exaheptacloro, Lindano, Metacloro				

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 47. Estado actual del cuerpo de agua en el punto GUA-01, segundo monitoreo**

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
<b>Segundo Monitoreo</b>					
<b>Parámetros básicos</b>	DBO5, Oxígeno Disuelto, Arsénico, Cianuro, Cromo VI, Fosfato, Mercurio, Plomo, Aldrín y Clordano.	Colifecales	DQO		Cadmio, Endrín, Paratión
<b>Parámetros complementarios</b>	Conductividad, Turbidez, pH, Aluminio, Boro, Calcio, Cromo III, Hierro, Sodio, Zinc, Cloruros, Nitrógeno, Sulfatos, Endos, Heptacloro, Exaheptacloro, Lindano, Metacloro				

**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, para el primer monitoreo el estado del cuerpo de agua en este punto es de **clase B**, y para el segundo monitoreo es **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 crítica” en ambos monitoreos.

### Punto de monitoreo GUA 02

**Tabla 48. Estado actual del cuerpo de agua en el punto GUA-02, primer monitoreo**

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
<b>Primer Monitoreo</b>					
<b>Parámetros básicos</b>	Colifecales, Oxígeno Disuelto, Arsénico, Cadmio, Cianuros, Cromo VI, Mercurio, Plomo, Aldrín, Clordano.		DBO5	DQO	Fosfatos, Endrín, Paratión
<b>Parámetros complementarios</b>	Turbidez, Conductividad, pH, SDT, SST, SST, Calcio, Cromo III, Hierro, Sodio, Zinc, Cloruros, Nitrógeno, Sulfatos, Endos, Heptacloro, Exaheptacloro, Lindano, Metacloro				

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 49. Estado actual del cuerpo de agua en el punto GUA-02, segundo monitoreo**

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
<b>Segundo Monitoreo</b>					
<b>Parámetros básicos</b>	DBO5, DQO, Oxígeno Disuelto, Arsenico, Cianuro, Cromo VI, Fosfato, Mercurio, Plomo, Aldrin y Clordano.	Colifecales			
<b>Parámetros complementarios</b>	Conductividad, Turbidez, pH, Aluminio, Boro, Calcio, Cromo III, Hierro, Sodio, Zinc, Cloruros, Nitrogeno, Sulfatos, Endos, Heptacoloro, Exaheptacoloro, Lindano, Metacloro				

**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 según la tabla que en este punto del río Guadalquivir GUA-02, por el valor del fosfato que está por encima del límite permisible, el estado del cuerpo de agua, en este punto es crítico, por lo que se encontraría en **clase D** para el primer monitoreo y **clase B** en el segundo monitoreo,

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-03

**Tabla 50. Estado actual del cuerpo de agua en el punto GUA-03, primer monitoreo**

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
<b>Primer monitoreo</b>					
<b>Parámetros básicos</b>	Colifecales, Oxígeno Disuelto, Arsenico, Cadmio, Cianuros, Fosfatos, Cromo VI, Mercurio, Plomo, Aldrín, Clordano.	DBO5, DQO			Endrín, Paratión
<b>Parámetros complementarios</b>	Cnductividad, Turbidez, SDT, SST, SST, Calcio, Cromo III, Hierro, Sodio, Zinc, Cloruros, Nitrogeno, Sulfatos, Endos, Heptacloro, Exaheptacloro, Lindano, Metacloro				pH

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 51. Estado actual del cuerpo de agua en el punto GUA-03, segundo monitoreo**

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
<b>Segundo Monitoreo</b>					
<b>Parámetros básicos</b>	DBO5, Oxígeno Disuelto, Arsenico, Cianuro, Cromo VI, Fosfato, Mercurio, Plomo, Aldrin y Clordano.	DQO	Colifecales		Cadmio, Endrín, Paratión
<b>Parámetros complementarios</b>	Conductividad, pH, Aluminio,Boro, Calcio,Cromo III, Hierro, Sodio, Zinc, Cloruros, Nitrogeno, Sulfatos, Endos, Heptacloro, Exaheptacoro, Lindano, Metacloro		Turbidez		

**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 en la tabla, que por el valor del pH, que está por encima del límite permisible, el estado del cuerpo de agua en este punto es crítico, por lo que se encontraría en **clase D** en el primer monitoreo y **clase**

C, en el segundo monitoreo 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 crítica” en ambos monitoreos.

#### 4.4.2 Estado actual en los puntos de monitoreo del río Erquis

**Tabla 52. Estado actual del cuerpo de agua en el punto ERQ-01, primer monitoreo**

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
<b>Primer monitoreo</b>					
<b>Parámetros básicos</b>	DQO, DBO5, Arsenico, Cadmio, Cianuros, Fosfatos, Cromo VI, Mercurio, Plomo, Aldrín, Clordano.	Colifecales, Oxígeno Disuelto			Endrín, Paratión
<b>Parámetros complementarios</b>	Conductividad, pH, Turbidez, SDT, Calcio, Cromo III, Sodio, Zinc, Cloruros, Nitrogeno, Sulfatos	Hierro			

**Fuente:** Elaboración propia, 2018



**Tabla 53. Estado actual del cuerpo de agua en el punto ERQ-01, segundo monitoreo**

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
<b>Segundo monitoreo</b>					
<b>Parámetros básicos</b>	DBO5, Oxígeno Disuelto, Arsenico, Cianuro, Cromo VI, Fosfato, Mercurio, Plomo, Aldrin y Clordano.	Colifecales	DQO		Cadmio, Endrín, Paratión
<b>Parámetros complementarios</b>	Conductividad, pH, Turbidez, Aluminio,Boro, Calcio,Cromo III, Hierro, Sodio, Zinc, Cloruros, Nitrogeno, Sulfatos, Endos, Heptacoloro, Exaheptacoro, Lindano, Metacloro				

**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 el cuerpo de agua en el afluente río Erquis se encuentran en **clase B** en el primer monitoreo y **clase C** en el segundo monitoreo, 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 crítica” en ambos monitoreos.

#### 4.4.3 Estado actual en los puntos de monitoreo del río Sella

**Tabla 54.** Estado actual del cuerpo de agua en el punto SEL-01, segundo monitoreo

	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"	Clase "Crítica"
<b>Segundo monitoreo</b>					
<b>Parámetros básicos</b>	DQO, DBO5, Oxígeno Disuelto, Arsenico, Cianuro, Cromo VI, Fosfato, Mercurio, Plomo, Aldrin y Clordano.	Colifecales			Cadmio, Endrín, Paratión
<b>Parámetros complementarios</b>	Conductividad, pH, Aluminio, Boro, Calcio, Cromo III, Hierro, Sodio, Zinc, Cloruros, Nitrógeno, Sulfatos, Endos, Heptacoloro, Exaheptacoloro, Lindano, Metacloro	Turbidez			

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

No se ha podido establecer el estado actual de este cuerpo de agua en el primer monitoreo, debido a que no presentaba caudal.

Sin embargo, se puede observar que el cuerpo de agua para el segundo monitoreo se encuentra en **clase B**, sin tomar en cuenta el resultado de Cadmio por lo expuesto anteriormente sobre el límite de detección y los constituyentes plaguicidas Endrín y Paratió que se encuentra en “clase critica” en ambos monitoreos.

En resumen se presenta las siguientes tablas del estado actual de río Guadalquivir y sus afluentes en el primer y segundo monitoreo realizado en el municipio de San Lorenzo.

**Tabla 55. Estado de los cuerpos de agua en el primer monitoreo, municipio de San Lorenzo**

<b>Código</b>	<b>Río</b>	<b>Clase</b>	<b>Uso</b>
GUA-01	Río Guadalquivir	<b>Clase B</b>	Aguas de utilidad general que para abastecimiento doméstico de agua potable, se requiere de previo tratamiento físico y desinfección.
GUA-02	Río Guadalquivir	<b>Clase D</b>	Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, requiere previa presedimentación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.
GUA-03	Río Guadalquivir	<b>Clase D</b>	Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, requiere previa presedimentación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.
ERQ-01	Río Erquis	<b>Clase B</b>	Aguas de utilidad general que para abastecimiento doméstico de agua potable, se requiere de previo

			tratamiento físico y desinfección.
--	--	--	------------------------------------

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 56. Estado de los cuerpos de agua en el segundo monitoreo, municipio de San Lorenzo**

<b>Código</b>	<b>Río</b>	<b>Clase</b>	<b>Uso</b>
GUA-01	Río Guadalquivir	<b>Clase C</b>	Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica.
GUA-02	Río Guadalquivir	<b>Clase B</b>	Aguas de utilidad general que para abastecimiento doméstico de agua potable, se requiere de previo tratamiento físico y desinfección.
GUA-03	Río Guadalquivir	<b>Clase C</b>	Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica
ERQ-01	Río Erquis	<b>Clase C</b>	Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica
SEL-01	Río Sella	<b>Clase B</b>	Aguas de utilidad general que para abastecimiento doméstico de agua potable, se requiere de previo tratamiento físico y desinfección.

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

#### **4.5 CLASIFICACION DE LOS CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES EN EL MUNICIPIO DE SAN LORENZO**

##### **4.5.1 Criterios de para la clasificación de cuerpos de agua**

Con la finalidad de poder restaurar la calidad hídrica del río Guadalquivir y sus afluentes en el municipio de San Lorenzo y a lo mencionado en la auditoria presentada por la Contraloría General de Estado en el que dice: “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 Clasificación de cuerpo de agua de acuerdo a la aptitud de uso deseada establecido en el RMCH**

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.

En ese sentido, tomando como referencia la aptitud de uso del agua del río Guadalquivir desde el ingreso del Valle Central de Tarija, se propone lo siguiente:

“**Clase B**” para el tramo que corresponde desde el punto de GUA-01 en la comunidad de Trancas (**X:** 309692; **Y:** 7642944; **Zona:** 20K; **Altitud:** 2220 msnm) **hasta** la Normal en la comunidad de Canasmoro (**X:** 321471; **Y:** 7617442; **Zona:** 20K; **Altitud:** 1984msnm), debido a que ahí se observan variaciones en fosfatos, DBO<sub>5</sub>, DQO, que podría aportar la planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad de Canasmoro.

Las aguas superficiales en este tramo para **Clase B**, corresponden a aguas de utilidad general, es decir que puede utilizarse para abastecimiento doméstico de agua potable, previo a un tratamiento físico y desinfección, recreación de contacto primario, protección de los recursos hidrobiológicos, riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada, que sean ingeridas crudas sin remoción de ella, para

abastecimiento industrial, la cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana, abrevadero de animales, y para la navegación.

Continuando, aguas abajo de la Comunidad de Canasmoro en adelante en lo que toca al tramo que corresponde al punto de Monitoreo GUA-02 en el puente de Carachimayo (**X:** 319048; **Y:** 7635455; **Zona:** 20K; **Altitud:** 2040 msnm), hasta la comunidad de Tomatitas (**X:** 317378; **Y:** 7621822; **Zona:** 20K; **Altitud:** 1919 msnm), se propone “**Clase C**”.

De acuerdo a la aptitud de uso, la clasificación de las aguas superficiales en este tramo corresponde a aguas de utilidad general; para el abastecimiento doméstico de agua potable, se necesita de un previo tratamiento de floculación, sedimentación, filtración y desinfección, también se utiliza para recreación de contacto primario, abastecimiento industrial, la cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana, abrevadero de animales.

Se prevé que durante los PRÓXIMOS CINCO AÑOS, pasados los cuales y luego que se implementen las medidas de Mitigación planteadas en toda la cuenca el curso del Agua del Río Guadalquivir, pasen a “Clase B”.

## CAPÍTULO V

### ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL

#### 5.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

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 57. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos, GUA-01**

N°	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						
1	GUA-01	Agua	Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanción a los dueños de los animales	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
			Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
		Suelo	Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanción a los dueños de los animales	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
			Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos	Baja	1 año	01/01/19	31/12/19

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 58. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos, GUA-02**

N°	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						
2	GUA-02	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO <sub>5</sub> , OD, CF, N, P, SS.	Realizar mantenimiento preventivo a la PTAR y seguimiento del rendimiento de la misma	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
			Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
		Suelo	Residuos sólidos, Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
		Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos	Baja	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20

**Fuente:** Elaboración propia, 2018



**Tabla 59. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos, GUA-03**

N°	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						
3	GUA-03	Agua	Descarga de aguas residuales domiciliarias e industriales: aumento DBO <sub>5</sub> , OD, CF, N, P, SS.	Implementar y poner en funcionamiento las PTAR en las industrias que operan en la zona, como así también la PTAR de San Lorenzo, con aguas de descarga en cumplimiento a la normativa ambiental	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
			Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
		Suelo	Extracción de áridos, Residuos sólidos, Heces de animales y aves que aumentan nutrientes	Control y cumplimiento de la extracción de áridos según normativa.	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
				Implementar letreros de advertencia y sanciones					
Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos	Baja	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20		

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 60. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos, ERQ-01**

N°	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						
4	ERQ-01	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO <sub>5</sub> , OD, CF, N, P, SS.	Implementar una PTAR en población aguas arriba del punto de monitoreo en cumplimiento a la normativa ambiental	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
			Lavado de autos y ropa	Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
		Suelo	Residuos sólidos, Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
		Aire	Emisión de olores	Inspección	Baja	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 61. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos, SEL-01**

N°	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						
5	SEL-01	Agua	Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
		Suelo	Extracción de áridos, Residuos sólidos, Heces de animales y aves que aumentan nutrientes	Control y cumplimiento de la extracción de áridos según normativa. Implementar letreros de advertencia y sanciones	Media	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20
		Aire	Emisión de olores	Inspección	Baja	1 año	01/01/19	31/12/19	06/01/20

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

## CAPÍTULO VI

### PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO

#### 6.1 PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

A continuación se presentan las siguientes tablas de acuerdo a la normativa ambiental vigente en el país, que contiene el plan de aplicación y seguimiento ambiental en cada punto de muestreo:

**Tabla 62. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, GUA-01**

N°	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								
1	GUA-01	Agua	Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanción a los dueños de los animales	Trancas X: 309706 Y: 7642942 Altura: 2190 m	Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Evitar la disminución de la calidad de los cuerpos de agua por materia fecal.
			Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río		Evitar desvío del agua	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico
		Suelo	Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanción a los dueños de los animales		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Evitar la disminución de la calidad de los cuerpos de agua por materia fecal.
		Aire	Emisión de olores	Inspección		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Se debe evitar la descarga de aguas y residuos sólidos para evitar la proliferación de vectores y mosquitos

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 63. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, GUA-02**

N°	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								
2	GUA-02	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO <sub>5</sub> , OD, CF, N, P, SS.	Realizar mantenimiento preventivo a la PTAR y seguimiento del rendimiento de la misma	Carachimayo X: 1972 Y: 7635592 Altura: 2040 m	Clase C	DBO <sub>5</sub> : 5-<20 DQO: 10-<40 CF: 200 - <1000 N:- Fosfato Total:>0.5-1.0 OD:60-<70	Semestral	Equipo de campo	Equipo técnico Municipio	Debe darse en cumplimiento a la descarga de acuerdo a la clasificación del cuerpo del agua
			Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río		Evitar desvío del agua	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico
		Suelo	Residuos sólidos, Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanciones		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Evitar la contaminación de residuos sólidos, para evitar posibles focos de contaminación
		Aire	Emisión de olores	Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Se debe evitar la descarga de aguas y residuos sólidos para evitar la proliferación de vectores y mosquitos

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 64. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, GUA-03**

N°	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								
3	GUA-03	Agua	Descarga de aguas residuales industriales: aumento DBO <sub>5</sub> , OD, CF, N, P, SS.	Implementar y poner en funcionamiento las PTAR en las industrias que operan en la zona, como así también la PTAR de San Lorenzo, con descargas en cumplimiento a la normativa ambiental	Santa Bárbara X: 319322 Y: 7626225 Altura: 1972 m	Clase C	DBO <sub>5</sub> : 5-<20 DQO: 10-<40 CF: 200 -<1000 N: - Fosfato Total:>0.5-1.0 OD:60-<70	Semestral	Equipo de campo	Equipo técnico Municipio	Las industrias deben cumplir con descargas de aguas residuales de acuerdo a la clasificación del cuerpo del agua
			Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río		Evitar desvío del agua	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico
		Suelo	Extracción de áridos, Residuos sólidos, Heces de animales y aves que aumentan nutrientes	Control y cumplimiento de la extracción de áridos según normativa. Implementar letreros de advertencia y sanciones		Verificación visual del entorno		Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse la degradación del suelo. Evitar la contaminación de residuos sólidos, para evitar posibles focos de contaminación
			Aire	Emisión de olores		Evitar descargas de Aguas y residuos sólidos	Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 65. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, ERQ-01**

N°	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								
4	ERQ-01	Agua	Descarga aguas residuales: aumento DBO <sub>5</sub> , OD, CF, N, P, SS.	Implementar una PTAR y sistema de alcantarillado en cumplimiento a la normativa ambiental	Erquis X: 317378 Y: 7621822 Altura: 1919 m	Clase C	DBO <sub>5</sub> : 5-<20 DQO: 10-<40 CF: 200 - <1000 N:- Fosfato Total:>0.5-1.0 OD:60-<70	Semestral	Equipo de campo	Equipo técnico Municipio	Debe darse en cumplimiento a la descarga de acuerdo a la clasificación del cuerpo del agua
			Lavado de autos y ropa	Implementar letreros de advertencia y sanciones		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Evitar la contaminación por detergentes.
		Suelo	Residuos sólidos, Heces de animales	Implementar letreros de advertencia y sanciones		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Evitar la contaminación de residuos sólidos, para evitar posibles focos de contaminación.
		Aire	Emisión de olores	Inspección		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Se debe evitar la descarga de aguas y residuos sólidos para evitar la proliferación de vectores y mosquitos

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla 66. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, SEL-01**

N	Impacto Ambiental	Medidas	Ubicación	Parámetro	Límite	Frecuencia	Material	Responsable	Observaciones
---	-------------------	---------	-----------	-----------	--------	------------	----------	-------------	---------------

°	Código	Factor	Atributo	de Prevención y Mitigación	Puntos de muestreo	de verificación	permisible	de muestreo	requerido		
5	SEL-01	Agua	Desvió del agua para riego	Generar políticas de aprovechamiento del agua del Río	Sella X: 318613 Y: 7624827 Altura: 1943 m	Evitar desvío del agua	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse que el río pierda su caudal ecológico
		Suelo	Extracción de áridos, Residuos sólidos, Heces de animales y aves que aumentan nutrientes	Control y cumplimiento de la extracción de áridos según normativa. Implementar letreros de advertencia y sanciones		Verificación visual del entorno		Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Debe evitarse la degradación del suelo. Evitar la contaminación de residuos sólidos, para evitar posibles focos de contaminación
		Aire	Emisión de olores	Inspección		Verificación visual del entorno	No se tiene	Semestral	-	Equipo técnico Municipio	Se debe evitar la descarga de aguas y residuos sólidos para evitar la proliferación de vectores y mosquitos

**Fuente:** Elaboración propia, 2018



## CAPÍTULO VII

### 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 sus principales afluentes en lo que toca al municipio de San Lorenzo, de acuerdo a la aptitud de uso deseada, por lo que en principio y en base a los análisis realizados se recomienda “**Clase B**”, para el tramo que corresponde desde el punto GUA-01 en la comunidad de Trancas hasta planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad de Canasmoro y “**Clase C**”, aguas abajo de la Comunidad de Canasmoro, lo que corresponde al tramo del punto de Monitoreo GUA-02 hasta la comunidad de Tomatitas. La decisión asumida, rescata la percepción ciudadana, el nivel actual de la calidad del agua, las implicaciones económicas y a la necesidad de dar un período de adecuación, por cuanto ni las instituciones ni el aparato productivo están preparados tecnológica y económicamente para asumir el cambio planteado para restaurar la calidad hídrica de los cuerpos de agua en la cuenca del Río Guadalquivir.

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.

- 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), se estableció la línea base sobre la calidad de las aguas superficiales con 15 parámetros básicos y 22 parámetros complementarios.
- La calidad de las aguas superficiales del Río Guadalquivir y los principales afluentes que atraviesan el Municipio de San Lorenzo, fueron evaluados en base a dos monitoreos, en época de estiaje y otro 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 San Lorenzo, como es el punto GUA02 donde el valor reportado de fosfato para el primer monitoreo está en clase crítica y lo propio sucedió en el punto GUA 03, donde el valor reportado del pH, se encuentra también en clase crítica para el primer monitoreo. Observamos que ambos puntos se encuentran relacionados con las descargas de aguas residuales. Por un lado la planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad de Canasmoro y por otro las descargas de aguas residuales de LACTEOSBOL, y del Matadero de Rico Pollo, 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 como aguas de uso recreativo, siendo para “**clase B**”, a aguas de utilidad general, es decir que puede utilizarse para abastecimiento doméstico de agua potable previo a un tratamiento físico y desinfección y de recreación para la población recreación de

contacto primario, dando así protección de los recursos hidrobiológicos, riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada, que sean ingeridas crudas sin remoción de ella, para abastecimiento industrial, la cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana, abrevadero de animales, y para la navegación. En lo que corresponde al resto del tramo en el Municipio se definió de “**clase C**”, por lo que para el abastecimiento doméstico de agua potable, se necesita de un previo tratamiento de floculación, sedimentación, filtración y desinfección, para ser utilizada para recreación de contacto primario y abrevadero de animales.

- Se elaboró la propuesta para la clasificación de las aguas superficiales del Río Guadalquivir y sus principales afluentes en el municipio de San Lorenzo, 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 sus principales afluentes en el municipio de San Lorenzo, se recomienda lo siguiente:

- A las unidades productivas del municipio de San Lorenzo, 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 no se contó con información o informes sobre la calidad y cantidad de las descargas realizadas por las plantas de tratamientos de aguas residuales, como así también las descargas de LACTEOSBOL y el Matadero de Rico Pollo.
- 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 debido a que estos compuestos corresponden a los agroquímicos que debían ya estar erradicados debido que pertenecen a compuestos orgánicos persistentes. Hecho este que significa que aún se están comercializando agroquímicos prohibidos.
- El Municipio debe hacer lo posible para implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias, para las poblaciones pequeñas y dispersas que se encuentran asentadas a lo largo del Río Guadalquivir y sus afluentes.
- 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.

