

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Agua

El agua como sustancia química está compuesta por Hidrogeno y Oxigeno, con la formula H_2O . Es una sustancia abundante en el planeta tierra, existiendo en varios estados de la materia como distribuida en varios lugares del planeta, principalmente en los océanos y capas polares, pero también en nubes lluvias, ríos y arroyos.

Es fundamental para todas las formas de vida conocidas. Los recursos naturales se han vuelto escasos con la creciente población mundial y su disposición en varias regiones habitadas, es la preocupación de muchas organizaciones gubernamentales.

El agua es la única sustancia que se encuentra en la Tierra en los tres estados materiales (sólido, líquido y gaseoso). El punto de ebullición del agua a nivel del mar es de $100^{\circ}C$, y su punto de congelación es de $0^{\circ}C$. La densidad del agua es 1 g/ml , y la densidad del agua sólida es menor a la del agua líquida, $0,97 \text{ g/ml}$. El agua ocupa tres cuartas partes de la tierra siendo solo el 3% de agua dulce. (Organización Mundial de la Salud, 2006)

1.2. Agua potable

Aquella que por sus características organolépticas, físico-químicas, microbiológicas y radiactivas, se considera apta para el consumo humano y que cumple con lo establecido en la NB 512 y el presente Reglamento de Materia en Contaminación Hídrica. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1 “Agua Potable NB 512”, 2005)

1.3. Condición del agua

Calificación del nivel de calidad presentado por un cuerpo de agua, en un determinado momento, en términos de su aptitud de uso en correspondencia a su clase. (Consejo de Ministros, 1995)

1.4. Contaminación de Aguas

Alteración de las propiedades físico-químicas y/o biológicas del agua por sustancias ajenas, por encima o debajo de los límites máximos o mínimos permisibles, según

corresponda, de modo que produzcan daños a la salud del hombre deteriorando su bienestar o su medio ambiente. (Consejo de Ministros, 1995)

1.5. Cuerpo de Agua

Arroyos, ríos, lagos y acuíferos, que conforman el sistema hidrográfico de una zona geográfica. (Consejo de Ministros, 1995)

1.6. Cuenca

Zona geográfica que contribuye con la escorrentía de las aguas pluviales hacia un cauce natural. (Consejo de Ministros, 1995)

1.7. Parámetro

Nombre del elemento o variable a medirse mediante un procedimiento analítico de laboratorio, variable a medirse mediante un procedimiento analítico de laboratorio de uno o varios elementos. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1 “Agua Potable NB 512”, 2005)

1.8. Límite Permisible

Concentración máxima o mínima permitida, según corresponda, de un elemento, compuesto o microorganismo en el agua, para preservar la salud y el bienestar humanos y el equilibrio ecológico, en concordancia con las clases establecidas. (Consejo de Ministros, 1995)

1.9. Cloro

Elemento químico más usado en desinfección de las aguas. Se mide el cloro residual en las redes de abastecimiento. Su presencia, según su concentración, provoca olor y sabor al agua. (Buelta Serrano A. ; Martinez R., 2015)

1.10. Red de distribución

Conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten la entrega del agua a los consumidores. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1 “Agua Potable NB 512”, 2005).

1.11. Ente Regulador

La Autoridad en materia de agua potable y saneamiento, es quien regula y vela el cumplimiento de las condiciones contractuales de la EPSA con su contrato de Concesión. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1"Agua Potable NB 496", 2016)

1.12. Punto de muestreo

Lugar físico de donde se extrae una muestra representativa. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1"Agua Potable NB 496", 2016)

1.13. Muestreo

Acción que consiste en tomar muestras con el objeto de analizar sus propiedades y características. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1"Agua Potable NB 496", 2016)

1.14. Sistema de agua potable

Es un conjunto de estructuras, equipos, accesorios e instalaciones que tienen por objeto transformar la calidad del agua y transportarla desde la fuente de abastecimiento hasta los puntos de consumo., en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1"Agua Potable NB 496", 2016)

1.15. Tanque de almacenamiento

Depósito situado generalmente entre la captación y la red de distribución, destinado a almacenar agua y/o mantener presiones adecuadas en la red de distribución. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1"Agua Potable NB 496", 2016)

1.16. Turbiedad

Propiedad óptica de una muestra de agua, cuyas partículas coloidales presentes hacen que los rayos luminosos se dispersen y absorban, en lugar de ser transmitidos en línea recta. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1 "Agua Potable 495", 2016)

1.17. Usuario (consumidor)

Toda persona natural o jurídica, pública o privada que utiliza los servicios de agua para realizar sus actividades. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1 "Agua Potable NB 512", 2005)

1.18. Riesgo en salud

Posibilidad de daño a la salud debido a una operación defectuosa, contaminación en el sistema de abastecimiento de agua o a la manipulación inadecuada por el usuario. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1 "Agua Potable 495", 2016)

2. MARCO TEORICO

2.1. Economía Ambiental

La economía ambiental trata el estudio de los problemas ambientales con la perspectiva y las ideas analíticas de la economía. La economía ambiental se concentra principalmente en cómo y porque las personas toman decisiones que tienen consecuencias ambientales. Además, se ocupa de estudiar las maneras como se pueden cambiar las políticas e instituciones económicas con el propósito de equilibrar un poco más esos impactos ambientales con los deseos humanos y las necesidades. (Azqueta Oyarzun D., 1994)

2.2. Valores de Uso

Son aquellos que van ligados a la utilización directa o indirecta del recurso para la satisfacción de una necesidad, o la obtención de un beneficio económico. En el caso del agua, éstas tiene un valor de uso directo para quienes satisfacen con ella muchas necesidades, algunas básicas; obteniendo de ella su sustento o una rentabilidad económica de la explotación de alguno de sus atributos y/o funciones; la contemplan en su estado natural o intervenido; investigan en ella o en sus ecosistemas asociados; realizan actividades recreativas etc. El agua tendrá un valor de uso indirecto, para todas aquéllas personas o grupos sociales que se benefician, en el sentido anteriormente apuntado, de algún otro recurso ambiental cuya existencia y calidad depende de la existencia y calidad del agua. (Azqueta Oyarzun D., 1994)

2.3. Valores de no Uso

El valor que pueden tener el agua y sus atributos para un grupo de personas que no la utilizan directa ni indirectamente, ni piensan hacerlo en el futuro, pero que valoran positivamente el simple hecho de que exista, en unas determinadas condiciones, por ejemplo, los humedales de alto valor ecológico. Su degradación o desaparición, por

tanto, supondría para ellos una pérdida de bienestar. Son diversos los motivos que se han señalado para explicar la relevancia de este valor. (Azqueta Oyarzun D., 1994)

2.4. Seguimiento y Fiscalización

El seguimiento y la fiscalización del control de la calidad del agua realizados por las EPSA, de acuerdo a disposiciones y legislación vigente, serán efectuadas por la SISAB o la institución delegada por la misma. La responsabilidad de las EPSA en cuanto al control de calidad del agua para consumo humano, llega hasta la conexión domiciliaria, donde se ubica el medidor de agua o válvula de paso, o en su defecto hasta el grifo más cercano a la conexión o hasta la descarga a un tanque de almacenamiento domiciliar, estando exentas del control en la instalación interna.

En sistemas de abastecimiento de agua que incluyan piletas públicas, surtidores de camiones cisterna o tanques públicos de distribución de agua, la responsabilidad de las EPSA llega hasta el punto de abastecimiento de las referidas obras siempre y cuando se encuentren bajo su administración. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1 “Agua Potable NB 512”, 2005)

2.5. Coliformes totales

Las bacterias pertenecientes al grupo de los coliformes totales (excluida *Escherichia Coli*) están presentes tanto en aguas residuales como en aguas naturales. Algunas de estas bacterias se excretan en las heces de las personas y animales, pero muchos coliformes son heterótrofos y capaces de multiplicarse en suelos y medios acuáticos. Los coliformes totales pueden también sobrevivir y proliferar en sistema de distribución del agua, sobre todo en presencia de biopelículas. El grupo de los coliformes totales incluye microorganismos que pueden sobrevivir y proliferar en el agua. Por consiguiente son útiles como determinador de agentes patógenos fecales, pero pueden utilizarse como indicador de la eficacia del tratamiento y para evaluar la limpieza e integridad de sistema de distribución y la posible presencia de biopelículas. (Organización Mundial de la Salud, 2006)

2.6. Efectos sobre la salud humana

Las bacterias del género *Acinetobacter* suelen ser comensales, pero en ocasiones producen infecciones, sobre todo en pacientes vulnerables, en los hospitales. Son patógenos oportunistas que pueden ocasionar infecciones de las vías urinarias, neumonía, bacteriemia, meningitis secundaria e infecciones de heridas. Predisponen a estas enfermedades factores como los tumores malignos, las quemaduras, la cirugía mayor y la inmunodepresión, por ejemplo en neonatos y ancianos. La aparición y rápida propagación de bacterias multirresistentes del complejo *A. calcoaceticus-baumannii*, que ocasionan infecciones nosocomiales, son motivo de preocupación en centros de atención de salud. (Organización Mundial de la Salud, 2006)

2.7. Costo-beneficio

Para el sector público lo que es un estado de pérdida y ganancia. Por una parte, calcularía los costos de producción y distribución: mano de obra, materia prima, energía, equipo para el control de emisiones, transporte etc. Por otra parte, calcularía los ingresos mediante el análisis del mercado.

Un análisis costo- beneficio implica medir, adicionar y comparar todos los beneficios y todos los costos de un proyecto o programa publico particular. Existen esencialmente cuatro pasos en un análisis costo beneficio.

- I. Especificar en forma clara el proyecto o programa.
- II. Describir en forma cuantitativa las entradas (insumos) y salidas (resultados) del programa.
- III. Calcular los costos y beneficios sociales de estas entradas y salidas.
- IV. Compara estos beneficios y costos. (Azqueta Oyarzun D., 1994)

3. MARCO LEGAL

3.1. Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia

Artículo 20. Numeral II. Es responsabilidad de todos los niveles de Estado la Provisión de servicios Básicos.

Artículo 241. Numeral III. Ejercerá control social a la calidad de los servicios públicos.

Artículo 298. Numeral II.5. El régimen general de recursos hídricos y sus servicios es competencia exclusiva del nivel central del Estado.

Artículo 342. Es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el equilibrio del medio ambiente.

CAPÍTULO QUINTO

RECURSOS HÍDRICOS

Artículo 373. I. El agua constituye un derecho fundamentalísimo para la vida, en el marco de la soberanía del pueblo. El

II. Los recursos hídricos en todos sus estados, superficiales y subterráneos, constituyen recursos finitos, vulnerables, estratégicos y cumplen una función social, cultural y ambiental. Estos recursos no podrán ser objeto de apropiaciones privadas y tanto ellos como sus servicios no serán concesionados y están sujetos a un régimen de licencias, registros y autorizaciones conforme a Ley.

Artículo 374. I. El Estado protegerá y garantizará el uso prioritario del agua para la vida. Es deber del Estado gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, con participación social, garantizando el acceso al agua a todos sus habitantes. La ley establecerá las condiciones y limitaciones de todos los usos.

Artículo 375. I. Es deber del Estado desarrollar planes de uso, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las cuencas hidrográficas.

II. El Estado regulará el manejo y gestión sustentable de los recursos hídricos y de las cuencas para riego, seguridad alimentaria y servicios básicos, respetando los usos y costumbres de las comunidades.

Artículo 376. Los recursos hídricos de los ríos, lagos y lagunas que conforman las cuencas hidrográficas, por su potencialidad, por la variedad de recursos naturales que

contienen y por ser parte fundamental de los ecosistemas, se consideran recursos estratégicos para el desarrollo y la soberanía boliviana. El Estado evitará acciones en las nacientes y zonas intermedias de los ríos que ocasionen daños a los ecosistemas o disminuyan los caudales, preservará el estado natural y velará por el desarrollo y bienestar de la población.

Artículo 377. I. Todo tratado internacional que suscriba el Estado sobre los recursos hídricos garantizará la soberanía del país y priorizará el interés del Estado.

3.2. Ley del Medio Ambiente. Ley N°1333

Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

Artículo 2. Para los fines de la presente Ley, se entiende por desarrollo sostenible el proceso mediante el cual se satisfacen las necesidades de la actual generación, sin poner en riesgo la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras. La concepción de desarrollo sostenible implica una tarea global de carácter permanente.

Artículo 3. El medio ambiente y los recursos naturales constituyen patrimonio de la Nación, su protección y aprovechamiento se encuentran regidos por Ley y son de orden público.

3.3. Ley de los derechos de la Madre Tierra 071 de 21 de Diciembre del 2010.

Artículo 7.- 3. Al Agua: Es el derecho a la preservación de la funcionalidad de los ciclos del agua, de su existencia en la cantidad y calidad necesaria para el sostenimiento de los sistemas de vida, y su protección frente a la contaminación para la reproducción d la vida de la Madre Tierra y todos sus componentes

3.4. Ley de Servicios De Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Ley N°2066

CAPITULO I

DEL OBJETO Y ALCANCE DE LA LEY

Artículo 1°.- (Objeto) La presente Ley tiene por objeto establecer las normas que regulan la prestación y utilización de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y el marco institucional que los rige, el procedimiento para otorgar Concesiones, Licencias y Registros para la prestación de los servicios, los derechos y obligaciones de los prestadores y usuarios, el establecimiento de los principios para fijar los Precios, Tarifas y Cuotas, así como la determinación de infracciones y sanciones.

Artículo 2°.- (Ámbito de Aplicación) Están sometidas a la presente Ley, en todo el territorio nacional, todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, cualquiera sea su forma de constitución, que presten, sean Usuarios o se vinculen con alguno de los Servicios de Agua Potable y Servicios de Alcantarillado Sanitario.

Artículo 3°.- (Saneamiento Básico) El sector de Saneamiento Básico comprende los Servicios de agua potable, alcantarillado sanitario, disposición de excretas, residuos sólidos y drenaje pluvial.

Artículo 4°.- (Alcance de la Ley) La presente Ley se aplica a los servicios básicos de Agua Potable y Alcantarillado y crea la Superintendencia de Saneamiento Básico.

Artículo 5°.- (Principios) Los principios que rigen la prestación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado son:

- a. Universalidad de acceso a los servicios,
- b. Calidad y continuidad en los servicios, congruentes con políticas de desarrollo humano,
- c. Eficiencia en el uso y en la asignación de recursos para la prestación y utilización de los servicios,

- d. Reconocimiento del valor económico de los servicios, que deben ser retribuidos por sus beneficiarios de acuerdo a criterios socio – económicos y de equidad social,
- e. Sostenibilidad de los servicios,
- f. Neutralidad de tratamiento a todos los prestadores y Usuarios de los servicios, dentro de una misma categoría,
- g. Protección del medio ambiente.

Artículo 6°.- (Sistema de Regulación Sectorial) Los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del Sector de Saneamiento Básico quedan incorporados al Sistema de Regulación Sectorial (SIRESE) y sometidos a las disposiciones contenidas en la Ley N° 1600, Ley de Sistemas de Regulación Sectorial, de 28 de octubre de 1994, sus reglamentos y la presente Ley y sus reglamentos.

Artículo 7°.- (Utilidad Pública) Las obras destinadas a la prestación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario son de interés público, tienen carácter de utilidad pública y se hallan bajo protección del Estado.

3.5. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.-

CAPITULO I

DEL OBJETO Y AMBITO DE APLICACION

Artículo 1. La presente disposición legal reglamenta la Ley del Medio Ambiente N° 1333 del 27 de abril de 1992 en lo referente a la prevención y control de la contaminación hídrica, en el marco del desarrollo sostenible.

Artículo 2. El presente reglamento se aplicará a toda persona natural o colectiva, pública o privada, cuyas actividades industriales, comerciales, agropecuarias, domésticas, recreativas y otras, puedan causar contaminación de cualquier recurso hídrico.

3.6. Norma Boliviana NB 495 – 05 “Agua potable – Definiciones y terminología”

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece las definiciones y términos empleados en las normas sobre agua potable, sistemas de abastecimiento de agua, muestreo y análisis de laboratorio.

3.7. Norma Boliviana Nb 496 – 05 “Agua Potable - Toma de Muestras”

Introducción. La determinación de los parámetros físico-químicos, bacteriológicos y radiológicos de caracterización del agua potable, son esenciales para el control de la calidad y permiten garantizar la salud pública. La actividad de muestreo y las frecuencias de control, deben ser confiables y representativas, siendo una de las etapas más importantes dentro del proceso de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

Objeto. Esta norma establece las condiciones y frecuencias necesarias para llevar a cabo el muestreo representativo de agua, potable para ser sometida a análisis físicos, químicos, bacteriológicos y/o radiológicos y determinar su calidad.

Campo de Aplicación. El campo de aplicación de ésta norma comprende los sistemas de agua potable en los cuales se realiza el muestreo para la caracterización, el control y la vigilancia de la calidad del agua potable.

3.8. Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. NB 512

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Objeto. Reglamentar la Norma Boliviana NB 512 Agua Potable – Requisitos, en cuanto se refiere a la calidad física, química, microbiológica, organoléptica y radiactiva del agua destinada al consumo humano, estableciendo las condiciones que deben cumplir las

Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (EPSA) a nivel nacional.

Campo de Aplicación. Están sometidas al presente Reglamento Nacional las EPSA cualquiera sea su forma de constitución (municipal, sociedad anónima mixta, privada,

cooperativa, asociación civil, pueblos indígenas y originarios y comités de agua) encargadas de prestar servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. Asimismo, las instituciones públicas y privadas.

Uso Obligatorio del Reglamento. Las EPSA a nivel nacional y las instituciones públicas y privadas que realizan actividades de control y vigilancia de la calidad del agua, deberán hacer uso obligatorio de la Norma Boliviana NB 512 y el presente Reglamento.

Asimismo, la Superintendencia de Saneamiento Básico (SISAB) y/o la institución delegada por la misma efectuarán la notificación correspondiente a las EPSA solicitando la adecuación y/o el cumplimiento del presente reglamento, considerando las características de desarrollo, capacidad operativa y financiera, la evaluación de los parámetros actualmente analizados, número de muestras al mes y frecuencias de muestreo.

Sobre la base de las consideraciones indicadas anteriormente, la SISAB, definirá con cada

EPSA el plazo para la aplicación del presente Reglamento en forma gradual, el mismo que no podrá ser mayor a tres (3) años.

Calidad de los Servicios. De acuerdo a lo que señala el Artículo 21 de la Ley N° 2066, las EPSA, están obligadas a garantizar la calidad de los servicios que reciben los usuarios.

CAPÍTULO II

MARCO INSTITUCIONAL

Gobierno Municipal. El Artículo 13 de la Ley N° 2066, establece las responsabilidades en el ámbito de su jurisdicción, relacionadas con los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. En el caso de la EPSA municipal, debe emitir una opinión técnicamente fundamentada ante la SISAB, en consulta con las instancias de participación popular establecidas en el Artículo 150 parágrafo II de la Ley de

Municipalidades para la aprobación de los pliegos de licitación, firma de contratos por excepción y aprobación de precios y tarifas. En poblaciones menores a 10000 habitantes, el Gobierno Municipal deberá apoyar la capacidad operativa de las EPSA para el cumplimiento del presente Reglamento.

CAPÍTULO III

Del Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano parámetros de Control de Calidad del Agua.- En atención a la Norma Boliviana NB 512, los parámetros de control de calidad del agua para consumo humano que deben realizar las EPSA, se agrupan de acuerdo a su factibilidad técnica y económica en los siguientes grupos: Control Mínimo, Control Básico, Control Complementario y Control Especial.

Parámetros de Control Mínimo.- Los parámetros de control mínimo son aquellos que permiten caracterizar y evaluar la calidad del agua, dando una referencia inicial de su aptitud para consumo humano; se pueden determinar en campo con equipos portátiles. Los parámetros microbiológicos establecidos en esta categoría se realizan para determinar el riesgo de contaminación fecal en el agua.

Tabla 1. Parámetros de Control Mínimo

N	Parámetro	Valor máximo aceptable	Observaciones
1	pH ⁽¹⁾	6,5 a 9,0	Un valor de 9,5 de pH es aceptado sólo para aguas que provienen de sistemas de potabilización y siempre y cuando se cumpla con el rango del Índice Langelier. El laboratorio deberá registrar y reportar el valor de la temperatura a la cual se realizó la medición de pH.
2	Conductividad	1500,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ⁽²⁾	El laboratorio deberá registrar y reportar el valor de la temperatura a la cual se realizó la medición de conductividad.
3	Turbiedad	5 UNT	UNT = unidades nefelométricas de turbiedad
4	Cloro libre residual ⁽³⁾⁽⁵⁾	0,2 mg/l a 1,5 mg/l	Medido en el punto de muestreo.
5	Coliformes termotolerantes ⁽⁴⁾	<1 UFC/100 ml	Valor máximo aceptable aplicando la técnica de membrana filtrante.
		<2 NMP/100 ml	Valor máximo aceptable aplicando la técnica de tubos múltiples.

Fuente: Reglamento Nacional NB 512

3.9. Reglamentos Nacional Técnico de Diseño para Sistemas de Agua Potable. NB 689

Introducción. El diseño de sistemas de agua potable para poblaciones urbanas, periurbanas y rurales de la República de Bolivia, se ha venido desarrollando en base a la Norma Técnica de Diseño para Sistemas de Agua Potable - NB 689 y a los Reglamentos Técnicos de Diseño para

Sistemas de Agua Potable promulgadas por el entonces Ministerio de Desarrollo Humano, en noviembre del año 1996. Debido a los avances tecnológicos sobre el diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable que se han dado

en los últimos años, el Ministerio de Servicios y Obras Públicas, a través del Viceministerio de Servicios Básicos, ha encarado la actualización de la Norma NB 689 y sus Reglamentos, con el propósito de incorporar y modificar conceptos, criterios y fórmulas que se ajusten a la realidad actual para el diseño de sistemas de agua potable en nuestro país. Para el efecto, se han tomado en cuenta las inquietudes de instituciones, profesionales y técnicos que trabajan en el sector.

Objeto. Los presentes Reglamentos establecen los criterios técnicos de diseño de sistemas de agua potable de carácter público y/o privado, en el área urbana, periurbana y rural para obtener obras con calidad, seguridad, durabilidad y economía; y de esa manera, contribuir al mejoramiento del nivel de vida y salud de la población.

Campo de Aplicación. Estos Reglamentos se aplican a nivel nacional para el diseño, ejecución o control de sistemas de agua potable públicos y/o privados. Es obligatorio el conocimiento y aplicación de los Reglamentos por el proyectista, ejecutor, supervisor y fiscalizador de los proyectos de agua potable. Sin embargo, se podrán aplicar criterios de diseño, constructivos y métodos de control no especificados en los presentes toda vez que se justifiquen técnicamente ante la Autoridad Competente.

CAPITULO II

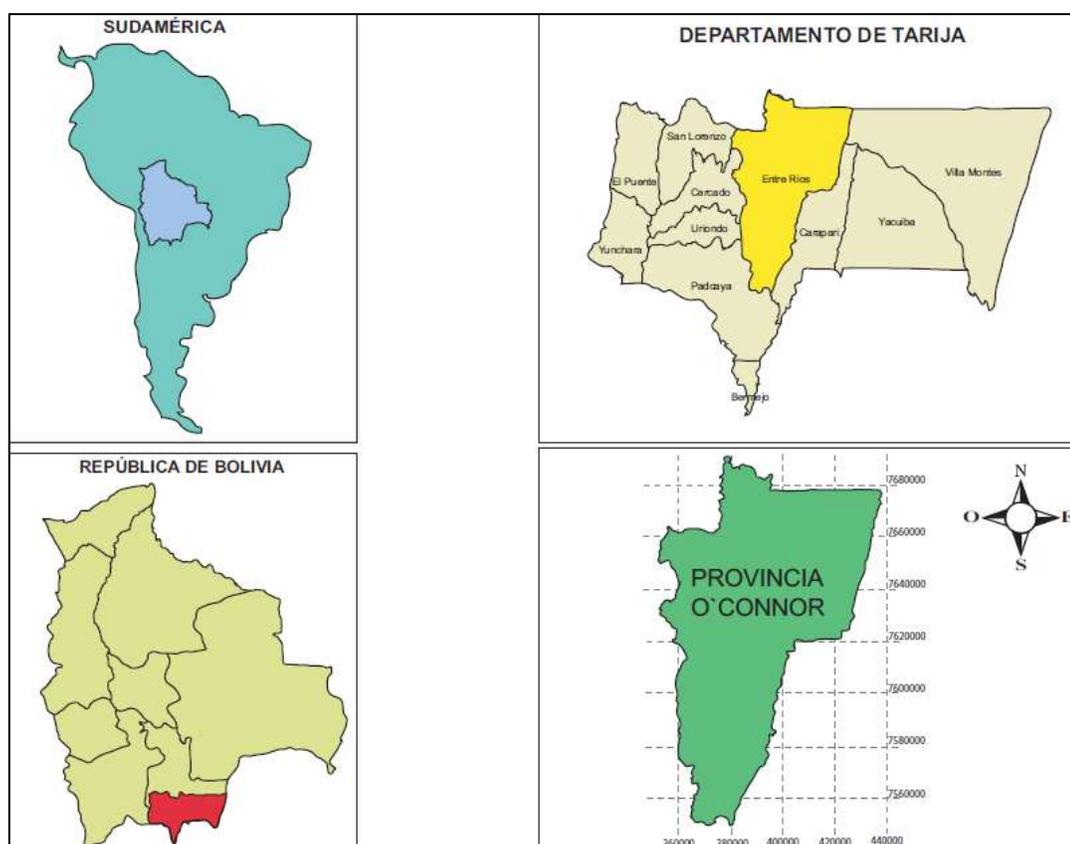
MATERIALES Y METODOLOGÍA

MATERIALES Y METODOLOGÍA

1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se realizó en el País de Bolivia que está situado en la zona Central de América del Sur, con una superficie de 1.098.581 m², entre los meridianos 57°26´ y 69°38´ de longitud Occidental del meridiano de Greenwich y los paralelos 9°38´ 22°53´ de Latitud Sur.

Imagen 1. Mapa Ubicación de Bolivia y Tarija



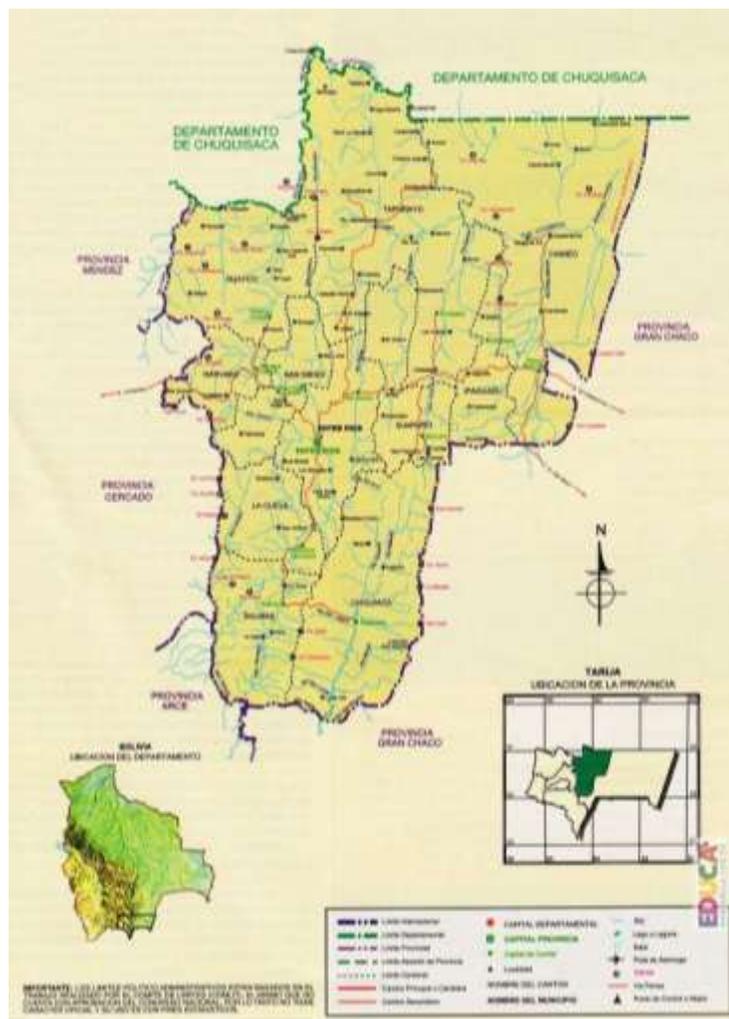
Fuente: Plan de Desarrollo Municipal (PDM)

1.1. Ubicación

El Municipio de Entre Ríos está ubicado en la parte central del Departamento de Tarija, limitando al Norte con el Departamento de Chuquisaca, al Sur y al Este con la Provincia

Gran Chaco, al Oeste con la Provincia Cercado, hacia el Noroeste con la Provincia Méndez y hacia el Sud oeste con las Provincias Avilés y Arce.

Imagen 2. Mapa Ubicación de la Provincia O'Connor



Fuente: Educa-Geografía

1.2. Macro Localización

El Departamento de Tarija se encuentra ubicado en el extremo sur de Bolivia, siendo sus límites, al Sur con la República de Argentina, al Este con la República del Paraguay al norte con el Departamento de Chuquisaca y al oeste con los Departamentos de Potosí y Chuquisaca. Geográficamente se encuentra entre los paralelos 20° 50' de latitud Sur y los meridianos 62° 15' de longitud Oeste y con una superficie de 37.623 Km².

La división Política del Departamento de Tarija está organizada por seis Provincias: Méndez, Cercado, Avilés, O'Connor, Arce y Gran Chaco, once Secciones y ochenta y dos Cantones. Administrativamente cuenta con una Gobernación Departamental, seis Sub Gobernaciones, cinco Corregimientos y once Gobiernos Municipales. El Departamento se divide en cuatro zonas fisiográficas: la Montañosa, el Valle central, el Sub Andino y la llanura Chaqueña.

El área de estudio está ubicada, en la Provincia O'Connor que consta de una Sección Municipal que es Entre Ríos y tiene once Cantones y 6 Distritos con una superficie de 6.406 Km².

1.3. Micro Localización

El Municipio de Entre Ríos geográficamente se encuentra ubicado entre las coordenadas 20° 51' 57'' y 21° 56' 51'' de latitud sud, 63° 40' 23'' y 64° 25' 6'' de longitud oeste, en la parte central del Departamento de Tarija, consta de 9 barrios.

1.4. Descripción del Área de Estudio

1.4.1. Características Físico Biológicas

❖ Clima.

De manera general el Municipio de Entre Ríos presenta un clima templado cálido-húmedo en primavera y verano en tanto que en otoño e invierno templado-seco.

❖ Temperaturas

La temperatura media anual es de 19 °C, en verano 22,5 °C y en invierno de 14,7 °C. Con máximas que superan los 40,9 °C y mínimas extremas que bajan hasta -7,2 °C.

Las temperaturas máximas tienen una diferencia de 0,8°C, en tanto que las temperaturas promedio tienen una diferencia de 0,3°C. Es importante resaltar que la diferencia de temperatura entre la zona de Salinas que comprendería el D-3 y D-4 respecto al Pajonal (D-1) es de 0,3°C, con seguridad hacia el D-2 la diferencia se acentúa.

Por otra parte podemos afirmar que la temperatura máxima promedio se presenta en los meses de septiembre 38,8 y octubre 38,4, mientras que las temperaturas más bajas

en promedio fueron alcanzadas en los meses de julio $-5,8^{\circ}\text{C}$ y agosto $-4,1$; teniendo una temperatura promedio registrada de 19°C .

❖ Precipitaciones

La precipitación anual alcanza a 1.314 mm en Salinas y baja hasta 674,8 mm en Palos Blancos. Se puede observar una marcada estacionalidad en la precipitación pluvial, ya que de noviembre a abril se acumula el 82% de la precipitación total.

La precipitación pluvial histórica alcanzó a 1.066 mm; y la humedad relativa en promedio registra un promedio de 69,5%, llegando a un máximo promedio de 77% en época de lluvia y 62% en época seca.

La precipitación varía enormemente por distritos: en el D-3 y D-4 se produce la mayor precipitación anual con 1.314 mm, le sigue el D-2 con 1.150 mm, luego el D-1 con 1.125 mm, posteriormente el D-5 con 912,4 mm y finalmente el D-6 con tan sólo 674,8 mm. Las lluvias predominan del Sur y Sureste, por consiguiente la humedad varía también por distritos. El número de días con lluvia alcanza a un promedio de 102, la máxima precipitación pluvial en 24 horas se da en el mes de enero con 131 mm.

❖ Vientos:

En la Provincia O'Connor los vientos tienen mayor presencia durante los meses de agosto a noviembre con un rango de 7,6 a 10,3 km/hora, el resto del año las velocidades tan sólo alcanzan a 4,4 a 6,6 km/hora. El promedio es de 6,3 km/hora. Estos vientos corren hacia el norte, en cambio los surazos tienen una dirección de Sureste a Noreste. Los vientos que se presentan durante los meses de enero y febrero pueden tener efectos negativos sobre los cultivos, ya que pueden llegar a ocasionar el acame de los mismos, con la consiguiente disminución de sus rendimientos.

❖ Heladas.

También se trata de un fenómeno negativo que afecta principalmente a la producción agrícola. Se presenta con mayor intensidad en los meses de mayo a septiembre,

perjudicando a los cultivos que se encuentran en pleno desarrollo. Son como promedio 7 días de helada en un año.

❖ Caudales

El aporte del caudal de los ríos está directamente relacionado con la variación de la precipitación pluvial, área de recarga de la cuenca, el mismo que se halla condicionado por la composición geológica del terreno. Los ríos de la Provincia presentan crecidas máximas durante los meses de enero y febrero, con una leve disminución progresiva hasta los meses de abril y mayo, a partir de donde se inicia la curva de agotamiento hasta los meses de septiembre a octubre punto crítico o de mínima.

Fuente: (PDM Entre Ríos)

2. MATERIALES

2.1. Aforo de caudales

- Libreta de campo
- Marcador permanente
- Hilo lana
- Regla
- Caña
- GPS
- Balde de 18 ℓ.
- Balde de 3,5 ℓ.
- Flotador
- Flexómetro
- Cronometro
- Cámara fotográfica
- Reloj
- Guantes, barbijo

2.2. Toma de Muestras

- Cinta adhesiva

- Algodón
- Alcohol
- 3 Envases de vidrio de 500 ml
- 3 Botellas de polipropileno de 2000 ml
- Conservadora de Temperatura
- Hielo
- Cámara Fotográfica
- Libreta de campo
- Formulario de muestreo
- Planillas de registros de puntos
- Colector de muestras

2.3. Materiales de Gabinete

- Computadora
- Impresora
- Material de escritorio
- USB

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Cuantitativo de Investigación.- Refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación. (Hernandez Sampieri R., 2014)

Miden cantidades, magnitudes. De acuerdo con los valores que puedan asumir se distingue entre continuas (dan la posibilidad de fraccionar y pueden tomar cualquier valor dentro de un rango y discretas (sólo asumen valores enteros. Son aquellas que pueden ser medidas y se expresan en forma numérica. Ejemplo: talla, temperatura ambiente, peso, tasa de morbilidad, y se dividen en variables continuas y discontinuas.

Continuas: Son variables que pueden tomar cualquier valor numérico incluyendo fracciones o decimales. Ejemplos: el peso de una persona puede ser 58,6 kg. Un objeto puede medir 89,5 cm de altura.

Discontinuas o discretas: este tipo de variables pueden tomar cifras enteras. Ejemplos: cantidad de estudiantes que estudian en una institución, cantidad de provincias de un país, número de hijos de una familia. Y recordar que estas variables tienen un número finito de valores. (Cabezas D.; Andrade D.; Torres J., 2018)

3.1.2. Cualitativa de Investigación.- La investigación cualitativa se enfoca en comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto. (Hernandez Sampieri R., 2014)

Como su nombre lo indica, miden cualidades, atributos por ejemplo: ocupación, nacionalidad, religión, estado civil. También llamadas categóricas, y se refieren a las propiedades de los objetos en estudio, este tipo de variables tiene un carácter cualitativo, no podemos medirlas con números, son aquellas que se expresan en forma verbal no numérica. (Cabezas D.; Andrade D.; Torres J., 2018)

3.2. Metodología

3.2.1. Descriptiva.- Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indica cómo se relacionan estas. (Hernandez Sampieri R., 2014)

3.2.2. Experimental.- La experimentación establece relaciones de causa-efecto y se ocupa de descubrir, comprobar, confrontar, negar o confirmar teorías, y eventualmente, como consecuencia, formular leyes. Por eso, su práctica es común en ciencias fácticas de la naturaleza, como la biología, la física o la química, para dar algunos ejemplos. (Niño V., 2011)

3.2.3. Explicativa.- Son más estructuradas que los estudios con los demás alcances y, de hecho, implican los propósitos de éstos (exploración, descripción y correlación o asociación); además de que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno a que hacen referencia. (Hernandez Sampieri R., 2014)

3.2.4. Muestreo.- La toma de muestra destinada al análisis organoléptico, físico-químico, metales pesados, compuestos orgánicos, bacteriológico y/o radiológico debe ser a través de muestras simples, necesariamente debe ser realizada por una persona experimentada o entrenada para tal fin.

El procedimiento de muestreo en sistemas de abastecimiento se debe iniciar con el muestreo para análisis bacteriológico, seguido de las determinaciones, en el lugar, de cloro residual libre, pH, temperatura, conductividad y finalmente el muestreo para el análisis fisicoquímico o los requeridos de acuerdo a la frecuencia de muestreo. (Comité Técnico Normalizador N° 3.1 "Agua Potable NB 496", 2016)

3.2.5. Método de precios Hedónica.- El Método de los Precios Hedónicos (MPH) se fundamenta en la teoría neoclásica del consumidor, en donde la utilidad de un bien está determinada por el conjunto de atributos que lo conforman. El planteamiento general del mismo radica en que el precio de un bien está determinado por un conjunto de atributos o características, las cuales poseen determinados valores implícitos, que en su conjunto, de acuerdo con ciertas consideraciones, forman el valor del bien en cuestión. Los atributos pueden ser de carácter ambiental y estar relacionados a un bien perfectamente medible en el mercado. Su análisis se sustenta sobre rigurosas técnicas estadísticas de regresión, de manera que es posible estimar la “disposición a pagar” (DAP) por dichos atributos y con ello se obtiene la contribución de los mismos al valor global del bien. (Azqueta Oyarzun D., 1994)

3.3. Procesos Metodológicos

3.3.1. Objetivo Especifico 1. Realizar un diagnóstico económico y social a los usuarios del agua para consumo Humano de la ciudad de Entre Ríos.

El método inductivo crea leyes a partir de la observación de los hechos, mediante la generalización del comportamiento observado; en realidad, lo que realiza es una especie de generalización, sin que por medio de la lógica pueda conseguir una demostración de las citadas leyes o conjunto de conclusiones. (Behar D., 2008)

Se recabó información primaria, del estado socioeconómico de los usuarios asistiendo a los domicilios de los 9 Barrios de la ciudad, para encuestar con preguntas sencillas, y conocer cómo la población siendo los actores principales, aprovechan el agua, y cuál es su perspectiva a futuro con el agua que se les dota.

Fórmula para el cálculo de la Muestra Poblaciones Finitas:

$$n = \frac{N * Z^2 p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

- N = Total de Población
- Z = 1,96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)
- p = Proporción esperada (en este caso 5% = 0,05)
- q = 1- p (en este caso 1-0,05 = 0,95)
- d = Precisión (en su investigación use un 5%)

$$n = \frac{6.055 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2 * (6.055 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95}$$

n = 72,13 = 72 encuestas a realizar.

Según la fórmula de la muestra de población finita, se realizaron 72 encuestas, 8 a cada Barrio de la ciudad.

3.3.2. Objetivo Especifico 2. Realizar un diagnóstico técnico del estado, los caudales de la fuente de aducción y el de salida de la Planta de tratamiento de agua para consumo Humano y si podrá satisfacer la demanda de agua los futuros 10 años.

Para conocer el funcionamiento y el actual estado del Sistema de agua para consumo Humano de la ciudad de Entre Ríos se hizo una visita al actual Sistema, con el técnico encargado del Municipio Ing. Jorge Freddy Pastrana Torrico, así se dio una valorización y verificación del estado de la misma y una explicación sobre cómo trabaja el Sistema.

Mediante el método aforos se realizara la medición de caudales de aducción del agua que se extrae del río Trancas, el caudal que entra a la Planta de filtración y solo para comparación veremos el caudal que llega a los Tanques de Almacenamiento para esto se utilizó flotar, Flexómetro, balde, cronometro y otros instrumentos.

El resultado de la Aducción al río Trancas se transformó en porcentaje para comparar con la con la Ley 1333 Medio Ambiente, en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica en su Artículo 48; que establece: Para el caso de ríos, el caudal de captación de agua deberá ser como promedio diario menor al 20% del caudal mínimo diario del río para un período mínimo de retorno de 5 años.

Se calculó la dotación Percapita para comparar con la Normativa Boliviana NB 689 “Reglamento Técnico de Diseño para Plantas Potabilizadoras de Agua”, donde indica que para la zona de los Valles la dotación media a la población es de 100 a 140 ℓ/hab./día. la Ciudad de Entre Ríos se encuentra en el Distrito 1 perteneciente a la zona de los Valles.

El método del flotador, nos dice que el caudal escurrido es igual al producto del área de escurrimiento por la velocidad desplazada del agua líquido en cuestión y la velocidad del agua se midió mediante un flotador.

Para Q_1 : Río Trancas.

$$Q = v * A$$

Q = Caudal (ℓ/s)

v = Velocidad del agua (m/s)

A = Área del río (m²)

- Se mide una Distancia desde el punto A al punto B.

d = Distancia (m)

- Se traza 3 secciones a las que se las mide para determinar un Ancho promedio del río.

$$W = \sum W \frac{1}{n} =$$

W = Ancho de la sección del río (m).

- Se miden divide el ancho del río en secciones iguales y se mide alturas de cada sección.
- Calculo del área se hace con la fórmula para sacar el área de un trapecio ya que el río en la parte de abajo es desigual.

$$A = \frac{(h_0 + h_1) \times e}{2}$$

Dónde:

A = Área (m²)

h = Altura (m)

e = Espacio de cada medición (m)

- La velocidad se mide entre distancia y tiempo, se suelta el flotador del punto A y comienza a cronometrar hasta llegar al punto B y se para el tiempo.

$$v = \frac{d}{t}$$

Dónde:

v = Velocidad (m/s)

d = Distancia (m)

t = Tiempo (s)

Una vez teniendo todos los datos se prosigue a la fórmula de caudal ($Q = v * A$) pero por las imperfecciones del suelo se multiplica el resultado un margen de error de 0,85.

Para Q_2 : Entrada la Planta de Filtración - canal Parshall

$$Q = K * h^n$$

Q_p = Caudal que pasa por el canal Parshall

$K = 0,381$ según Acebedo Neto (constante)

h = Nivel del agua en la garganta

$n = 1,574$ según Acebedo Neto (constante)

Para Q_3 : Se realizó en los tres tanques de Almacenamiento, se empleo un balde de 18 litros y con un cronómetro se midió el tiempo en el que tarda en llenarse el balde, repitiendo el proceso tres veces.

$$Q = V/t$$

Dónde:

Q = Caudal (ℓ/s)

V = Volumen (ℓ)

t = Tiempo (s)

$$t = \frac{\sum t}{n}$$

Dónde:

t = Tiempo (s)

$\sum t$ = Sumatoria de los tiempos

n = Número de muestras

- Métodos para el cálculo de la población futura. Determinaremos si el Sistema de Agua puede satisfacer la demanda de la población durante 10 años más.

Método Aritmético:

$$P_f = P_0 \left(1 + \frac{i * t}{100} \right)$$

Dónde:

P_f = Población futura (hab.)

P_0 = Población inicial (hab.)

i = Índice de crecimiento poblacional anual (%)

t = Número de años

Método Geométrico:

$$P_f = P_0 \left(1 + \frac{i}{100} \right)^t$$

Dónde:

P_f = Población futura (hab.)

P_0 = Población inicial (hab.)

i = Índice de crecimiento poblacional anual (%)

t = Número de años

3.3.3. Objetivo Especifico 3. Determinar la calidad del agua del consumo actual de la población de Entre Ríos, mediante los parámetros de control mínimo de la Norma Boliviana NB 512.

Mediante los antecedentes que se tiene de la calidad del agua de la ciudad de Entre Ríos, se tomó una única muestra, a través del método de muestreo en 3 puntos: Punto 1: Rio Trancas - antes de la Aducción, Punto 2: Planta de filtración de agua – Salida de la Planta de Filtración, Punto 3 : Barrio Cañaverál – grifo, se sacaron las muestras, debidamente registrada para transportarlas al laboratorio en la ciudad de Tarija, para esto nos basamos en la NB 496 “Agua Potable – Toma de Muestras”, esto con el objeto de que los resultados no tenga ninguna alteración o falla y sea lo más exacto posible.

Una vez que se tenga las muestras se hará una valorización y una comparación con los límites mínimos permisibles establecidos en la NB 512.

3.3.4. Objetivo Especifico 4. Analizar la relación costos de operación y recaudación en el actual sistema de administración del servicio de agua para consumo Humano de la ciudad de Entre Ríos.

Mediante un análisis de Ingresos y Egresos del Gobierno Autónomo Municipal de Entre Ríos en sus unidades encargadas de la administración del Sistema de agua se reflejó lo que ingresa monetariamente de la dotación de agua que se hace a la población y los costos de operación, mantenimiento e insumos, así determino si el problema de dotar de una excelente calidad de agua es la sostenibilidad económica.

Se recabo información primaria de la Unidad de Recaudaciones, Secretaria de Obras Publicas y la Unidad de Recursos Humanos entrevistando a los encargados, así determinamos los ingresos y egresos que requiere el Sistema de Agua.

CAPITULO III
ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. RESULTADOS Y DISCUSIONES

1.1. Resultado del diagnóstico económico y social realizado a los usuarios del agua para consumo humano de la ciudad de Entre Ríos.

La encuesta consta con 14 preguntas, a 72 usuarios a los 9 Barrios de la ciudad llegando a los domicilios de los usuarios.

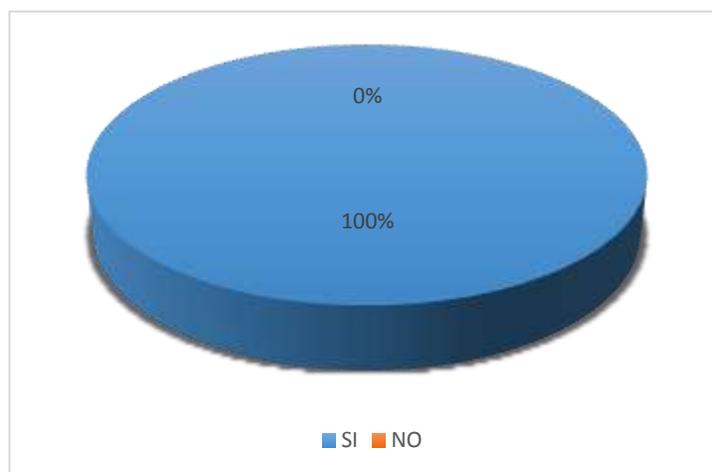
1.- ¿Cuenta con el servicio de agua para consumo Humano?

Tabla 2. N° de Usuarios que contestaron a la primera pregunta.

SI	NO
72	0

Fuente: Elaboración propia

Grafico 1. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la primera pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la primera pregunta tenemos que el 100% cuenta con agua para consumo Humano en los 9 Barrios de la ciudad de Entre Ríos.

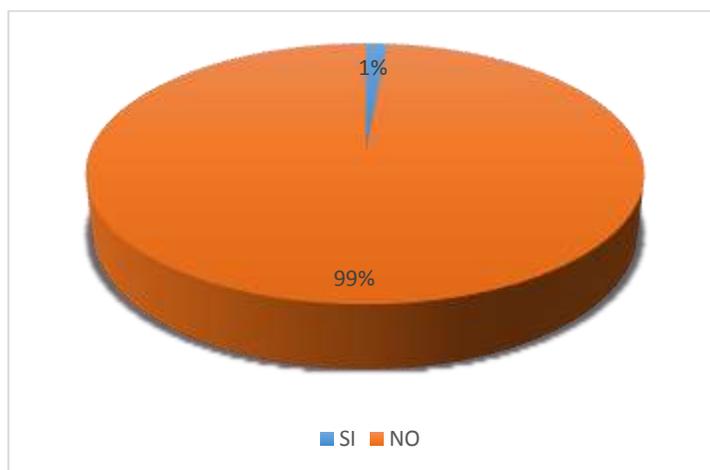
2.- ¿Cuenta con algún control para su consumo de agua, funciona?

Tabla 3. N° de Usuarios que contestaron a la segunda pregunta.

SI	NO
71	1

Fuente: Elaboración propia

Grafico 2. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la segunda pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la segunda pregunta tenemos un 99% que no tiene un control para su consumo de agua, contra 1% que dice que tiene, por lo observado solo el Barrio Cañaverl en algunas casas del centro de la Ciudad cuentan con medidores en afueras de su casa pero ninguno funciona, por lo que afirmamos que en la Ciudad de Entre Ríos NO cuenta con un control del agua para consumo Humano haciendo no tenga ningún cuidado para con el agua.

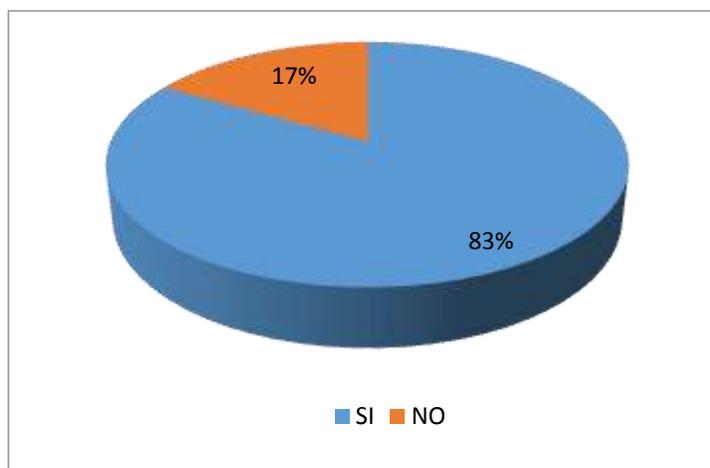
3.- ¿El pago que realiza por el servicio de agua es accesible a su bolsillo?

Tabla 4. N° de Usuarios que contestaron a la tercera pregunta.

SI	NO
62	10

Fuente: Elaboración propia

Grafico 3. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la tercera pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la tercera pregunta tenemos un 83% que dice que el pago que realiza por este servicio básico es accesible a su bolsillo siendo una tarifa estática, no alterando en magnitud su economía de cada usuario, un 17% dice que lo que se cobra no es accesible a su bolsillo, ya que Entre Ríos cuenta con mucha agua y ni se debería cobrar.

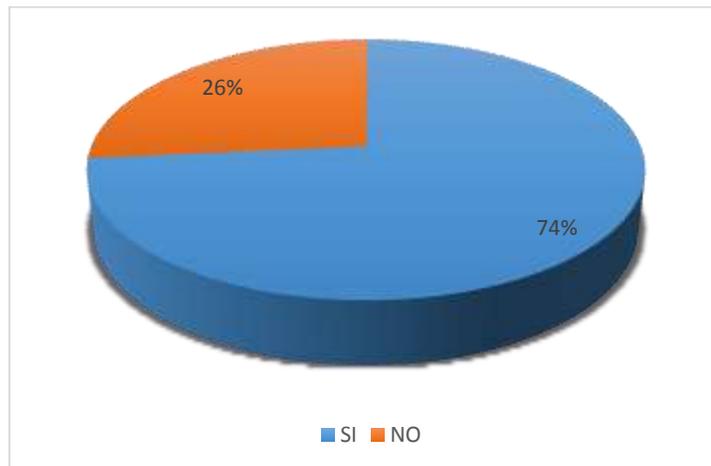
4.- ¿Cree usted que le da un uso apropiado al agua?

Tabla 5. N° de Usuarios que contestaron a la cuarta pregunta.

SI	NO
53	19

Fuente: Elaboración propia

Grafico 4. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la cuarta pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la cuarta pregunta tenemos un 74% de usuarios que dicen hacer un uso apropiado del agua, teniendo un mantenimiento constante de sus llaves y tuberías de agua, contra un 26% que conscientemente afirmaron que no hacen un apropiado uso del agua teniendo fugas o utilizando en otras actividades en la cual se derrocha el agua.

Los usuarios que conscientemente respondieron que no son de Barrios alejados y casas precarias, algunos tienen pequeños huertos de hortalizas la cual riegan haciendo mal uso del agua.

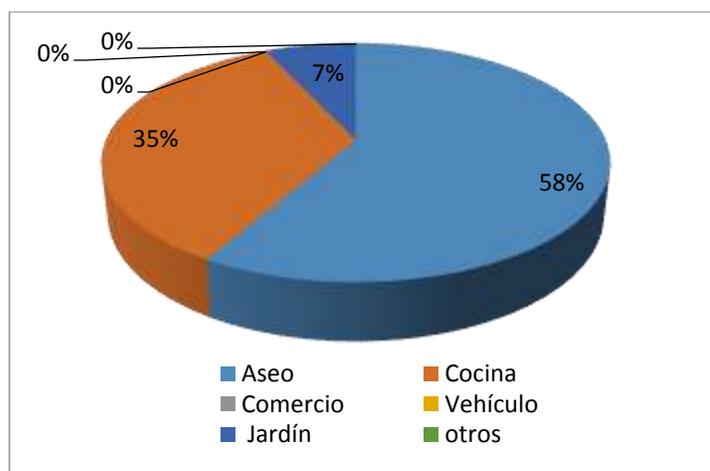
5.- ¿Cuál es la actividad en la que más gasta el agua?

Tabla 6. N° de Usuarios que contestaron a la quinta pregunta.

Aseo	Cocina	Comercio	Vehículo	Jardín	Otros
42	25	0	0	5	0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la quinta pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la quinta pregunta tenemos un 58% que utiliza más el agua en aseo personal, un 35% en cocina, un 7% en el riego de su jardín a estos usuarios se les dio la recomendación de que no lo hagan, el agua que se dota es para el consumo Humano y no así para otras actividades. En el comercio, vehículo y otros se tiene un 0%.

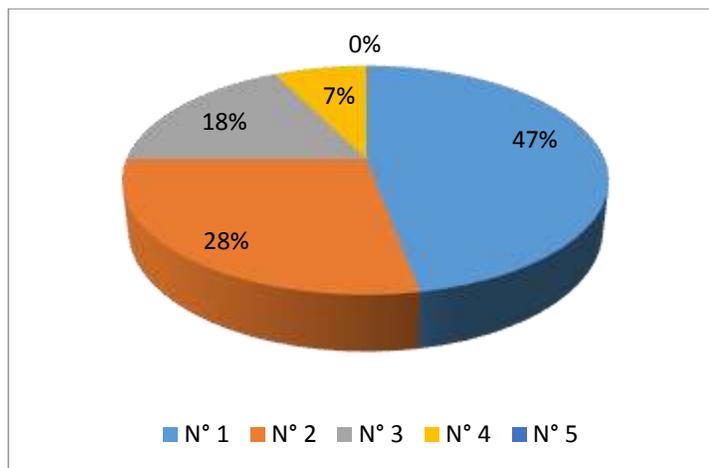
6.- ¿Con cuántos grifos cuenta?

Tabla 7. N° de Usuarios que contestaron a la sexta pregunta.

N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N°5
34	20	13	5	0

Fuente: Elaboración propia

Grafico 6. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la sexta pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la sexta pregunta tenemos que el 47% cuenta con 1 grifo lavandería por domicilio, el 28% cuentan con 2 grifos lavandería, el 18% cuentan con 3 grifos lavandería, el 7% tiene 4 grifos lavandería y un 0% en 5 lavandería, esto nos demuestra que los usuarios están ampliando sus domicilios e implementan más grifos, así también identificamos que el Municipio con la Unidad de Recaudaciones, no está haciendo la actualización de las acometidas de la población esto de acuerdo a la información que pudimos recabar de esta Unidad.

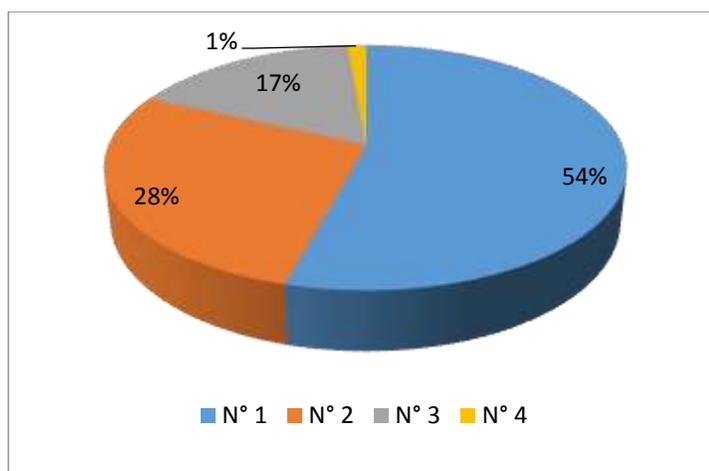
7.- ¿Con cuántos baños cuenta?

Tabla 8. N° de Usuarios que contestaron a la séptima pregunta.

N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
39	20	12	1

Fuente: Elaboración propia

Grafico 7. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la séptima pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la séptima pregunta tenemos a un 54% que cuenta con un solo baño (inodoro, ducha y lavamanos), un 28% que cuentan con 2 baños, un 16% con 3 baños y un 2% que tiene 4 baños.

En la pregunta 6 y 7 podemos evidenciar que los usuarios están ampliando sus domicilios implementando nuevas conexiones ya sean en grifos o baños, al ser un cobro estático la institución encargada en este caso el Municipio tiene que hacer una actualización de las conexiones de cada usuario en toda la ciudad.

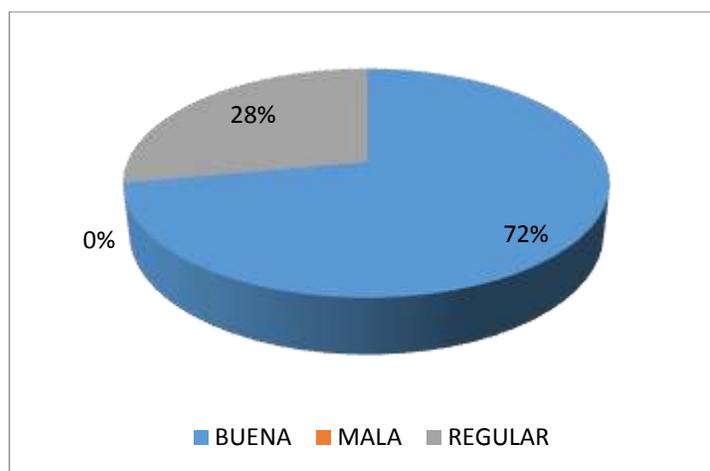
8.- ¿Cuál es el estado de sus grifos y baños?

Tabla 9. N° de Usuarios que contestaron a la octava pregunta.

Buena	Mala	Regular
52	0	20

Fuente: Elaboración propia

Grafico 8. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la octava pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la octava pregunta tenemos un 72% que cuentan con sus grifos y baños en buen estado no teniendo fugas de agua, un 28% que tiene sus grifos y baños en un estado regular, habiendo pequeñas fugas en su sistema y un 0% que lo tiene en mal estado.

En esta pregunta quisimos ingresar a los domicilios de los usuarios encuestados para confirmar las respuestas pero por la Pandemia de COVID – 19, no se pudo.

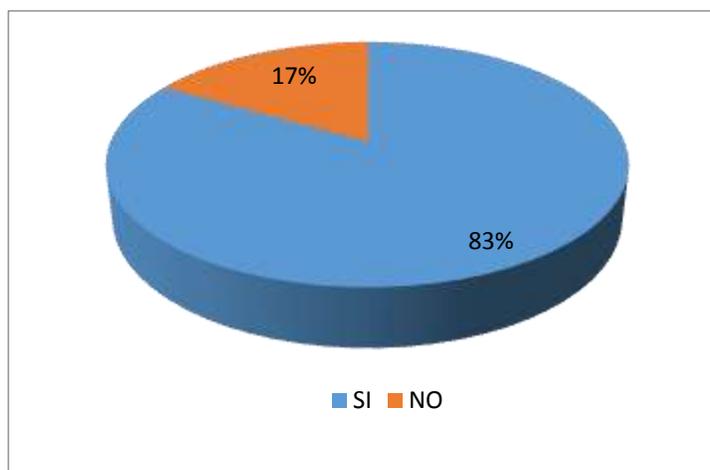
9.- ¿Tiene cortes frecuentes del agua?

Tabla 10. N° de Usuarios que contestaron a la novena pregunta.

SI	NO
62	10

Fuente: Elaboración propia

Grafico 9. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la novena pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la novena pregunta tenemos un 83% que tiene cortes frecuentes de agua identificando que hay un problema y debería preocupar puesto que los cortes son en horas de la tarde afectando más en los Barrios alejados, perjudicando en diferentes actividades a los usuarios, y un 17% que no tiene cortes pero se identificó visualmente que a los usuarios encuestados que no tienen cortes tienen tanques de almacenamiento de agua.

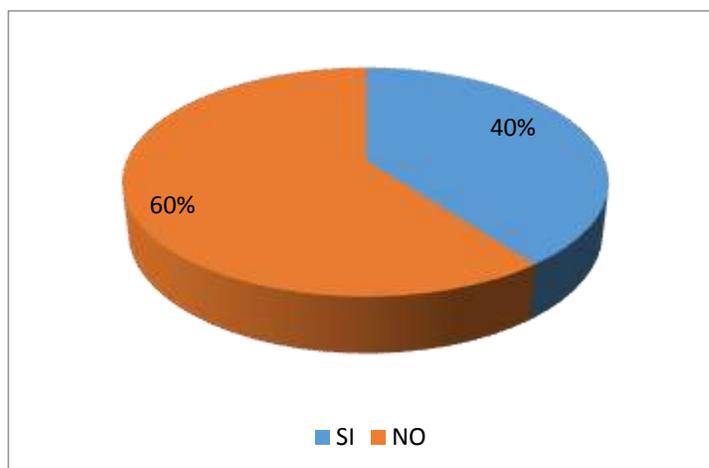
10.- ¿Cree usted que es apropiada el agua que recibe?

Tabla 11. N° de Usuarios que contestaron décima pregunta.

SI	NO
29	43

Fuente: Elaboración propia

Grafico 10. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la décima pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la décima pregunta un 60% dice que el agua que se distribuye en la Ciudad de Entre Ríos NO es apropiada para el consumo identificando que la población no está satisfecha con el agua que se les distribuye, un 40% dice que el agua SI es apropiada para el consumo humano.

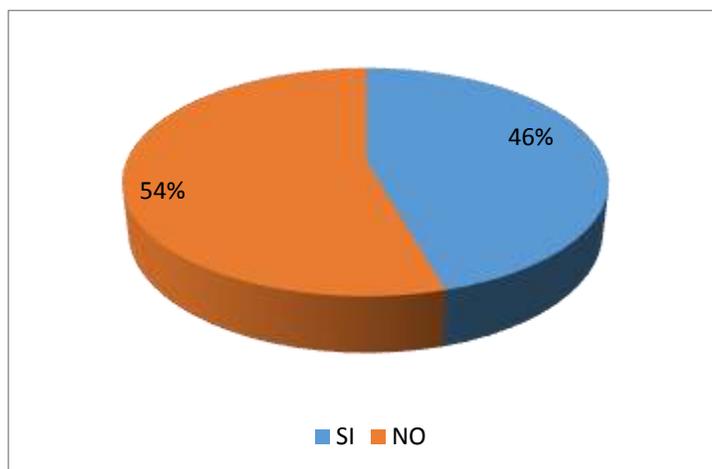
11.- ¿Ud. conoce si el agua que consume recibe los tratamientos adecuados para su consumo?

Tabla 12. N° de Usuarios que contestaron a la décima primera pregunta.

SI	NO
33	39

Fuente: Elaboración propia

Grafico 11. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la décima primera pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la décima primera pregunta un 54% dice que NO sabe si el agua recibe los tratamientos adecuados evidenciando que no se da información a la población sobre los tratamientos que se hace al agua causando intriga e incertidumbre a la población, un 46% si sabe, comentando que el agua que se distribuye no recibe ningún tratamiento por la turbidez y el mal aspecto con la que llega.

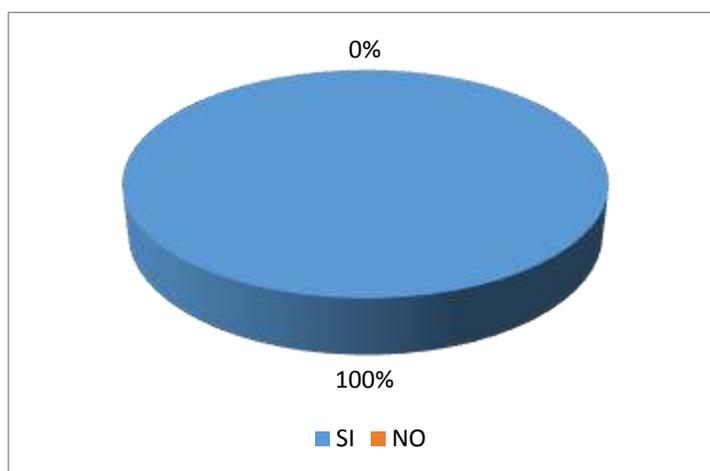
12.- ¿Ud. creé necesario que las Autoridades deben preocuparse por mejorar la calidad del agua?

Tabla 13. N° de Usuarios que contestaron a la décima segunda pregunta.

SI	NO
72	0

Fuente: Elaboración propia

Grafico 12. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la décima segunda pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la décima segunda pregunta el 100% comparte que las autoridades deberían preocuparse más por dotar de un agua de calidad y se debería dar más prioridad puesto que estarían atentando contra la salud de la población.

Pero también parte de la población usuaria se preocupa y busca una solución para el problema que se aqueja ya hace varios años en la ciudad.

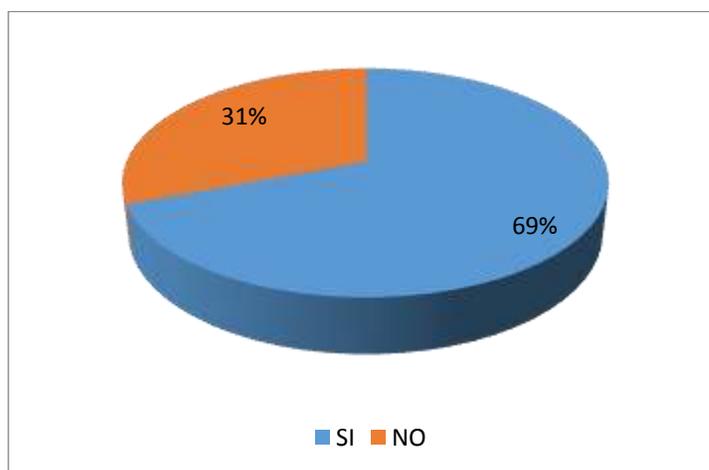
13.- ¿Estaría dispuesto a aumentar el pago por mejorar la calidad del agua?

Tabla 14. N° de Usuarios que contestaron a la décima tercera pregunta.

SI	NO
50	22

Fuente: Elaboración propia

Grafico 13. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la décima tercera pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la décima tercera pregunta un 69% dice que SI estaría dispuesta a aumentar el pago para mejorar la calidad del agua que consumen, esto para su bienestar y entendiendo que a mayor costo un mejor beneficio, un 31% dice que NO está dispuesta a aumentar el pago, esta pregunta es muy importante para ver la voluntad de la población y que estaría dispuesta a hacer para obtener un mejoramiento del agua.

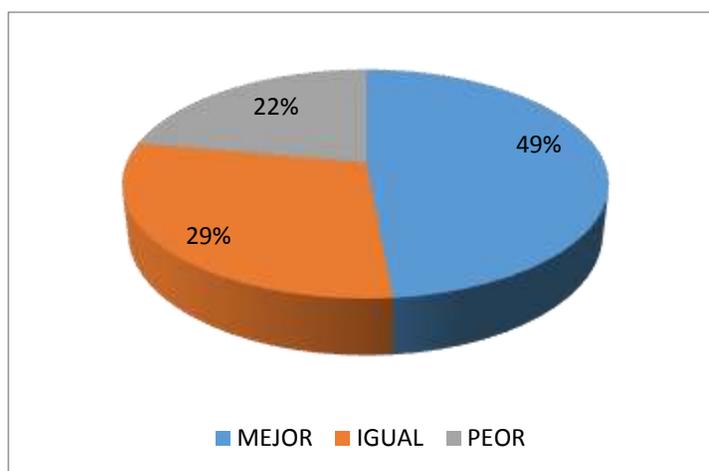
14.- ¿Cómo ve Ud. la calidad del agua comparando de años atrás con la actualidad?

Tabla 15. N° de Usuarios que contestaron a la décima cuarta pregunta.

Mejor	Igual	Peor
35	21	16

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 14. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la décima cuarta pregunta.



Fuente: Elaboración propia

En la décima cuarta pregunta el 49% de los usuarios dicen ver la mejora de la calidad del agua comparado con años anteriores pero poco, un 29% nos dicen que la calidad del agua sigue los mismo comparada a años anteriores sin mejorar nada, y un 22% nos dicen que la calidad del agua está peor comparado con años anteriores

Este diagnóstico es claro la población no tienen ningún control del agua que recibe, tiene cortes frecuentes en la mayoría de los Barrios y el agua que recibe para ellos no tiene la calidad apta para el consumo Humano. Si bien son una mayoría que estaría dispuesta a aumentar el pago por mejorar la calidad de agua, hay otra parte que no y hace un comentario erróneo, del que supuestamente en la ciudad de Entre Ríos se tiene mucha agua y que no estaría bien aumentar el precio de la misma. Se ve que el único

culpable para los pobladores es de la institución encargada a realizar la dotación en este caso el Gobierno Autónomo Municipal de Entre Ríos.

Se evidencia una falta de conciencia en la población y no se tiene una buena educación ambiental.

1.2. Resultado del diagnóstico técnico del estado, los caudales de la fuente de aducción y el de salida de la Planta de Tratamiento de agua para consumo Humano y si podrá satisfacer la demanda de agua los futuros 10 años.

1.2.1. Diagnóstico del técnico del estado del sistema de agua.

La visita al Sistema de Agua de la ciudad de Entre Ríos se realizó la segunda semana de noviembre en compañía del técnico encargado del Municipio, Ingeniero Freddy Pastrana, en donde explico todo el Sistema de agua:

Este sistema se construyó hace 24 años con algunas mejoras el 2004 y el 2018.

El Sistema de agua para consumo Humano de la ciudad de Entre Ríos comienza en el Río Trancas, con una Obra de Toma lateral con cámara de recolección donde se encarga de captar un cierto caudal al río, esto se calcula dependiendo al caudal que se requiere y a la capacidad de la Planta de Filtración; Luego pasa a la Red de Aducción, se llama así al conjunto de tubos que transportan el agua desde la obra de toma hacia la Planta de Filtración y a los Tanques de Almacenamiento, estos son tres tubos galvanizados entre nuevos y viejos que fueron implementándose conforme al tiempo. Un tubo es de 4 pulgadas y los otros dos son de 6 pulgadas, en el caso de los de 6 pulgadas un tubo lleva agua de manera normal y el otro ya por ser viejo tiene diferentes falencias, reduciendo el diámetro de la misma no aprovechando su capacidad al máximo.

Desde el punto de vista del responsable la aducción de agua es la adecuada, solo necesita implementar más tratamientos en la operación y un mantenimiento constante.

Para el mantenimiento y limpieza la Obra de Toma en la parte de atrás cuenta con una cámara donde se almacenan los sedimentos que arrastra el río y al abrir una llave esta expulsa todos los sedimentos, lodos depositados en el fondo de la cámara esto no se realiza periódicamente por falta de personal.

La obra de toma a simple vista tiene que hacerse una refacción de su estructura e implementación de un puente, puesto que cuando hay riadas no se puede llegar a la estructura para solucionar cualquier problema que pueda ocurrir en el momento.

La Red de Aducción, necesita un cambio y mantenimiento de tuberías ya que existen fugas y una tubería ya no cumple con su capacidad apropiada para transportar el agua hacia la Planta de Filtración.

Una vez que llegue a la Planta de Filtración, el agua pasa por el canal Parshall luego al tanque de floculación que no están en funcionamiento, de ahí a los sedimentadores y luego a las celdas de filtrado grueso horizontal para pasar a las celdas de filtrado lento de arena, para que el agua filtrada pase a ser transportada a los Tanques de Almacenamiento, a la salida del Sistema de Filtración el agua solo es transportada por dos tubos de 6 pulgadas. Esta planta tiene una capacidad de ingreso del agua de 30 ℓ/s y para tener un buen filtrado y no tener problemas tanto en la escases del agua como en la falta de filtrado es que se debe tener un caudal entre 22 ℓ/s y 30 ℓ/s para satisfacer con la demanda de población.

En cuanto al mantenimiento del Sistema de Filtración se remueven el material (grava, gravilla y arena) y con una cisterna echar agua limpia, y así limpiar las celdas de los sedimentos que se acumulan, lo curioso es que mientras esta en limpieza, el agua pasa directo a los tanques de almacenamiento sin ningún tratamiento, y es un trabajo arduo de cuatro a cinco días, puesto a la escases del personal para realizar el trabajo.

La Planta de Filtración tiene muchas falencias comenzando por que su tanque de floculación no funciona, se debería tener e implementar más tratamientos para el agua, requiere de un mantenimiento de su estructura civil y de su operación, requiere de un personal que se encargue netamente de la Planta las 24 hrs. los 7 días de la semana.

En la Red de Aducción entre la Planta de Filtración y los Tanque de Almacenamiento se instaló un Sistema de cloración que cuando no llueve se clora el agua con Goldwasser pero una vez que llueve cierran el sistema de cloración puesto que llegan

sedimentos y basura esto dañan a las pastillas y obstruyen circulación del agua, esto ocasiona que el agua llegue a la población turbia.

Cuando llueve se opta por tratar el agua en los Tanques de Almacenamiento con una solución 4,5 kg de hipoclorito de calcio diluido en un tanque de 450 ℓ de agua, mismo que se encuentra en un sistema de goteo a través de un grifo de plástico con una manguera que dirige la solución.

Se cuenta con tres Tanques de Almacenamiento uno solo y el otro compartido y separado por una pantalla, se encuentran ubicados en la comunidad de Lomas cada uno con capacidad de 100.000 litros para su distribución a los diferentes Barrios.

Tabla 16. Distribución de Tanques a los Barrios.

Tanque 1	Barrios Manantial, La Pampa, San Lorenzo y la calle Pilcomayo,
Tanque 2	Barrios El Badén, Banda Mealla
Tanque 3	San Luis, Cañaverl, San José y la Pista,

Fuente: Elaboración propia

*Entre los tanques hay una ayuda entre ellos con una compensación de flujo a algunos Barrios más grandes.

En los Tanques de Almacenamiento se tendría que clorar el agua, puesto que se instaló un sistema de cloración pero lastimosamente este no funciona, el cerramiento de los Tanques no tienen ninguna seguridad, cualquier persona puede ingresar, las cámaras que se dejaron para verificar el ingreso del agua se encuentran abiertas pudiendo ingresar cualquier sedimento, atentando contra la salud de la población. (Anexos – Imagen 17, 19, 20, 26)

1.2.2. Cálculo del caudal de aducción del Río Trancas.

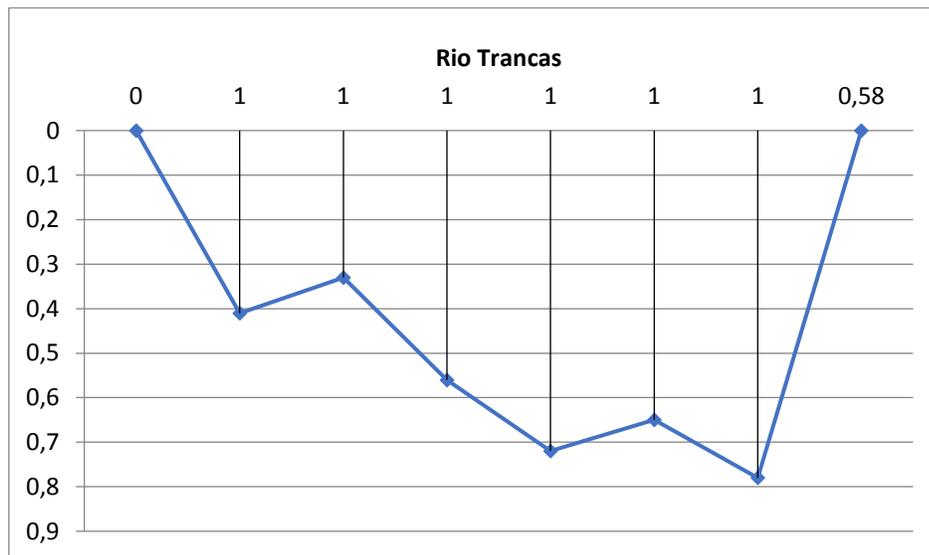
-Resultado de cálculo del caudal del Río Trancas

El aforo se realizó a 60 metros antes de la Aducción.

$$Q_I = v * A$$

-Cálculo del Q_I .

Grafico 15. Medición del Río Trancas.



Fuente: Elaboración propia

Distancia desde el punto A al punto B se tomó una distancia de 3,21 m.

$d = 3,21$ m.

- Cálculo del ancho promedio de la sección del río.

$$w = \sum w \frac{1}{n}$$

Tabla 17. Medición del Ancho del Río Trancas.

N° de mediciones	Ancho "W" (m)
1	7,23
2	6,28
3	6,12
Ancho promedio	6,54

Fuente: Elaboración propia

Ancho de la sección del río

$$W = 6,54$$

- Cálculo de la altura promedio de la sección del río.

Tabla 18. Medición del Altura del Río Trancas.

N° de Mediciones	Altura "h" (m)
1	0
2	0,41
3	0,33
4	0,56
5	0,72
6	0,65
7	0,78
8	0

Fuente: Elaboración propia

- Cálculo de área para la sección del río.

$$A = \frac{(h_0 + h_1) \times e}{2}$$

Dónde:

A = Área (m²)

h = Altura (m)

e = Espacio de cada medición (m)

Tabla 19. Cálculo del Área del Río Trancas.

N° de Mediciones	Espacio (m)	Altura "h" (m)	Área Parcial (m ²)
1	0	0	0
2	1	0,41	0,21
3	1	0,33	0,37
4	1	0,56	0,45
5	1	0,72	0,64
6	1	0,65	0,69
7	1	0,78	0,72
8	0,54	0	0,21
			3,27

Fuente: Elaboración propia

Área total = 3,27 m²

- Cálculo de la velocidad.

Tabla 20. Cálculo del tiempo promedio que el flotador llega del Punto B al punto A.

N° de Mediciones	Tiempo "t" (s)
1	38,56
2	36,23
3	39,02
Tiempo promedio	37,94

Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio = 37,94 s.

$$v = \frac{d}{t}$$

$$v = \frac{3,21m}{37,94s} = 0,085m/s$$

$$v = \mathbf{0,085\ m/s}$$

$$Q_1 = v * A$$

$$Q_1 = 0,085\ m/s * 3,27m^2$$

$$Q_1 = 0,27795\ m^3/s * \frac{1000l}{1m^3} =$$

$$Q_1 = \mathbf{277,95\ l/s}$$

Por las imperfecciones del suelo se opta por un margen de error de 0,85.

$$Qt = 277,95 * 0,85$$

$$Q = \mathbf{236,26\ l/s}$$

El caudal aproximado del río Trancas es de 236,26 litros por segundo, este estudio se realizó cuando se dio las dos primeras lluvias, pero sin embargo el río aun manifiesta poca cantidad de agua.

- Cálculo de pérdida en la Red de Aducción hasta la Planta de Filtración.

$$Q_p = \frac{V}{t}$$

Dónde:

Q_p = Caudal (ℓ/s)

V = Volumen (ℓ)

t = Tiempo (s)

Tabla 21. Cálculo del Tiempo que tarda en llenar el Recipiente de 3,5 Litros para la Perdida en la Red de Aducción.

Perdida	Tiempo (s)
1	8,1
2	10,2

Fuente: Elaboración propia

Entonces el Q_{p1} es:

$$Q_{p1} = \frac{3,5}{8,1}$$

$$Q_{p1} = 0,43 \ell/s$$

La primera pérdida a comienzos de la red de aducción es 0,43 ℓ/s .

$$Q_{p2} = \frac{3,5}{10,2}$$

$$Q_{p2} = 0,34 \ell/s$$

La segunda pérdida por la parte media de la Red de Aducción es de 0,34 ℓ/s .

La sumatoria de pérdidas:

$$Q_p = Q_{p1} + Q_{p2}$$

$$Q_p = 0,43 + 0,34$$

$$Q_p = 0,77 \ell/s$$

El caudal total de pedida por el deterioro de un tubo es de 0,77 ℓ/s .

1.2.3. Cálculo del caudal que ingresa por el Canal Parshall a la Planta de Filtración.

$$Q = K * h^n$$

$Q_{Parshall}$ = Caudal que pasa por el canal Parshall

$K = 0,381$ según acebedo neto (constante)

h = Nivel del ua en la garganta

$n = 1,574$ según Acebedo Neto (constante)

- Conversión:

$$16,1cm * \frac{1m}{100cm} = 0,161m$$

$$Q_{Parshall} = 0,381 * 0,161^{1,574} = 0,0215 m^3/s$$

$$Q_{Parshall} = 0,0215 m^3/s * \frac{1000 l}{1m^3} = 21,5 \ell/s$$

El caudal aproximado que pasa por el canal Parshall a las celdas de filtración es de 21,5 litros por segundo esta a un caudal bajo puesto que la planta de Filtración trabaja mejor con un caudal de mas de 22 litros por segundo en aumenso según el encargado del agua para consumo Humano del Gobierno Autónomo Municipal de Entre Ríos.

- Sumatoria de la perdida en la Red de Aducción y lo que ingresa al planta de filtracion por el Canal Parshall.

$$Q_t = Q_{pt} + Q_p$$

$$Q_t = 0,77 + 21,5$$

$$Q_t = 22,27 \ell/s$$

El caudal de Aducción al río Trancas es de 22,27 ℓ/s .

1.2.4. Análisis de la Aducción del caudal del río Trancas con el RMCH en su Artículo 48.

Caudal del rio Trancas: $Q_r = 236,26 \ell/s$

Caudal de Aducción = $Q_a = 22,27 \ell/s$

Según la Ley del Medio Ambiente (Ley 1333) en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica en su Artículo 48, Para el caso de ríos, el caudal de captación de agua deberá ser como promedio diario menor al 20% del caudal mínimo diario del río para un período mínimo de retorno de 5 años.

Promedio diario:

$$Q_r = 236,26 \ell/s * \frac{8.6400s}{1dia} = 20.412.864 \ell/día.$$

$$Q_r = 22,27 \ell/s * \frac{8.6400s}{1dia} = 1.924.128 \ell/día.$$

Para saber esto hacemos una regla de tres simple:

$$20.412.864 \ell/dia.-----100\%$$

$$1.924.128 \ell/dia-----R$$

$$R = \frac{1.924.128 * 100}{20.412.864}$$

$$R = 9,43\%$$

El Sistema de Agua de Entre Ríos tiene una Aduccion de caudal de 9,43% de agua del río Trancas cumpliendo lo establecido en la Ley 1333 en su RMCH en su Artículo 48.

1.2.4. Cálculo del caudal de agua que ingresa a los Tanques de Almacenamiento.

Resultado del cálculo:

$$Q = V/t$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

Donde:

Q = Caudal

V = Volumen (ℓ)

t = Tiempo (s)

Q_t = Caudal total que llega a los Tanques de Almacenamiento

Tabla 22. Cálculo del Tiempo Promedio que se tarda en llenar el Recipiente de 18 Litros para el Tanque 1.

N° de mediciones (n)	Tiempo (s)
1	1,8
2	2,1
3	2
total	5,9

Fuente: Elaboración propia

$$t = \frac{\sum t}{n}$$

$$t = \frac{5,9}{3}$$

$$t = 1,97 \text{ s}$$

Entonces el Q_1 es:

$$Q_1 = V/t$$

$$Q_1 = \frac{18}{1,97}$$

$$Q_1 = 9,15 \text{ l/s}$$

Para el Tanque 1 llega un caudal de 9,15 l/s. (Anexos – Imagen 27).

Tabla 23. Cálculo del Tiempo Promedio que se tarda en llenar el Recipiente de 18 Litros para el Tanque 2.

N° de mediciones (n)	Tiempo (s)
1	2,6
2	2,7
3	2,7
total	8

Fuente: Elaboración propia

$$t = \frac{\sum t}{n}$$

$$t = \frac{8}{3}$$

$$t = 2,67 \text{ s}$$

Entonces el Q_2 es:

$$Q_2 = V/t$$

$$Q_2 = \frac{18}{2,67}$$

$$Q_2 = 6,74 \text{ } \ell/s$$

Para el Tanque 2 llega un caudal de 6,74 ℓ/s . (Anexos – Imagen 28)

Tabla 24. Cálculo del Tiempo Promedio que se tarda en llenar el Recipiente de 18 Litros para el Tanque 3.

N° de mediciones (n)	Tiempo (s)
1	2,9
2	2,8
3	3
total	8,7

Fuente: Elaboración propia

$$t = \frac{\sum t}{n}$$

$$t = \frac{8,7}{3}$$

$$t = 2,9 \text{ s}$$

Entonces el Q_3 es:

$$Q_3 = V/t$$

$$Q_2 = \frac{18}{2,9}$$

$$Q_2 = 6,21 \text{ } \ell/s$$

Para el Tanque 3 llega un caudal de 6,21 ℓ/s . (Anexos – Imagen 29)

Sumatoria de caudales (Q_t).

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_t = 9,15 + 6,74 + 6,21$$

$$Q_t = 22,1 \ell/s$$

Los Tanques de Almacenamiento reciben un caudal aproximado de 22,1 ℓ/s . teniendo una pérdida de 0,17 ℓ/s dicha perdida se debe encontrar en las tuberías que llevan desde la Planta de Filtración hasta los Tanques de Almacenamiento.

El tanque N°1 recibe un caudal de 9,15 litros por segundo, el tanque N° 2 cuentan con un caudal de 6,74 litros por segundo y el tanque N° 3 cuenta con un caudal de 6,21 litros por segundo, los tres tanques cuentan con una capacidad de 100.000 litros cada uno, para el almacenamiento y la distribución del agua para los Barrios de la ciudad de Entre Ríos.

1.2.5. Dotación percapita.

$$22,1 \ell/s * \frac{86.400s}{1dia} = \frac{1.909.440 \ell}{6.055hab.} = 315,35 \ell/hab./día$$

Tabla 25. Dotación Media $\ell/hab./día$.

Zona	Población (hab)					
	Hasta 500	De 501 a 2.000	De 2.001 a 5.000	De 5.001 a 20.000	De 20.001 a 100.000	Más a 100.000
Del Altiplano	30 a 50	30 a 70	50 a 80	80 a 100	100 a 150	150 a 200
De los Valles	50 a 70	50 a 90	70 a 100	100 a 140	150 a 200	200 a 250
De los Llanos	70 a 90	70 a 110	90 a 120	120 a 180	200 a 250	250 a 350
NOTAS	(1)			(2)		

Fuente: Norma Boliviana NB 689.

Según la Norma Boliviana NB 689 Reglamentos Técnicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable, de acuerdo a que la ciudad de Entre Ríos se encuentra en la zona de los Valles y tomando en cuenta su número poblacional la Dotación Media sería de 100 a 140 ℓ/hab./día., cómo podemos apreciar cada habitante se beneficia con 315,35 ℓ/hab./día. Esto demostraría que la población recibe mucho caudal de agua y que las demandas de cortes por falta de agua, en realidad sería por el derroche de agua que hacen los mismos usuarios y fallas en la red de distribución.

1.2.6. Podrá satisfacer la Demanda de la Población en 10 años

- Análisis de tasa de crecimiento:

Tabla 26. Datos según el Instituto Nacional de Estadística.

CENSO año 2001	Población de la Provincia	19.339 hab.
	Población Urbana	2.418 hab.
CENSO año 2012:	Población de la Provincia	21.991 hab.
	Población Urbana	4.044 hab.

Fuente: INE

Periodo intersensal: 12 años contando el año 2001.

Cálculo de la tasa de crecimiento anual en base a los datos de población obtenidos desde el Censo registrado el año 2001 y 2012.

$$i(\%) = \frac{P_{urb} 2012 - P_{urb} 2001}{P_{urb} 2001} * 100$$

$$i(\%) = \frac{4.044 - 2.418}{2.418} * 100$$

$i(\%) = 67,25$ (Índice de crecimiento anual para 12 años)

$$i_{anual}(\%) = \frac{67,25 \%}{12 \text{ años}}$$

$i_{\text{anual}}(\%)=5,6 \%$

Según el Instituto nacional de Estadística la tasa de crecimiento por provincia es el siguiente: $i_{\text{anual}}(\%)=1,25 \%$

Tasa anual de crecimiento intersensal ADOPTADA: $i_{\text{anual}} = 5,6 \%$

Tabla 27. Aplicación de métodos de cálculo para la estimación.

Método	Población (hab)			
	Hasta 2.000	De 2.001 a 10.000	De 10.001 a 100.000	> 100.000
Aritmético	X	X		
Geométrico	X	X	X	X
Exponencia		X	X	X
Curva logística				X

Fuente: Norma Boliviana NB 689

1.2.7. Cálculo de Estimación de crecimiento Poblacional en 10 años.

Métodos a utilizar son el Aritmético y Geométrico.

Datos:

$P_{\text{actual}} = 6.055 \text{ hab.}$

$i = 5,6 \%$

$t = 10 \text{ años}$

Método Aritmético:

$$P_f = P_0 \left(1 + \frac{i * t}{100} \right)$$

$$P_f = 6.055 \left(1 + \frac{5,6 * 10}{100} \right)$$

$$P_f = 9.446 \text{ hab.}$$

Método Geométrico:

$$P_f = P_0 \left(1 + \frac{i}{100} \right)^t$$

$$P_f = 6.055 \left(1 + \frac{5,6}{100} \right)^{10}$$

$$P_f = 10.441 \text{ hab.}$$

Para tener una relación entre los dos metodos sacaremos una media entre los resultados de ambos metodos para definir la población futura (NB 689).

$$P_f = \frac{P_a + P_g}{2}$$

$$P_f = \frac{9.446 + 10.441}{2}$$

$$P_f = 9.944 \text{ hab.}$$

La población estimada en 10 años en la ciudad de Entre Ríos es de 9.944 habitantes.

1.2.9. Análisis de la dotacion actual del agua con la NB 689.

Dotación actual = 315,35 ℓ/hab./día.

Dotación NB 689 = 140 ℓ/hab./día.

Diferencia = 315,35 ℓ/hab./día. - 140 ℓ/hab./día = **175,35 ℓ/hab./día.**

Cada habitante de la ciudad de Entre Ríos recibe un exceso de 175,35 ℓ/hab./día. de lo establecido por Normativa Boliviana en vigencia pudiendo alcanzar el suministro a más personas.

- Cantidad de habitantes que se puede alcanzar con esta diferencia.

315,35 ℓ/hab./día. ----- 6.055 hab.

175,35 ℓ/hab./día. ----- X

$$X = 3.367 \text{ hab.}$$

Con dotación percapita actual en la ciudad de Entre Ríos disminuyendo, al máximo aceptable en de acuerdo a Normativa se pudiera alcanzar a 3.367 hab. más.

- Sumatoria de población actual con la que se puede alcanzar. ($\Delta_{\text{población}}$)

$$\Delta_p = 6.055 \text{ hab.} + 3.367 \text{ hab.}$$

$$\Delta_p = 9.422 \text{ hab.}$$

Dando cumplimiento a la NB 689 se alcanzar a 9.422 habitantes para dotar agua de consumo Humano con los caudales que se tiene.

- Diferencia poblacional

Población futura en 10 años = 9.944 hab.

Población a alcanzar en la actualidad estableciendo y dando cumplimiento a la NB 689 = 9.422 hab.

$$\text{Diferencia} = 9.944 - 9.422 = 522 \text{ hab.}$$

Estimación del porcentaje de Aducción actual al río Trancas (9,43%) con la Aducción que necesitaremos en 10 años con referencia a la diferencia en la población futura.

9,43% ----- 6.055 hab.

Y ----- 522 hab.

$$Y = 0,81\%$$

Sumando porcentajes de aducción = 9,43 + 0,81% = 10,24%

En 10 años aumentaríamos el porcentaje de Aducción al 10,24% estando aun dentro de lo establecido en la Ley 1333 en su RMCH, donde nos indica que no se puede extraer más de 20% de agua del caudal de un río.

- Caudal que se necesitaría aumentar en la Aducción en 10 años.

9,43% ----- 22,27 ℓ/s

10,24 % ----- Z

$$Z = 24,18 \text{ ℓ/s}$$

- Cantidad de Caudal que debería de aumentarse (ΔQ).

$$\Delta Q = 24,18 \text{ l/s} - 22,27 \text{ l/s} = \mathbf{1,91 \text{ l/s} (0,81\%)}$$

Se tendría que aumentar un caudal de 1,91 l/s al caudal actual que llega a los Tanques de Almacenamiento para ser distribuido a la población futura de la ciudad de Entre Ríos.

Dado los resultados, el sistema de Agua para consumo Humano de la ciudad de Entre Ríos puede satisfacer aun en 10 años más, solo se requiere hacer un trabajo de mantenimiento o cambio en la tubería que se encuentra deteriorada en la Red de Aducción, para dotar con 140 l/hab./día, como lo dice la NB 689, puesto que la planta de filtración está capacitada para filtrar 30 l/s de agua y el caudal que necesitaremos a futuro es de 24,18 l/s.

También se debería hacer arreglos en la estructura civil y de plomería en el Sistema de agua de para consumo Humano, desde la obra de toma hasta los tanques de Almacenamiento y red de Distribución para así no tener problemas posteriormente.

1.3. Resultado de la calidad del agua del consumo actual de la población de Entre Ríos, mediante los parámetros de control mínimo de la Norma Boliviana NB 512.

1.3.1. Análisis Físico – Químico y Bacteriológicos de los resultados obtenidos de Laboratorio con la NB 512.

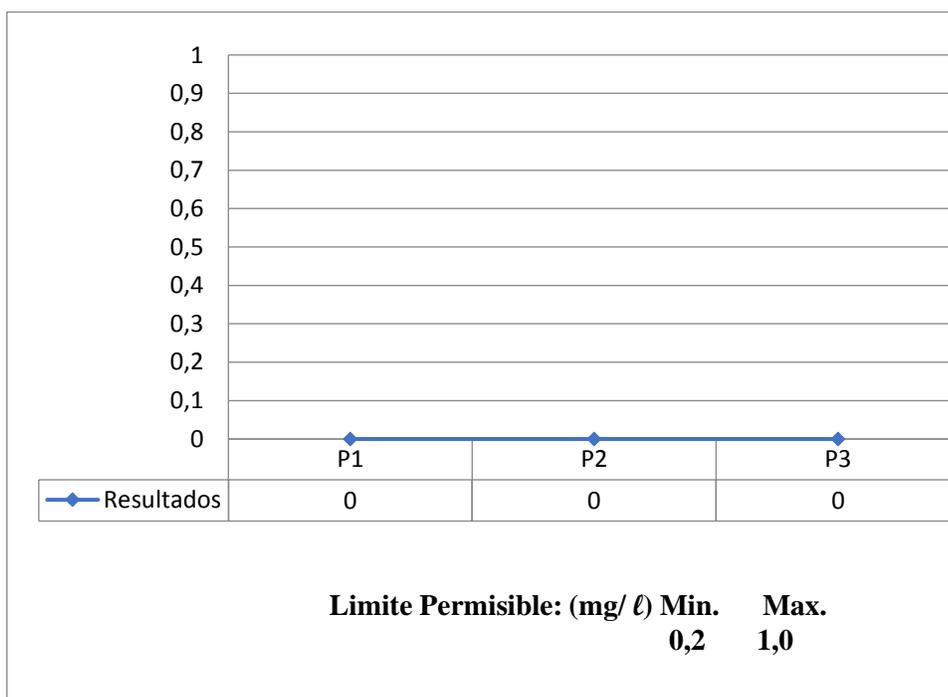
Resultado Físico – Químico y Bacteriológico de las muestras tomadas, en el Sistema de agua para consumo Humano en la Ciudad de Entre Ríos para determinar la calidad del agua.

La toma de muestra se realizó en tres puntos P1- río Trancas 20 m. antes de la aducción, P2 – salida de la Planta de Filtración, P3 – grifo B/ Cañaverál.

Tabla 28. Análisis de Cloro Residual en los P1, P2, P3.

Parametros	Punto de muestra	Resultados CEANID	Valor máximo Aceptable (NB 512)
Cloro residual	P1	n. d.	0,2 mg/ℓ a 1,5 mg/ℓ
	P2	n. d.	
	P3	n. d.	

Fuente: Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID)

Gráfico 16. Análisis de Cloro Residual en los P1, P2, P3.

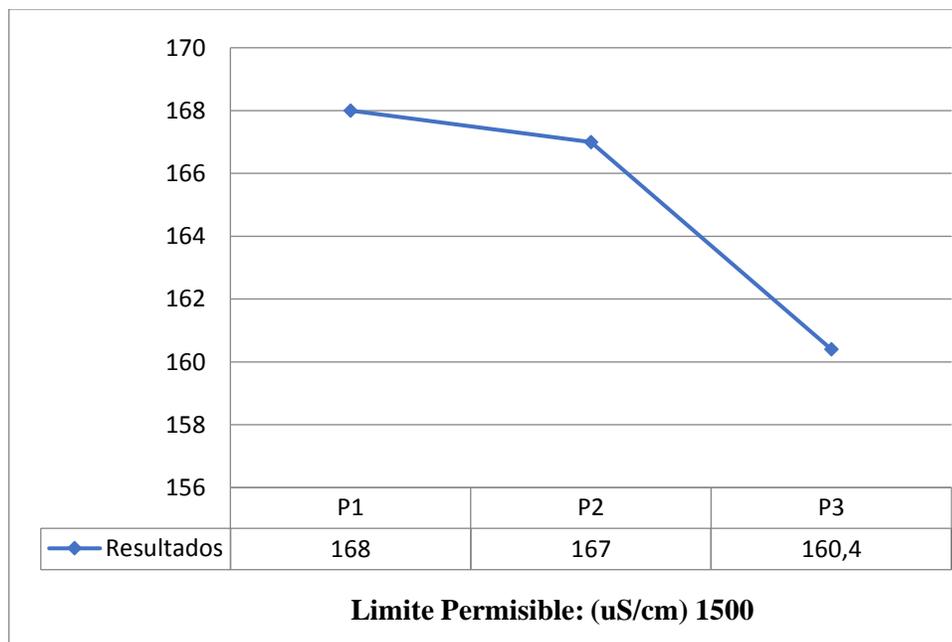
Fuente: Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID)

De acuerdo a los resultados arrojados por el CEANID en los tres puntos no se encuentra nada de Cloro Residual pero donde preocupa más es en el P3 tomada de un grifo del Barrio Cañaveral donde tendría que existir según Normativa un mínimo de 0,2 ml/ℓ para que el agua sea Potable y así de consumo, esto indica que no se estaría clorando o no se estaría optando por la dosis adecuada, atentando con la salud de la población.

Tabla 29. Análisis de Conductividad Eléctrica (24 °C) en los P1, P2, P3.

Parametros	Punto de muestra	Resultados CEANID	Valor máximo Aceptable (NB 512)
Conductividad Eléctrica (24°C)	P1	168,0	1500,0 $\mu\text{S}/\text{cm}^{(2)}$
	P2	167,0	
	P3	160,4	

Fuente: Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID)

Grafico 17. Análisis de Conductividad Eléctrica (24 °C) en los P1, P2, P3.

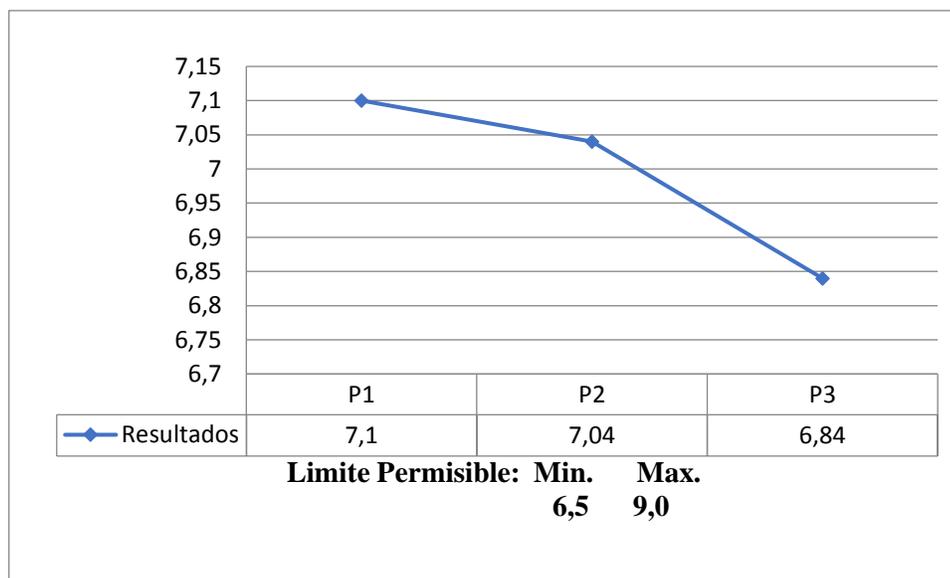
Fuente: Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID)

La Conductividad Eléctrica cumple los parámetros establecidos según la NB 512.

Tabla 30. Análisis de pH (24 °C) en los P1, P2, P3.

Parametros	Punto de muestra	Resultados CEANID	Valor máximo Aceptable (NB 512)
pH (24°C)	P1	7,10	6,5 a 9,0
	P2	7,04	
	P3	6,84	

Fuente: Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID)

Gráfico 18. Análisis de pH (24 °C) en los P1, P2, P3.

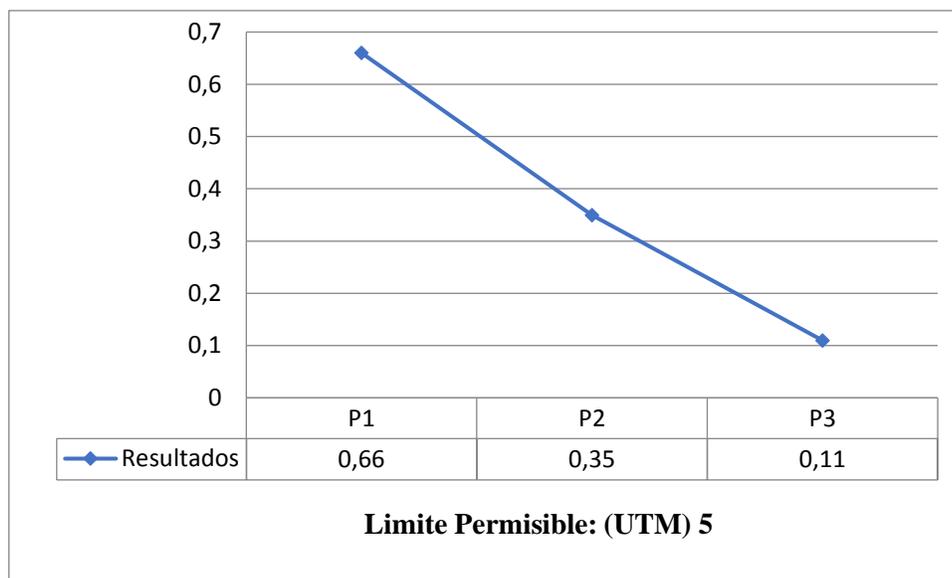
Fuente: Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID)

El resultado que arrojo el CEANID en pH estan dentro de los parametros de la NB 512.

Tabla 31. Análisis de Turbiedad en los P1, P2, P3.

Parametros	Punto de muestra	Resultados CEANID	Valor máximo Aceptable (NB 512)
Turbiedad	P1	0,66	5 UNT
	P2	0,35	
	P3	0,11	

Fuente: Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID)

Gráfico 19. Análisis de Turbiedad en los P1, P2, P3.

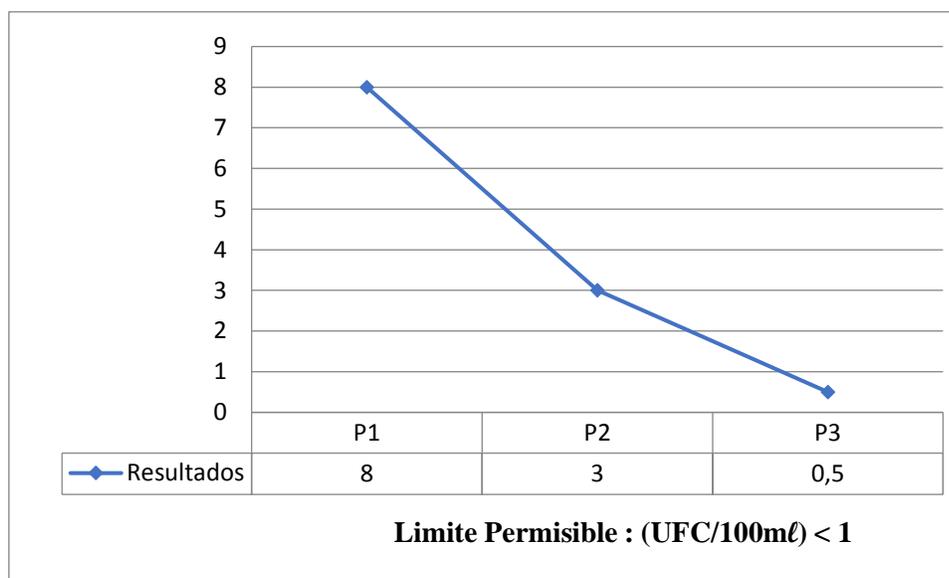
Fuente: Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID)

La Turbiedad se encuentra muy por debajo del parametro establecido por la NB 512.

Tabla 32. Análisis de Coliformes Termoresistentes de los P1, P2, P3.

Parametros	Punto de muestra	Resultados CEANID	Valor máximo Aceptable (NB 512)
Coliformes Termoresistentes	P1	8	<2 NMP/100 ml
	P2	3	
	P3	< 1 (*)	

Fuente: Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID)

Gráfico 20. Análisis de Coliformes Termoresistentes de los P1, P2, P3.

Fuente: Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID)

El resultado de los Coliformes Termoresistentes en los P1 y P2 no se encuentran dentro los Límites Permisibles, en el P3 en el grifo del B/ Cañaveral ya cumple con lo establecido en la NB 512.

1.4. Resultado del análisis en la relación costos de operación y recaudación en el actual sistema de administración del servicio de agua para consumo humano de la ciudad de Entre Ríos.

La Institucion encargada de la dotacion del agua para consumo Humano en la ciudad es el Gobierno Autonomo Municipal de Entre Ríos y la Provincia O'Connor el cual a través de la Unidad de Recaudaciones hace el cobro y porparte de la Secretaria de Obras Publicas se encarga de la Operación y Mantenimiento del Sistema de agua para consumo Humano.

1.4.1. Análisis de Ingresos y Egresos

Ingresos:

Se cobra la dotacion de agua, a las familias con una tarifa estatica de Bs.10 por grifo principal y Bs. 2 por grifos secundarios, teniendo un total de 1160 usuarios activos que pagan su consumo regular en la unidad de Recaudaciones del Municipio con un estimado de Bs. 32 por usuario.

Egresos:

Los Egresos pasan el personal administrativo y operativo, la logistica, mantenimiento y el tratamiento del agua que se hace de dos formas, cuando no llueve se trata con goldwasser en un sistema entre la Planta de Tratamiento y los tanques de Almacenamiento, pero cuando llueve se trata en los tanques de Almacenamiento con hipoclorito de calcio, es entonces que se tiene que tener los dos insumos.

Tabla 33. Análisis monetario de Ingresos y Egresos

		Cantidad	Prec. uni.(bs)	Total Mes
ingresos				
Usuarios	Familias	1.160	32	37.120
Total Ingresos				37.120
Egresos				
Costo de Administracion	Administrador encargado	1	4.500	4.500
	Secretaria - cajera	1	2.800	2.800
	Logistica	Pun.	500	500
Costo de operación y mantenimientos	Ingeniero encargado	1	5.800	5.800
	Plomeros	3	3.596	10.788
	Logistica y repuestos	Pun.	12.500	12.500
Insumos	Cloro (goldwasser)	40 kg.	50	2.000
	Hipclorito de calcio	4,5	37,5	168,75
Total Egresos				39.056,75

Fuente: Gobierno Autónomo Municipal de Entre Ríos y la Prov. O'Connor

Tabla 34. Diferencia entre Ingresos y Egresos

Total Ingresos	37.120
Total Egresos	-39.056,75
Total	-1.936,75

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar hay un deficit de Bs. 1.936,75 al Mes pero se vuelve a especificar que los ingresos son del agua para consumo Humano, basura y el alcantarillado si fuese solo del agua el estimado no seria Bs. 32 seria mucho menos, asi tambien todo lo que se cobra en la Unidad de Recaudaciones se utiliza no solo en el agua si no que tambien van a otras actividades, como insumos para los recolectores de basura, el alcantarillado o el alumbrado público y otras actividades del Municipio.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo son:

- ❖ La ciudad de Entre Ríos no cuenta con un control de consumo de agua (medidores), esto hace que la población utilice libremente el agua sin temor a gastar más o menos el líquido elemento. El cobro del agua es mínimo y estático de Bs. 10 por grifo principal y Bs. 2 por los secundarios. La actividad en la que más se gasta agua es en el aseo. Los cortes de agua son frecuentes en algunos Barrios en horarios de la tarde y la noche. La lista de los usuarios del servicio de agua para consumo Humano, no está actualizada, haciendo que haya conexiones clandestinas y que no pagan por el servicio. Dentro del costo y el beneficio la población de Entre Ríos está dispuesta a aumentar la tarifa del pago para mejorar la calidad de agua para consumo Humano.
- ❖ El Sistema de agua para consumo Humano de la ciudad de Entre Ríos está deteriorado y necesita una refacción civil y mantenimiento, así también implementar más tratamientos de agua, cumple con lo que indica la Ley del Medio Ambiente (Ley 1333) en el RMCH en su Artículo 48, Para el caso de ríos, el caudal de captación de agua deberá ser como promedio diario menor al 20% del caudal mínimo ya que se extrae un porcentaje de caudal de agua de 9,43% del río Trancas. La dotación percapita de la población es de 315,35 ℓ/hab./día evidenciando que el problema no es el caudal sino el mal uso que da el ciudadano al agua, podemos concluir que el sistema de agua de Entre Ríos puede satisfacer a su población futura de 10 años pero dando cumplimiento a la NB 689.
- ❖ Los análisis de Laboratorio comparados con los Parámetros de control mínimos de la NB 512 determinamos que a la población le llega agua con 0 de Cloro Residual, y el Limite Permisible es de 0,2 mg/ℓ esto podría traer consecuencias a la salud de la población.
- ❖ En el análisis de Ingresos y Egresos, determinamos que la actual administración del Agua no es sostenible ya que está en déficit económico impidiendo así la

contratación de personal capacitado en el área, implementar más tratamientos de agua y un mejor mantenimiento de todo el Sistema.

2. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda a la institución encargada del Sistema de Agua para consumo Humano, trabajar en una Ordenanza Municipal o un proyecto para el colocado obligatorio de medidores a todos los usuarios para el control del consumo de agua, para que los usuarios hagan un buen uso del líquido elemento ya que el problema de los cortes no es el caudal sino el mal uso que le dan algunos usuarios.
- ❖ Se debe hacer un reajuste en el pago por el agua para consumo Humano a la población, que sea sostenible para mantener y mejorar el Sistema de agua, es aconsejable que se cobre por cubo (m³) de agua gastado.
- ❖ Se debe hacer cuanto antes un CENSO de Acometidas para que se actualicen los datos de los usuarios y el número de grifos que tienen.
- ❖ Se debe hacer una distribución por categorías del agua: Domestica, Comercial e Industrial.
- ❖ Se tiene que hacer un recalcu a la red de distribución del agua en los barrios puesto que la mancha urbana está en crecimiento y en algunos Barrios no estaría llegando con la presión adecuada, trabajar en las tuberías puesto que se tiene que ir de un diámetro mayor a un menor para tener la presión correspondiente.
- ❖ Se debe hacer una inspección general a la red de Distribución por posibles pérdidas de agua que esta pueda tener.
- ❖ Se deben implementar más tratamientos de agua como por ejemplo en operaciones previas al tratamiento químico (cloración), la coagulación, floculación y sedimentación para la eliminación de las partículas en la planta de filtración así mejorar la calidad del agua.
- ❖ Por tener cloro residual cero, se recomienda a la población hervir el agua para recién tomarla.
- ❖ Se recomienda al Gobierno Autónomo Municipal de Entre Ríos y la Provincia O'Connor crear una unidad que se encargue netamente del Agua para Consumo Humano y alcantarillado Aguas Residuales, que trabaje como un brazo

operativo de la institución, y que trabaje sosteniblemente con sus propios recursos humanos y económicos.