

ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUAS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS MAURI Y BAJO DESAGUADERO

Dr. Vladimir Orsóg Céspedes
Ing. Jorge Chungara Castro
Patricia Guisbert Torrez
Rodolfo Cruz Flores



**INSTITUTO DE HIDRAULICA E
HIDROLOGIA**



La Paz - Mayo de 2007

GLOSARIO

$\mu\text{S/cm}$	Micro siemens por centímetro.
Ag	Plata.
AHS	Sistema Hidrológico del Altiplano.
Al	Aluminio.
ALT	Autoridad Binacional del Lago Titicaca y Sistema TDPS.
As	Arsénico.
ASAH	Aguas y Suelos Afectadas con Hidrotermalismo
B	Boro.
Ba	Bario.
Bi	Bismuto.
BO_3^{\equiv}	Ión Borato.
C^{-14}	Carbono catorce.
Ca	Calcio.
CANAPAS	Campos Naturales de Pastoreo.
CC	Capacidad de Carga.
CC	Capacidad de Campo.
Cd	Cadmio.
CE	Conductividad Eléctrica.
CEEDI	Centro de Estudios Ecológicos de Desarrollo Integral.
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico.
Cl^-	Ión Cloruro.
CN^-	Ión Cianuro.
Co	Cobalto.
CO_2^{\equiv}	Ión Carbonito.
CO_3^{\equiv}	Ión Carbonato.
Cr	Cromo.
Cr^{+6}	Cromo Hexavalente.
CTB BOL-PE	Comisión Técnica Binacional Bolivia - Perú.
Cu	Cobre.
DBO_5	Demanda Bioquímica de Oxígeno.
DO	Oxígeno Disuelto.
DO Sat	Oxígeno Disuelto de Saturación.
DQO	Demanda Química de Oxígeno.
E 1	Proyecto SIA.
E 2	Proyecto IIG - UMSA.
E 3	Proyecto PET - INADE.
E 4	Proyecto AHS.
E 5	Proyecto ASAH.
E 6	Proyecto PDGB - TDPS.
E 7	Proyecto CTB BOL - PE.

E 8	Proyecto ALT - CHARAÑA.
E 9	Proyecto PDLP - IMA.
EH	Época Húmeda.
ES	Época Seca.
ETM	Mapa Temático Mejorado (sigla en inglés).
ETP	Evapotranspiración Potencial.
FAO	Programa de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación
Fe	Hierro.
ha	Hectárea.
HCO ₃ ⁻	Ión Bicarbonato.
Hg	Mercurio.
IIG	Instituto de Investigaciones Geológicas.
IMA	Ingeniería del Medio Ambiente.
INADE	Instituto Nacional de Desarrollo.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
K	Potasio.
Kc	Coefficiente de Cultivo.
Kg/ha.	Kilogramos por hectárea.
Km	Kilómetros.
l/s	Litros por segundo.
m ²	Metros Cuadrados.
m ³ /seg	Metros Cúbicos por segundo.
MACA	Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios.
Mg	Magnesio.
mg/l	Miligramos por litro.
ml	Mililitros.
mm	Milímetros
Mn	Manganeso.
MO	Materia Orgánica.
mS/cm	Mili siemens por centímetro.
N	Nitrógeno.
Na	Sodio.
NB	Norma Boliviana.
NDVI	Índice Normal de Diferencia de Vegetación (sigla en inglés).
NH ₃	Amoniaco.
Ni	Níquel.
NMP	Nivel Máximo Permisible.
NO ₂ ⁻	Ión Nitrito.
NO ₃ ⁻	Ión Nitrato.
NTU	Unidad de Transparencia Normalizada (sigla en inglés).
°C	Grados centígrados.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
P	Fósforo.

P	Precipitación.
Pb	Plomo.
PC	Proteína Cruda.
PDGB	Plan Director Global Binacional.
PDLP	Proyecto de la Prefectura del Departamento de La Paz.
PELT	Proyecto Especial Lago Titicaca.
PET	Proyecto Especial Tacna.
pH	Potencial de hidrógeno
PO ₄ ⁼	Ión Fosfato.
ppm	Partes por millón.
PRONAR	Programa Nacional de Riego.
RAS	Relación de Absorción de Sodio.
RMCH	Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.
S ⁼	Ión Sulfuro.
Sb	Antimonio.
Se	Selenio.
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
SERGEOMIN	Servicio Nacional de Geología y Minería.
SERGEOTECMIN	Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas.
SIA	Sistema de Información Ambiental.
SiO ₂ ⁼	Ión Sílice.
Sn	Estaño.
SO ₄ ⁼	Ión Sulfato.
Sr	Estroncio.
TDPS	Lago T iticaca, Río D esaguadero, Lago P oopó y S alar de Coipasa.
TDS	Sólidos Disueltos Totales.
TIFF	Archivo de Imagen Formato Etiqueta (sigla en inglés).
TSS	Sólidos Suspendedos Totales.
UAL/ha	Unidades de alpaca por hectárea.
ULL/ha	Unidades de Llama por hectárea.
UMSA	Universidad Mayor de San Andrés.
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
UTO	Universidad Técnica de Oruro.
W	Wólfram.
ZCIT	Zona de Convergencia Intertropical.
Zn	Zinc.

I N D I C E

ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUAS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA CUENCAS DE LOS RÍOS MAURI Y BAJO DESAGUADERO

	<u>Página</u>
I. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	1
II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2
2.1 OBJETIVO GENERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
III. METODOLOGÍA	3
3.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE	4
3.1.1 PROYECTO SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL: SIA	4
3.1.2 PROYECTO IIG – UMSA: IIG - UMSA	4
3.1.3 PROYECTO ESPECIAL TACNA (PET) DEL INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO (INADE): PET - INADE	4
3.1.4 PROYECTO SISTEMA HIDROLÓGICO DEL ALTIPLANO (A.H.S.) CUENCA RÍO DESAGUADERO: AHS	5
3.1.5 PROYECTO "AGUAS Y SUELOS AFECTADAS CON HIDROTERMALISMO, CUENCA RÍO MAURE": ASAH	5
3.1.6 PROYECTO PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL DE PROTECCIÓN- PREVENCIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DEL LAGO TITICACA, RÍO DESAGUADERO, LAGO POOPO Y LAGO SALAR DE COIPASA (SISTEMA T.D.P.S.): PDGB - TDPS	5
3.1.7 PROYECTO DE LA COMISIÓN TÉCNICA BINACIONAL BOLIVIANO-PERUANO: CTB BOL-PE	6
3.1.8 PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CHARAÑA PROV. PACAJES DPTO. LA PAZ: ALT-CHARAÑA	8
3.1.9 PROYECTO PREFECTURA: PDLP – IMA	8
3.2 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN LA CUENCAS DEL RÍO MAURI Y DESAGUADERO MEDIO	8
3.3 IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE BOFEDALES	12
3.4 SISTEMAS DE RIEGO EN EL RÍO DESAGUADERO, SU CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN	13
3.5 FUENTES DE CONTAMINACIÓN	14
IV. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	14
V. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO	15
5.1 CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	16
5.1.1 SUBCUENCA DESAGUADERO - SANTIAGO DE MACHACA Y CALACOTO	17
5.1.2 SUBCUENCA DEL RÍO MAURI	17

5.2	CLIMA	18
5.2.1	PRECIPITACIONES	19
5.2.2	TEMPERATURA	19
5.2.3	VIENTOS	20
5.2.4	HUMEDAD RELATIVA	20
5.3	SUELOS	21
5.4	VEGETACIÓN	22
5.5	FAUNA	24
VI.	RESULTADOS	28
6.1	EVALUACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE BOFEDALES	28
6.1.1	IMPORTANCIA DE LOS BOFEDALES PARA LA GANADERÍA	30
6.1.2	INVENTARIO DE BOFEDALES	33
6.1.3	IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LOS BOFEDALES	34
6.1.4	RECURSOS DE VIDA EN LOS BOFEDALES	36
6.1.5	FORMACIÓN DE BOFEDALES	36
6.2	CALIDAD DE AGUAS	41
6.2.1	EVALUACIÓN DE CAUDALES	41
6.2.2	FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN LAS CUENCAS DEL MAURI Y DESAGUADERO (SECTOR BOLIVIANO)	45
6.2.3	CALIDAD Y CLASIFICACIÓN DE AGUAS	54
6.2.4	SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE UTILIZACIÓN DE AGUAS (DESVIOS) POR EL PERU	87
6.3	IMPACTOS AMBIENTALES PROVOCADOS EN TERRITORIO BOLIVIANO, POR EL DESVÍO DE LAS AGUAS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO MAURI (SECTOR PERUANO)	93
6.4	SISTEMAS DE RIEGO TRADICIONAL EN LA LLANURA FLUVIO LACUSTRE DEL RÍO DESAGUADERO	105
6.4.1	SISTEMAS DE RIEGO EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO DESAGUADERO	107
6.4.2	SISTEMAS DE RIEGO EN EL MARGEN IZQUIERDO DEL RÍO DESAGUADERO	109
6.4.3	CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO	115
6.4.4	DESCRIPCIÓN DE LAS ORGANIZACIONES DE RIEGO Y SU FUNCIONAMIENTO	117
6.4.5	GESTIÓN DEL AGUA EN LOS SISTEMAS DE RIEGO TRADICIONAL	120
6.4.6	CARACTERÍSTICAS DEL MANEJO DE CULTIVOS, SUELOS Y GANADERÍA EN LAS ZONAS DE RIEGO (DESAGUADERO)	122
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	144
IX.	ANEXOS	146

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resumen de los Estudios de Calidad de Aguas Considerados (Mauri y Desaguadero)	9
Tabla 2.	Parámetros Físico – Químicos Determinados en los Diferentes Estudios	10
Tabla 3.	Fauna Existente en el Área de Estudio	25
Tabla 4.	Principales Especies Ícticas en los Ríos Mauri y Desaguadero y Lago Poopó	27
Tabla 5.	Número de Cabezas de Ganado (Cuenca Mauri-Bolivia)	33
Tabla 6.	Distribución de los Bofedales en la Cuenca del Río Mauri	34
Tabla 7.	Inventario de Bocatomas en la Cuenca del Río Mauri	37
Tabla 8.	Puntos de medición de Caudal Volumétrico	42
Tabla 9.	Ubicación de Depósitos Polimetálicos en la Cuenca del Río Mauri (Bolivia)	49
Tabla 10.	Ubicación de Depósitos Polimetálicos en la Cuenca Desaguadero Alto	50
Tabla 11.	Ubicación de Depósitos Polimetálicos en la Cuenca Desaguadero Medio	51
Tabla 12.	Resultados de estudio de validación de datos de los Estudios recopilados.	54
Tabla 13.	Puntos de Clasificación de Calidad de Agua.	56
Tabla 14.	Parámetros básicos de la Ley 1333 ¹ - RMCH	57
Tabla 15.	Descripción de la clase y procesos de tratamiento	58
Tabla 16.	Clasificación de los cuerpos de agua según su aptitud de uso	59
Tabla 17.	Valores máximos admisibles de parámetros en cuerpos receptores	60
Tabla 18.	Criterios de clasificación para consumo humano – OMS y NB – 512	61
Tabla 19.	Criterios de clasificación de Aguas de Riego – FAO	63
Tabla 20.	Valores Promedio De los Parámetros Estudiados en Época Seca y Húmeda (Rios Mauri y Desaguadero)	69
Tabla 21.	Comparación de Parametros de Calidade Aguas Actuales con Estimados (Escenario Intermedio y Extremo) en los Ríos Mauri y Desaguadero	88
Tabla 22.	Impacto del Desvío de Aguas en la Parte Alta de la Cuenca del Río Mauri (Perú y Chile) sobre los Recursos Naturales y Aspectos Socioeconómicos de las Partes Bajas del Mauri y Desaguadero	102
Tabla 23.	Sistemas de Riego y Superficies Regadas en el Río Desaguadero (La Paz)	106

¹ RMCH (Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica)

Tabla 24.	Sistemas de Riego y Superficies Regadas en el Río Desaguadero (Oruro)	107
Tabla 25.	Superficies de Riego Total en el Río Desaguadero	107
Tabla 26.	Longitud de los Canales de Riego en la Central Unificada (Oruro)	110
Tabla 27.	Calendario del Manejo del Agua de Riego en El Choro (Oruro)	122
Tabla 28.	Calendario Agrícola en las Zonas de Riego (Río Desaguadero)	127

INDICE DE MAPAS

Mapa 1.	Ubicación del Área de Estudio	15
Mapa 2.	Distribución de Bofedales en la Cuenca del Río Mauri	41
Mapa 3.	Fuentes de Contaminación Potencial Natural y Antrópica (Ríos Mauri y Desaguadero)	53
Mapa 4.	Puntos de Muestreo de Calidad de Aguas (Ríos Mauri y Desaguadero)	68
Mapa 5.	Sistemas de Riego Tradicional en el Río Desaguadero (La Paz)	111
Mapa 6.	Sistemas de Riego Tradicional en el Río Desaguadero (Oruro)	112

INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS

Figura 1.	Caudal Volumétrico Anual Promedio, de Todos los Ríos.	42
Figura 2.	Variación de los Caudales Volumétricos Promedios Anuales en el Río Mauri.	43
Figura 3.	Variación de los Caudales Volumétricos Promedios Anuales en el Río Desaguadero	43
Figura 4.	Variación del Caudal Volumétrico Promedio en época húmeda en los ríos Mauri – Desaguadero	44
Figura 5.	Diagrama de Schoeller - Criterios de clasificación de Aguas de Riego – USDA	66
Figura 6.	Graficas De La Variación Promedio De Parámetros En El Río Desaguadero	77
Figura 7.	Graficas De La Variación Promedio De Parámetros En El Río Mauri	82
Figura 8.	Variación de los Caudales Bajo tres Escenarios	90

ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUAS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA CUENCAS DE LOS RÍOS MAURI Y BAJO DESAGUADERO

I. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Considerando que diferentes estudios mencionan los problemas de contaminación natural y antrópica que presentan las aguas de los ríos del país (principalmente en el Occidente), es importante conocer la magnitud de estos problemas, en razón de que estas aguas se utilizan en diferentes actividades.

Así, las aguas del río Mauri y sus afluentes se utilizan principalmente para el riego de los bofedales existentes en las partes altas de la cuenca (departamento de La Paz) y las aguas del río Desaguadero, son utilizadas con preferencia para el riego de cultivos y forrajes, por los 28 Sistemas de Riego Tradicional que funcionan desde hace varias décadas en la llanura fluviolacustre del mencionado río (provincias Aroma y G. Villarroel - La Paz, y T. Barrón, Saucarí, y Cercado de Oruro)

En las áreas regadas de la llanura, se garantiza la producción agrícola gracias a la aplicación de láminas de riego complementario, que se utilizan para aminorar las condiciones extremas de esta región (déficit hídrico, heladas, etc.). En ese sentido, es cada vez mayor la demanda por este vital líquido en la región. Sin embargo, debido a los problemas de calidad, existe cierto riesgo de contaminación, no solo de las aguas y suelos agrícolas, sino también, de los productos agrícolas y forrajes. Existiendo la posibilidad de que estos problemas se manifiesten posteriormente en los animales y habitantes de esta zona. Esto debido principalmente a que muchos elementos (metales pesados) son muy tóxicos para la salud.

Por otro lado, estas aguas también son utilizadas en otras actividades como la minería, la pecuaria (abrevaderos) y en algunos casos para consumo humano, debido a que las aguas de estos ríos en algunos sitios alejados, son la única fuente de agua disponible.

En el marco del proyecto CONSTRUYENDO LA REGULACION DE DERECHOS EN LA FUTURA LEY DE AGUAS DE BOLIVIA FASE II, se realiza el estudio sobre la "Calidad de Aguas y Evaluación Ambiental en la Cuencas de los Ríos Mauri y Bajo Desaguadero", orientado a responder principalmente a la pregunta de investigación: ¿Cuáles son las implicaciones

ambientales de las actuales y futuras obras proyectadas para el aprovechamiento hídrico en la cuenca del río Mauri?, por parte de los países vecinos. En razón de que este río es el principal afluente del Desaguadero, y cuyas aguas benefician de gran manera no solo a los regantes y ganaderos, sino también, a sus ecosistemas.

II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.3 OBJETIVO GENERAL

Estudiar la calidad de aguas y evaluar en las cuencas de los ríos Mauri y Bajo Desaguadero, las implicaciones ambientales en el sector boliviano por las actuales y futuras obras proyectadas para el aprovechamiento hídrico.

- ✓ Productos: Informe de Línea Base
Informe de Evaluación Ambiental
Base de Datos Hidroquímicos
Mapas Temáticos

2.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos del presente estudio son:

- ✓ Identificación y georeferenciación de las principales fuentes de contaminación minera en las mencionadas cuencas.
- ✓ Evaluación de los bofedales que se encuentran principalmente en el río Mauri y sus afluentes, en base a trabajos existentes y evaluación digital de imágenes satelitales.
- ✓ Identificación de la importancia que tienen el río Mauri y los bofedales que dependen del mismo para las funciones sociales y económicas en la zona.

Evaluación De Impacto Ambiental

- ✓ Evaluación de la calidad de los recursos hídricos superficiales (cuencas del río Mauri y Desaguadero) en base a la información existente.
- ✓ Creación de una base de datos de calidad de aguas en la cuenca Mauri-Desaguadero, dando énfasis a consumo humano y riego. en base a la recopilación, organización y validación de la información existente.

- ✓ Evaluación del efecto que tienen actuales y futuras extracciones de agua sobre las concentraciones de arsénico y boro y otros metales en las aguas del río Mauri y río Desaguadero.
- ✓ Evaluación, del efecto que tendrá la extracción de agua del río Mauri y sus afluentes (principalmente por Perú y/o Chile), sobre la calidad del agua y sus caudales y su incidencia sobre los bofedales en la cuenca del Mauri.
- ✓ Evaluación del efecto que tienen actuales y futuras extracciones de agua en la cuenca alta del río Mauri sobre las aguas del río Desaguadero (abajo de la confluencia del río Mauri) y principalmente sobre el riego y/o consumo humano y animal.
- ✓ Utilización de un modelo de transporte (difusión y dispersión) de elementos disueltos y en suspensión utilizando los caudales actuales y los caudales considerando el desvío del río Mauri.
- ✓ Evaluación de otras fuentes de contaminación antropogénica en la cuenca y la aplicación de métodos propios de la evaluación ambiental estratégica para tener una visión más integral de estos impactos.

III. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para evaluar los diferentes objetivos del presente estudio es la siguiente:

Trabajo de Gabinete I

- ✓ Recopilación, análisis, evaluación, selección y sistematización de información hídrica (calidad de aguas, caudales, etc.); bofedales, uso del agua, sistemas de riego y otros temas de interés para el trabajo.
- ✓ Selección de imágenes satelitales, cartas nacionales, mapas temáticos sobre Geología, Depósito de Minerales, Concesiones Mineras y otros.
- ✓ Reuniones de coordinación y planificación.

Trabajo de Campo

- ✓ Corroboración y contrastación de la información de gabinete con trabajo de campo (si es necesario).

Trabajo de Gabinete II

- ✓ Evaluación de los resultados sistematizados sobre calidad de agua.
- ✓ Interpretación de los resultados de la calidad de las aguas.
- ✓ Elaboración de mapas sobre bofedales, zonas de riego y zonas críticas de contaminación.
- ✓ Preparación de informes parciales y final.

3.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

La recopilación de la información existente sobre estudios efectuados en la zona de Estudio, se llevo a cabo en Laboratorios de Agua, Instituciones de Investigación de la UMSA y el Perú, Personas Particulares, etc. De las cuales se obtuvo los siguientes estudios:

3.1.1 PROYECTO SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL: SIA

Los datos de este proyecto, son del año 1994-95, fueron recopilados de su base de datos, los mismos que se refieren solo al Río Desaguadero en 8 puntos de muestreo y corresponden a la época seca (abril, mayo, agosto y noviembre) y húmeda (enero, febrero, marzo).

3.1.2 PROYECTO IIG – UMSA: IIG - UMSA

El Instituto de Investigaciones Geológicas ha realizado estudios de la zona Mauri-Desaguadero, los resultados fueron facilitados por el Dr. Jaime Argollo. El proyecto tiene 16 puntos de muestreo, de los cuales 8 pertenecen al Río Desaguadero, 3 puntos al Río Mauri y los demás corresponden a afluentes como el Río Putani, Berenguela y Blanco.

3.1.3 PROYECTO ESPECIAL TACNA (PET) DEL INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO (INADE): PET - INADE

El Proyecto Especial Tacna (PET) del Instituto Nacional De Desarrollo (INADE), realizó un estudio de la utilización de las aguas de la Cuenca Alta del Río Maure, efectuando estudios de la calidad de sus aguas.

En territorio peruano se han escogido las estaciones limnimétricas ó limnigráficas existentes y las que están aguas arriba de las confluencias de los

principales ríos ó quebradas que contribuyen al incremento del caudal del río Maure, en territorio boliviano las estaciones Abaroa y Calacoto. Por su importancia se ha cuantificado los aportes de los ríos Caquena, Caño y río Blanco.

Los trabajos de campo se realizaron durante el mes de abril de 1998.

3.1.4 PROYECTO SISTEMA HIDROLÓGICO DEL ALTIPLANO (A.H.S.). CUENCA RÍO DESAGUADERO: AHS

Realizada por Instituciones de Bolivia y Canadá, el informe final fue presentado el año 1993.

Se realizaron once salidas de campo en un lapso de dos años de muestreo, con una frecuencia de muestreo de una salida por cada 2 meses.

El proyecto tiene 33 puntos de muestreo, de los cuales solo 18 pertenecen a la zona de estudio, Río Desaguadero.

3.1.5 PROYECTO "AGUAS Y SUELOS AFECTADAS CON HIDROTERMALISMO, CUENCA RÍO MAURE": ASAH

El proyecto fue presentado en febrero de 1997, en Tacna, Perú, por el Ing. Federico Yabar Peralta.

Los muestreos fueron clasificados en dos zonas, la primera zona corresponde a Borateras e incluye los sectores Quebrada Putina-Pampa Sapiutapa y Pampa Samuta-Calachaca. La segunda zona corresponde a Kallapuma cuyos sectores son Pilar Pampa, Quiane, Juntupujo y Chungara, todos de la zona Peruana.

Los muestreos fueron realizados en época húmeda que corresponden a Noviembre y Diciembre del 1995 y Febrero del 1996.

3.1.6 PROYECTO PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL DE PROTECCIÓN-PREVENCIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DEL LAGO TITICACA, RÍO DESAGUADERO, LAGO POOPO Y LAGO SALAR DE COIPASA (SISTEMA T.D.P.S.): PDGB - TDPS

En el proyecto se realizó un Estudio de Hidroquímica y Contaminación por Jorge Quintanilla A., Hans Salm O., Ignacio Espinoza A. Fue presentado en Julio de 1993.

Se efectuaron tres campañas de campo: en Marzo, Julio y Diciembre de 1992, en un total de 12 puntos de muestreo, solo se consideró los puntos de muestreo que se encuentran en la zona de estudio.

Se realizó también un muestreo de aguas subterráneas en 39 pozos en Perú y Bolivia, de los cuales solamente 4 puntos pertenecen a la zona de estudio.

Se efectuó un único muestreo, entre diciembre de 1992 y enero de 1993.

3.1.7 PROYECTO DE LA COMISIÓN TÉCNICA BINACIONAL BOLIVIANO-PERUANO: CTB BOL-PE

En cumplimiento al Acta de la Comisión de Asuntos Políticos Bilaterales, efectuada en Santa Cruz de la Sierra, los días 9 y 10 de febrero de 2003 donde se decidió: que una Comisión Binacional Bolivia – Perú conformada por Científicos e Ingenieros provenientes de cada uno de los países cumpla con los principales objetivos de:

- a) Cuantificar el caudal original en el área.
- b) Analizar la calidad del agua y niveles de contaminación de boro y arsénico desde las nacientes en territorio peruano, hasta su confluencia con el río Desaguadero en territorio boliviano.

Este proyecto se divide en 6 inspecciones, que detallamos a continuación:

a) Primera Visita de la Comisión Técnica Binacional a las nacientes del Río Maure-Mauri-Tacna, Perú.

Del 23 al 25 junio 2003, el Plan de trabajo fue presentado en Julio de 2003, La Paz-Bolivia Posteriormente se procedió a hacer un reconocimiento del área y se hicieron algunas mediciones "in situ", pero no se trajo muestras oficialmente ni se realizaron aforos.

b) Segunda Visita a la Cuenca Baja del Río Mauri-Comisión Técnica Binacional Boliviano-Peruano.

Del 5 y 6 de Diciembre de 2003, los puntos de muestreo son 6, correspondientes al Río Mauri, donde en dos puntos se midieron en las estaciones hidrométricas Río Mauri y Calacoto-Desaguadero, también en afluentes como el Río Putani y el Río Caño.

Los muestreos se realizaron en época húmeda en Diciembre del 2003.

c) Tercera Visita de la Comisión Técnica Binacional a la Subcuenca del Río Maure-Mauri. Bolivia-Perú.

Del 02 al 04 de Octubre de 2004. El muestreo se realizó desde las nacientes del Río Maure-Mauri en territorio peruano, hasta la confluencia con el Desaguadero en territorio boliviano.

Los resultados de laboratorio boliviano reportan 14 puntos de muestreo, en cambio, en el laboratorio peruano se reportan 16 puntos. Los muestreos corresponden a la época húmeda (Noviembre).

d) Cuarta Visita de la Comisión Técnica Binacional a la Subcuenca del Río Maure-Mauri. Bolivia-Perú.

Del 21 al 25 de Noviembre de 2005, en esta visita, se realizó el muestreo de 17 puntos, en los cuales existen puntos diferentes a los que se tomaron en la tercera visita, como por ejemplo: el Río Chiliculco y al Río Mauri en Rosario.

La época de los muestreos corresponde a la época húmeda (Noviembre).

e) Inspección Noviembre

Del 3 al 6 de Noviembre de 2004, en ésta inspección se tienen resultados de distintos laboratorios, correspondientes al lado peruano y al boliviano.

Los puntos de muestreo en el lado boliviano son 14 y en el lado peruano 20. Los muestreos corresponden a la época húmeda (Noviembre).

f) Inspección Enero

Del 18 al 20 de Enero de 2005, se tiene un total de 12 puntos de muestreo, los parámetros fueron medidos en época húmeda (Enero).

3.1.8 PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CHARAÑA PROV. PACAJES DPTO. LA PAZ: ALT-CHARAÑA

El estudio de la Calidad del Agua del pozo perforado Charaña, fue presentado en 2001, fue desarrollado por la Autoridad Binacional Autónoma Lago Titicaca (ALT) a solicitud de la Alcaldía de Charaña.

El pozo definitivo de explotación se encuentra ubicado en la Subcuenca baja del Río Uchusuma, en la Estancia Ventilla del Ayllu Taracollo Condoroca. Dicho pozo tiene una profundidad de 133 metros con un entubamiento de acero inoxidable de 7.63 plg de diámetro. Los parámetros fueron medidos a distintas profundidades: 50, 100, 125 m. Las fechas de muestreo fueron tomadas en las siguientes épocas: húmeda (Enero) y seca (Junio y Agosto).

3.1.9 PROYECTO PREFECTURA: PDLP - IMA

Este Proyecto de la Prefectura del Departamento de La Paz, fue realizado por la Consultora Ingeniería de Medio Ambiente (IMA).

El proyecto consta de 40 puntos de muestreo situados a lo largo del Departamento, para el presente estudio se consideran 16 puntos de muestreo que corresponden a la zona de estudio.

3.2 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN LA CUENCAS DEL RÍO MAURI Y DESAGUADERO MEDIO

Para evaluar la calidad de las aguas en las mencionadas cuencas se ha sistematizado y evaluado los resultados de los estudios detallados en la Tabla 1.

Los parámetros físico químicos considerados para la evaluación de la calidad de las aguas por los diferentes estudios se resumen en la Tabla 2

En la Tabla 3 se presenta la información recopilada sobre los caudales volumétricos históricos en la zona de estudio.

En el ANEXO 1 se encuentran todos los resultados obtenidos por los diferentes estudios tomados en cuenta.

Tabla 1. Resumen de los Estudios de Calidad de Aguas Considerados (Mauri y Desaguadero)

PROYECTO		CANTIDAD DE PUNTOS DE MUESTREOS					TOTAL DE CANTIDAD DE MUESTRAS	MESES DE MUESTREO		INSTITUCIONES INVOLUCRADAS	AÑO DE PUBLICACIÓN
		Río Desaguadero	Río Mauri	Afluente		Total		Época Seca	Época húmeda		
				Al Desaguadero	Al Río Mauri						
E 1	SIA	8				8	208	Ago Nov-94 May Jul Ago Sep Oct Nov 95	Dic. 1994 Ene, Feb, Mar y Abr 95	SIB	
E 2	IIG - UMSA	8	4		4	16	16	Nov 1995	Dic 1995	IIG - U. M. S. A.	
E 3	PET - INADE		2	6		8	16	Abril del 98	Abril del 98	INADE - PERÚ	
E 4	AHS	12	1	5		18	216	May, Ago, Nov 1989, Abr, Jun, Ago 1990	Ene, Abr, Dic 1990, Feb 1991	UMSA, UTO, CEEDI, SENAMHI	1993. La Paz-Bolivia
E 5	ASAH		6			6	407	1-29 Nov	6-17 Dic 95, 8- 29 Feb 96		Febrero de 1997. Tacna-Perú
E 6	PDGB - TDPS	5	1			6	66	9-14 Jul	12-17 Mar 1992, 3-8 Dic 1992	UMSA	Julio de 1993
E 7 CTB BOL-PE	1a Visita									TDPS - ALT	Julio de 2003
	2a Visita	2	2		2	6	6		5 y 6 Dic 2003		
	3a Visita	2	7		5	14	30	2-4 Oct 2004			Febrero de 2005
		2	8		6	16		2-4 Oct 2004			
	4a Visita	2	8		7	17	17	21-25 Nov 2005			
	Insp. Nov.	1	7		6	14	34	3-6 Nov 2005			
		1	10		9	20		3-6 Nov 2005			
Insp. Ene	1	6		5	12	12		18-20 Ene 2005			
E 8	ALT - Ch.									TDPS - ALT	2001. La Paz-Bolivia
E 9	PDLP - IMA	2	1	12	1	16	31	29 Jun - 4 Jul 2004	15 - 21 Feb 2005	PDLP IMA	2005. La Paz-Bolivia

Tabla 2. Parámetros Físico – Químicos Determinados en los Diferentes Estudios

			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E 7						E8	E9	
									E7-1	E7-2	E7-3	E7-4	E7-5	E7-6			
PARÁMETROS FÍSICOS	Aspecto	Aspecto			x												
	Olor	Olor			x												
	Color aparente	Color a	Pt/Co				x		x								
	Color verdadero	Color v	Pt/Co			x	x									x	
	Conductividad	Cond	μS/cm	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
	pH	Ph		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
	Temperatura	Temp	°C	x		x	x	x	x			x		x		x	x
	Turbiedad	Turb	NTU			x	x		x							x	x
	Sólidos Disueltos Totales	TDS	mg/l			x	x		x			x	x	x	x	x	x
	Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/l	x			x		x							x	x
PARÁMETROS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS	Cloruro	Cl ⁻	mg/l	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
	Sulfato	SO ₄ ⁼	mg/l	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
	Borato	BO ₃ [⊖]	mg/l				x		x								
	Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	mg/l			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
	Carbonato	CO ₃ ⁼	mg/l			x	x	x	x		x		x	x		x	
	Alcalinidad Total	Alk	mg/l				x		x		x	x	x	x	x	x	x
	Dureza	Dureza	mg/l			x		x	x		x			x		x	x
	Carbonito	CO ₂ ⁼	mg/l						x								
	Sílice	SiO ₂ ⁼	mg/l				x		x								
	Cianuro	CN ⁻	mg/l				x		x								x
	Nitrato	NO ₃ ⁻	mg/l			x			x								x
	Nitrito	NO ₂ ⁻	mg/l						x								x
	Amoniaco	NH ₃	mg/l														x
	Nitrógeno	N	mg/l				x										x
	Fósforo	P	mg/l				x										x
	Fosfato	PO ₄ [⊖]	mg/l						x								x
	Sulfuros	S ⁼	mg/l														x
	Calcio	Ca	mg/l	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Potasio	K	mg/l		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
Magnesio	Mg	mg/l		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
Sodio	Na	mg/l		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
Aluminio	Al	mg/l		x						x							

PARÁMETROS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS	Plata	Ag	mg/l	x	x				x		x						
	Arsénico	As	mg/l	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x
	Boro	B	mg/l	x		x		x			x	x	x	x	x	x	x
	Bario	Ba	mg/l	x							x						
	Bismuto	Bi	mg/l	x			x										
	Cadmio	Cd	mg/l	x	x	x			x		x	x		x	x	x	x
	Cobalto	Co	mg/l	x	x				x		x						
	Cobre	Cu	mg/l	x	x		x		x		x					x	x
	Cromo Total	Cr	mg/l		x				x		x	x		x	x	x	x
	Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l														x
	Hierro	Fe	mg/l	x	x	x	x		x		x					x	x
	Mercurio	Hg	mg/l	x	x	x					x					x	x
	Manganeso	Mn	mg/l	x	x	x	x		x		x					x	x
	Níquel	Ni	mg/l	x	x				x		x					x	x
	Plomo	Pb	mg/l	x	x	x	x		x		x					x	x
	Antimonio	Sb	mg/l	x			x		x		x						x
	Selenio	Se	mg/l														x
	Estaño	Sn	mg/l	x	x		x		x		x						x
	Estroncio	Sr	mg/l			x					x					x	
	Wolfran	W	mg/l	x					x								
	Zinc	Zn	mg/l	x	x		x		x		x					x	x
	Oxígeno Disuelto	DO	mg/l				x		x								x
	Oxígeno Disuelto de Saturación	DO Sat	%				x		x								x
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/l														x
	Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l														x
	Salinidad	Salinidad	0/100								x		x			x	
	Residuo Seco	Residuo Seco	mg/l					x									
Aceites y grasas	Aceites y grasas	mg/l														x	
Detergentes	Detergentes	mg/l														x	
Acidez	Acidez	mg/l							x						x		
Coliformes Totales	Colif Tot	UFC/100 ml													x		

	Coliformes Termotolerantes	Colif Term	UFC/ 100 ml																x	x
--	-------------------------------	------------	-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

3.3 IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE BOFEDALES

Para la cuantificación de las áreas de bofedales existentes en la cuenca del río Mauri (Perú, Bolivia y Chile), se ha trabajado en base al procesamiento digital de imágenes satelitales con ayuda del paquete Arcview 3.2a y su contrastación posterior con inventarios realizados por algunas instituciones en los países mencionados:

- ✓ Estudio Técnico de utilización de los Recursos Hídricos de la Cuenca Alta del Río Mauri, Tomo 3 (Inventario de Bofedales), ALT, 2000.
- ✓ Zonificación Agroecológica del Departamento de La Paz. ZONISIG.
- ✓ Identificación y análisis de cambios en bofedales de la Cordillera Occidental y del Altiplano de Bolivia, Tesis de Grado (Danitza Flores Cartagena).

Las imágenes satelitales utilizadas fueron Landsat 7 ETM, de diferentes fechas de toma:

- ✓ Imagen 002 – 072, 14 de abril de 2000
- ✓ Imagen 001 – 072, 31 de julio de 2001
- ✓ Imagen 001 – 073, 21 de febrero de 2001

Para identificar los bofedales en la mencionada cuenca, se utilizó el Índice Normalizado de Diferencia de Vegetación (NDVI), cuya fórmula es:

$$NDVI = \frac{\text{Infrarrojo cercano} - \text{Rojo visible}}{\text{Rojo visible} + \text{Infrarrojo cercano}}$$

El rango de valores de NDVI oscila de +1 para vegetación vigorosa y totalmente densa, hasta -1 para zonas con reflexión infrarroja nula. Los valores positivos indican existencia de vegetación, y los valores negativos muestran zonas de actividad fotosintética nula.

Para las imágenes de la época seca se ha establecido un rango de 0.1 – 1, considerando que en estos periodos críticos de falta de humedad y heladas solo resaltan los bofedales, debido a que se encuentran en lugares húmedos o bajo riego, mientras que las otras especies vegetales que se desarrollan a secano en este periodo de déficit hídrico no son relevantes.

Mientras que para imágenes de la época húmeda, el rango establecido es de 0.3 – 1, debido a que en este periodo el desarrollo de vegetación de diferentes especies es mayor o igual al de los bofedales, debido a las condiciones climáticas más favorables en esta época del año.

En base a este procesamiento se ha obtenido en primer lugar la ubicación de los bofedales en el río Mauri y sus afluentes (parte boliviana) por subcuencas. Posteriormente se ha obtenido las áreas de estos ecosistemas por subcuenca.

Elaboración de Mapas

Para la elaboración de los diferentes mapas temáticos (Bofedales, Ubicación de Fuentes de Contaminación y Sistemas de Riego), se ha trabajado con el paquete Arcview 3.2a.

3.4 SISTEMAS DE RIEGO EN EL RÍO DESAGUADERO, SU CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN

Identificación de las Áreas de Riego

A fin de evaluar las zonas de riego, y las zonas susceptibles de ser contaminadas por el uso de las aguas del río Mauri y Desaguadero, se ha visto por conveniente en primer lugar trabajar en forma coordinada con el grupo de consultores responsables de este trabajo.

Por otro lado, se ha recopilado información de diferentes estudios como ser:

Se ha tomado en una primera instancia los informes sobre las superficies afectadas por el derrame de petróleo en las zonas de riego (Altiplano Central), 2001.

Superficies de riego obtenidas por entrevista directa a los productores.

Informes sobre Sistemas de Riego Tradicional, ALT (2000).

Tesis de Grado sobre Riego de la Facultad de Agronomía – UMSA en la zona de Chilahuala, Huari Belen, Capitán Castrillo y El Choro).

Información obtenida a través del paquete Google Earth, demarcando áreas de posible riego, aplicando posteriormente un factor de reducción.

3.5 FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Ubicación de Áreas Potenciales de Contaminación Natural y Antrópica

Considerando la existencia de importantes yacimientos de metales en el Altiplano boliviano y en el Bloque Oriental en forma de polimetálicos, es importante conocer su ubicación en las cuencas de estudio. Esto para determinar su posible influencia sobre los ríos en consideración. Para este fin se ha utilizado el siguiente material:

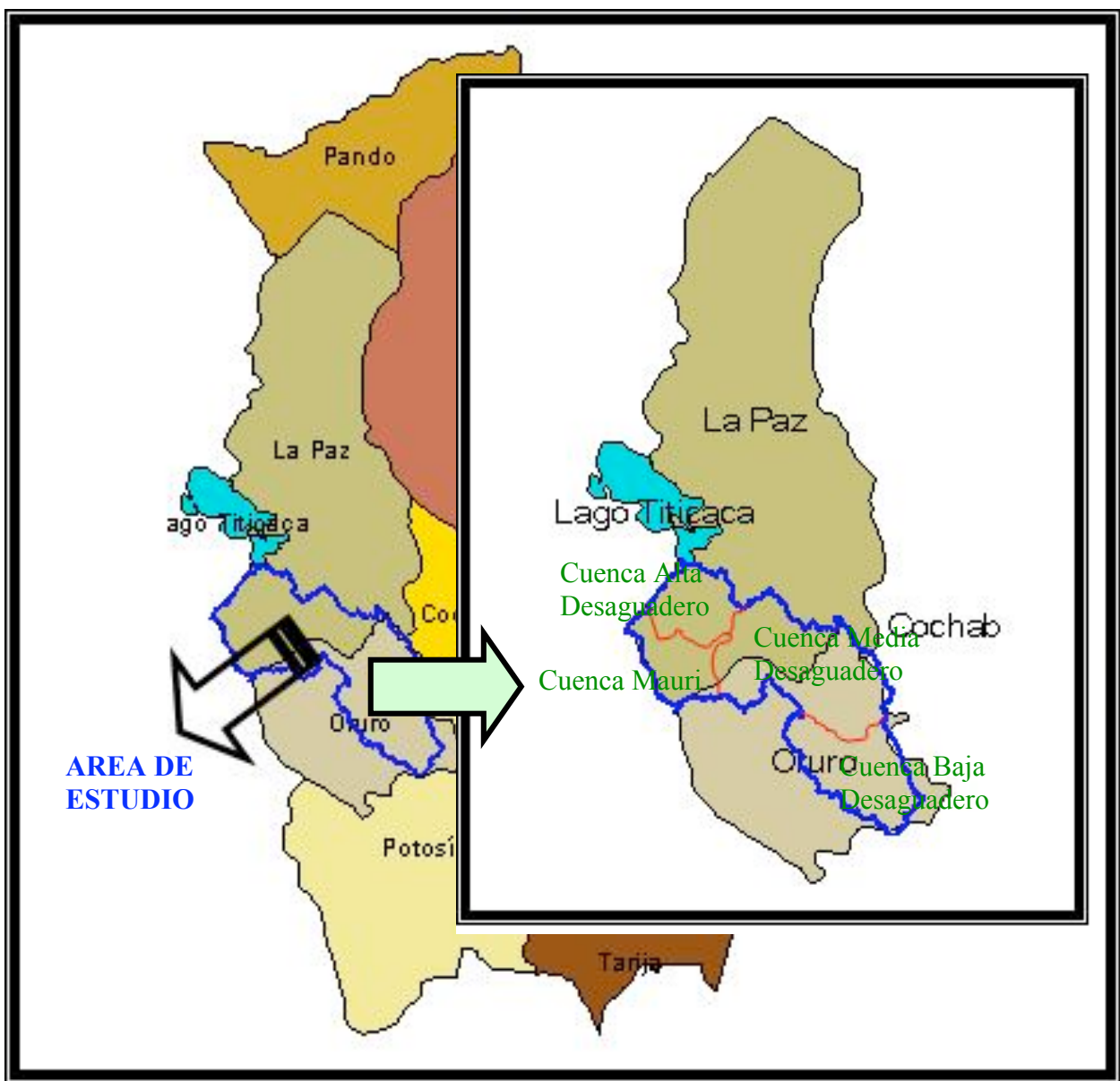
Cartas de Depósitos de Metales del Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas SERGEOTECMIN, en formato TIFF:

- ✓ Carta aeBES – 0021
- ✓ Carta aeBES – 0022

Estas cartas digitales posteriormente fueron convertidas en formato JPGE, para luego ser georeferenciadas y traspuestas con el mapa hidrográfico del río Mauri y Desaguadero. En este mapa se ha ubicado los diferentes depósitos de metales y la presencia de metales pesados y otros.

IV. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se lo llevará a cabo en la cuenca endorreica del Altiplano y concretamente en la subcuenca del río Desaguadero (Altiplano Central de Bolivia), dando énfasis a la subcuenca del río Mauri (departamento de La Paz) y Desaguadero Medio y Bajo (provincias Gral. JM. Pando, Pacajes, G. Villarroel de La Paz y T. Barrón, Cercado y Saucarí de Oruro).



Mapa 1. Ubicación del Área de Estudio

V. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

Previo a presentar la clasificación es importante realizar una descripción de las condiciones bióticas y abióticas del área de influencia de los ríos (subcuencas), con el propósito de evaluar las fuentes de contaminación natural actual y futura.

Asimismo, se efectuó una caracterización socioeconómica de éstas áreas de influencia, para evaluar las actividades productivas que tienen un efecto contaminante directo en los ríos estudiados, y/o tendrían un potencial de contaminación y uso de estas aguas.

Posiblemente las actividades extractivas de recursos naturales no renovables; minerales, sales y áridos (grava y arena), son las que tienen y seguirán teniendo un efecto directo de contaminación en las aguas de los cuerpos superficiales estudiados, así como las obras de infraestructura caminera, que sin embargo sus efectos son localizados y de corta duración, siendo su mayor influencia en el incremento de sólidos sedimentables (aceites, grasas y colifecales).

5.1 CARACTERÍSTICAS FISIográfICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Altiplano boliviano está ubicado en la parte Occidental del país, según la Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT), 2001 está constituida por dos cuencas primarias (Lago Titicaca y río Desaguadero).

El altiplano está enmarcado por la Cordillera de los Andes que se bifurca al sur de Perú en dos ramales, la Cordillera Occidental y la Oriental o Real, esta última separa al Sistema Titicaca, Desaguadero, Poopó y Salar de Coipasa de las cuencas del Amazonas por el noreste y del Río de la Plata por el sureste.

Esta región ha sufrido, una evolución larga e intensa, la misma que abarca hasta tiempos recientes con fenómenos de levantamientos y procesos volcánicos. Es una unidad fisiográfica, resultado del relleno de la fosa tectónica cuyos orígenes se remontan al cretáceo.

Por otro lado, existen diferentes teorías sobre su origen, como el de Ambroggi, el mismo que considera que esta unidad en su conjunto en un *Ancho Graben*, de aproximadamente 100 Km, incrustado entre las cordilleras Occidental y Oriental.

Las Cordilleras Occidental y Oriental que rodean las cuencas del lago Titicaca y el río Desaguadero, son montañas altas de fuertes relieves ubicados en los bordes o en el interior en forma de macizos montañosos aislados en el interior de las cuencas o subcuencas. Estos están generalmente constituidos de rocas volcánicas (Occidente) y sedimentarias redondeadas y disectadas (Oriente).

Las serranías que se encuentran en el altiplano paceño, también tiene carácter sedimentario o volcánico con diferente grado de resistencia a los procesos erosivos y por consiguiente de aporte de sedimentos a la parte baja de la cuenca. Las serranías al igual que las montañas corren generalmente de Norte a Sur y en la parte baja de la cuenca las serranías también están orientadas de este a oeste.

Tradicionalmente se ha considerado al Altiplano, como una serie de llanuras con varias serranías, colinas y pequeños cerros aislados y una peniplanicie denominada *Puna*. Sin embargo a fin de poder caracterizar con mayor precisión el Altiplano paceño, se ha visto por conveniente subdividirlo en sub-cuencas:

5.1.1 SUBCUENCA DESAGUADERO - SANTIAGO DE MACHACA Y CALACOTO

El río Desaguadero al atravesar el Altiplano paceño, forma varias sub-cuencas y micro-cuencas, las mismas que están bordeadas por el Occidente por montañas de substrato volcánico predominante de forma redondeada, generalmente formada de conos complejos o aislados y estrato-volcanes y montañas de substrato sedimentario predominante, estructurado, de formas redondeadas y pendientes de medias a altas. Así mismo esta cuenca se halla bordeada de Colinas de substrato sedimentario predominante, estructurado de formas redondeadas; erosión laminar y lineal moderada, severa y en cárcavas entre las que destacan la Serranía de Jesús de Machaca-Corocoro y la frontera con el Perú. En esta zona los afluentes del río Desaguadero atraviesan importantes áreas geológicas del terciario, que contienen importantes yacimientos salinos y yesosos, los mismos que influyen en la calidad de sus aguas.

5.1.2 SUBCUENCA DEL RÍO MAURI

Está rodeada de importantes Montañas de substrato volcánico y Mesetas de substratos de lavas e ignimbritas, con superficies planas o casi planas con

proceso de erosión laminar y lineal moderada concentradas. Así mismo es posible encontrar en la subcuenca del Mauri Colinas de substrato volcánico y sedimentario predominante, estructurado de formas redondeadas. Las rocas volcánicas de esta zona occidental, de acuerdo a estudios realizados por la Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT), indican que aportan importantes cantidades de arsénico, lo que incide en la calidad de sus aguas y limita su uso agropecuario y consumo humano.

Antes de su confluencia con el río Desaguadero, el Mauri atraviesa terrazas fluviolacustres conservadas y degradadas.

A partir de Calacoto, el río Desaguadero corre por la amplia planicie del Altiplano Central, la misma que se encuentra bordeada por importantes unidades de terrazas conservadas y degradadas, las mismas que proporcionan por erosión una gran cantidad de sedimentos. Esta parte media de la cuenca, se encuentra protegida por el Norte con Serranías de substratos volcánicos y sedimentarios (Corocoro – Callapa) y colinas y cerros aislados.

Las llanuras y depresiones del Altiplano paceño, están ubicadas en las partes más bajas de las diferentes subcuencas descritas. Esta unidad comprende los siguientes sub-paisajes: Llanura fluvio-lacustre actual (Valles aluviales, llanura fluvio-lacustre deposicional), depresiones y terrazas fluvio-lacustres. Las llanuras de los diferentes ríos del Altiplano paceño, debido a su material fino, está conformada por suelos afectados en mayor o menor grado por la acumulación de sales y/o sodio, lo que afecta la capacidad productiva de los mismos.

5.2 CLIMA

El clima del Altiplano está influenciado por una combinación de diferentes factores entre los cuales destacan:

- ✓ La posición geoastronómica, la cual determina el ángulo de incidencia de la radiación solar.
- ✓ La topografía del Altiplano, determinada por su altura, la forma y orientación de los macizos montañosos. A este respecto es necesario mencionar que el

Altiplano, se encuentra a una altitud mayor a los 3700 msnm, lo que hace que su clima sea frío, aún durante el verano.

- ✓ Por otro lado, la orientación de las montañas y serranías de manera casi transversal a los vientos húmedos del Oriente del país, lo que hace que estas actúen como barreras. En el Altiplano Norte, el lago Titicaca, constituye una importante fuente de humedad, permitiendo regular el clima sobre el Lago y las áreas circunlacustres, creando mejores condiciones para las actividades agropecuarias.
- ✓ La diferencia de presión entre los sistemas anticiclónicos y la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cual genera flujos de aire desde los trópicos hacia el Ecuador, los mismos que son desviados hacia la izquierda por la rotación de la tierra, generando vientos alisos del sureste.

5.1.1 PRECIPITACIONES

Las distribuciones de las precipitaciones pluviales en el Altiplano presentan una gradiente decreciente de Norte a Sur. Con sus máximos valores sobre el lago Titicaca y Altiplano Norte (Cerca a 1000 mm), mientras que en el Altiplano Central (Río Mauri) desciende hasta los 400mm y en la frontera con el departamento de Oruro, estos bajan hasta valores cercanos a los 300 mm.

Así mismo, es posible distinguir una degradación decreciente Este-Oeste, debida a que gran parte de las precipitaciones provenientes del Oriente del país se descargan sobre la Cordillera Oriental y ya no avanzan hacia el borde Occidental del Altiplano.

Los días lluviosos en el lago Titicaca y el Norte del Departamento de La Paz son de aproximadamente entre 90 a 100 días, situación que disminuye hacia el sur, donde alcanzan cerca de 50 días al año (Eucaliptos).

El Régimen de Lluvias es muy similar (Monomodal) al que se da en la mayor parte del país, es decir parte de la primavera y verano son húmedos, mientras que el otoño e invierno son secos, lo que hace que exista un déficit hídrico en la mayor parte del año y por consiguiente la agricultura a secano solo se puede practicar durante los meses lluviosos. Si bien, en este periodo húmedo se concentran cerca del 85% de las precipitaciones anuales, es necesario recalcar

que son muy irregulares (Variación temporal y espacial), lo que hace que la agricultura sea muy riesgosa. En ese sentido, el riego pueda ayudar a aminorar este déficit en varios lugares donde se dispone de fuentes de agua y de esta manera garantizar la producción y ampliar a los meses secos del año (Forrajes).

5.1.1 TEMPERATURA

La distribución de las temperaturas al igual que las precipitaciones están influenciadas longitudinalmente (Más fríos al Oeste que al Este), debido a la influencia de las masas húmedas de Oriente. Así también, existe una gradiente decreciente hacia el sur debido a que en el norte del Altiplano paceño, por las mayores precipitaciones y la presencia del lago, permite regular su clima frío. Por otra parte las alturas sobre el nivel del mar por la topografía del terreno, incide de manera marcada sobre las temperaturas.

El régimen térmico muestra temperaturas más altas durante los meses de diciembre a marzo y las más bajas de junio a agosto, amplitudes térmicas menores en el Norte (Cerca de 6,5 °C), mientras que al sur aumenta (7,8 °C).

Las heladas en el Altiplano, se constituyen en una limitante importante para la producción agrícola, notándose un aumento de los días con heladas de Este a Oeste y de Norte a Sur.

En ese sentido sobre el lago (por ej. Copacabana), no existen días con heladas y en la zona circunlacustre se tiene una frecuencia de heladas menores a los 150 días. En la cuenca alta y media del Desaguadero se presentan entre 150 a 300 días con heladas al año.

5.1.2 VIENTOS

En la zona del lago, los vientos predominantes provienen de su superficie con velocidades entre 2 a 4 m/s, en el oriente del Altiplano predominan los vientos del Este, Noreste y Sudeste con velocidades que oscilan entre 2 y 5 m/s, mientras que en el sur son más variados en direcciones y velocidades con calma que pueden alcanzar el 100%.

5.1.3 HUMEDAD RELATIVA

En general la humedad relativa del aire es bastante baja en todo el Altiplano, aunque se pueden distinguir variaciones puntuales. Así cerca al lago los humedades promedio son mayores (62-65%), mientras que en la zona sur varía de (42-47%).

Así también, durante los meses secos (Junio a diciembre) es inferior a 50% y en la época lluviosa puede alcanzar el 70%.

De acuerdo a la Clasificación Climática propuesta por Thornthwaite en el Altiplano, se pueden encontrar las siguientes unidades de clima:

En la cuenca Alta y Media del Desaguadero; se tienen climas semilluviosos con otoño frío, invierno y primavera seca, la temperatura media anual varía entre 7 y 8 °C, con mínima media superior a 0 °C; ya que todavía se deja sentir el efecto regulador del lago Titicaca, la precipitación varía entre 600 a 800 mm.

Las cabeceras del Mauri; tienen un clima lluvioso y semifrío, con otoño, invierno y primavera secos, ubicadas por encima de los 4400 y 5000 m. La temperatura media anual varía entre 2 y 5 °C y las mínimas medias son inferiores a los -4 °C. La frecuencia de heladas supera los 150 días.

5.3 SUELOS

Los suelos del Altiplano boliviano en general son poco desarrollados debido a que se han formado sobre laderas de colinas y serranías, donde los procesos de remoción son continuos, no permiten la formación de horizontes, por consiguiente son poco profundas. Así mismo, en los fondos de valles o planicies, los suelos no han tenido tiempo de desarrollarse, debido a su edad (Formado sobre materiales recientes del cuaternario), o en algunos casos están afectados por problemas de inundaciones o aportes coluviales. El clima frío reinante y la escasez de lluvias, tampoco favorece la evolución de estos.

Por otro lado, debido al clima y tipo de agricultura de carácter explotativo, en general los suelos de todo el Altiplano paceño (A excepción del área circundante al lago Titicaca), presentan suelos de baja fertilidad natural (Bajos contenidos de nitrógeno, fósforo, materia orgánica y actividad microbiana) y son susceptibles a la erosión hídrica y eólica, por problemas de textura y pendiente del terreno.

De acuerdo a la Clasificación de Capacidad de Uso, los suelos del Altiplano, colinas y laderas poco pronunciadas, pertenecen a las clases III y IV (Tierras Arables) con limitaciones de suelo (Problemas de fertilidad, pedregosidad u otros), clima (Heladas, déficit hídrico en la mayor parte del año) y erosión (Por textura y pendiente).

En las montañas y serranías, con laderas empinadas los suelos pertenecen en su mayoría a las Tierras no Arables y Marginales, es decir a las clases VI, VII y VIII, con limitaciones de uso (Poca profundidad, presencia de piedras y afloramientos rocosos y baja fertilidad natural), clima (Heladas y déficit hídrico) y erosión (Por textura y pendiente). Por consiguiente los suelos son más aptos para forestación, pasturas y áreas de recreación y conservación o en caso de utilizarse para la producción de alimentos requieren la implementación de prácticas de conservación de suelos (Terrazas, barreras muertas y vivas, etc.).

En las partes planas de los valles y terrazas donde se practica el riego, los suelos en su mayoría pertenecen a las clases III, IV y II con las mismas limitaciones que los casos anteriores, sin embargo estas zonas son muy reducidas. La mayor parte de los lugares planos, los suelos tienen aptitud para la ganadería debido a la existencia de tholares, bofedales o pastos (Chilligua, chiji, *Muhlenbergia* sp., etc). Los suelos de estas áreas pertenecen a la clase V con limitaciones de suelos, drenaje (bofedales) y clima y en algunos casos a la clase IV para una agricultura ocasional pero con limitaciones de uso, clima y erosión.

A medida que se avanza hacia la cuenca media del Altiplano, se puede encontrar suelos afectados por la acumulación paulatina de sales/sodio, debido al clima árido, precipitación menor Evapotranspiración Potencial ($P < ETP$), suelos formados sobre sedimentos fluvio-lacustre finos y salinos (Lago Ballivián), que favorecen por capilaridad la acumulación de sales o sodio en las capas superficiales del suelo y su escaso lavado hacia las capas inferiores. Actualmente amplias áreas del Altiplano Central (Cuenca media y baja del Desaguadero) debido a los procesos mencionados, los suelos se están degradando y las praderas nativas están siendo reemplazadas por otras especies como el *antobrium* y *kotales*, especies que no son aptas para el ganado o se están convirtiendo en eriales.

En estas zonas (Provincia Aroma y Gualberto Villarroel) de La Paz, existen varios sistemas de riego tradicional que utilizan las aguas del Desaguadero para riego de

forrajes (alfalfa) y otros. Debido al clima semiárido, suelos con un drenaje pobre o deficiente y riego por inundación, en amplias zonas de estas provincias se están acelerando los procesos de salinización/sodificación, situación que debe ser motivo de preocupación para las autoridades, ya que están desapareciendo las praderas nativas.

5.4 VEGETACIÓN

La vegetación del Altiplano, varía principalmente en función a su altitud, clima y tipo de suelos. En ese sentido, se ha visto conveniente describirla por los ecosistemas existentes en el Altiplano paceño.

Puna Húmeda

Este Ecosistema según estudios del Plan Director Binacional, se encuentra rodeando el lago Titicaca y por lo tanto incide sobre las partes bajas de las subcuencas de los ríos Huayco, Suchez, Huayna y Kheto.

En este Ecosistema, las gramíneas constituyen pajonales extensos, donde destaca el "ichu" *Stipa ichu* y otras como la *Stipa sp.*, *Festuca sp.* y *Calamagrostis sp.* Otras especies frecuentes en estos pastizales son la "llapa" *Muhlenbergia sp.* *Bouteloua sp.* y otras. Entre los arbustos, tenemos a la "kishuara" *Buddleia sp.* y la "kehuiña" *Polylepis sp.*

Este sistema, sin embargo ha sido drásticamente intervenido por el hombre para actividades agrícolas y ganaderas desde tiempos precolombinos. En los barbechos y áreas degradadas se desarrollan principalmente el "canlli" *Tetraglochium cristatum*, "garbancillo" *Astragalus sp.* y otras especies.

Las condiciones particulares de suelos, clima y humedad han dado origen a ecosistemas puntuales de:

Bofedales

Praderas naturales en suelos hidromórficos, en depresiones o cerca de vertientes, lagos o zonas con napas freáticas superficiales, donde destacan la *Distichia sp.* y *Plantago sp.* También plantas del genero *Carex sp.*, *Calamagrostis sp.*, *Genciana sp.*, *Erneria sp.*, *Arenaria sp.* e *Hipsela sp.*, y en los charcos: *Lachemilla sp.*, *Ranunculus sp.* y otros géneros.

Chillihuares

Praderas importantes pero poco extensas donde destaca la *Festuca dolichophylla* "chillihua", con suelos profundos y húmedos y otras especies como la *Muhlenbergia* sp, de manera más dispersa la *Poa horridula* y otras.

El sur del lago Titicaca (Cuenca alta y media del Desaguadero), pertenece a las Punas Seca y Árida respectivamente, donde destacan cada vez más especies tolerantes a la falta de humedad y problemas de salinidad (planicies).

Los pajonales se caracterizan por la presencia de *Stipa* sp y otras especies del género *Festuca* sp., *Calamagrostis* sp., y en suelos salinos la *Suaeda* sp, *Atriplex* sp, y *Salicornia* sp.

En los suelos arenos limosos crecen arbustos como la thola (*Baccharis incarum*, *B. Bolivensis*, *Fabiana densa*, *Parastrephia* sp); así como los géneros *Adesmia* sp., *Senecio* sp., *Tetraglochium* sp., *Frankeana* sp. y otros.

Bajo condiciones locales se tiene bofedales, pajonales con predominio de "iru wichhu" *Festuca orthophylla*, *Chillihuares* y *Gramadales*, este último muy difundido en planicies con suelos profundos y poco afectados por salinidad, donde destacan especies como el "chiji blanco" *Distichlis humilis*, "chiji negro" *Muhlenbergia fastigiata* y pulvínulos de *Frankeana* sp., *Senecio* sp., *Salicornia* sp., *Atriplex* sp. y otros.

Ecosistemas Altoandinos Húmedos y Subhúmedos:

Ubicados en la subcuenca del Suhez y las cabeceras del Jacha Mauri respectivamente, encontramos en las laderas gramíneas como *Festuca* sp. y otras especies de los géneros *Poa* sp., *Calamagrostis* sp., *Paspalum* sp. y otros.

También es posible encontrar localmente bofedales y gramadales altoandinos, en suelos no salinos, húmedos y profundos, con especies de los géneros de *Selaginella* sp., *Genciana* sp., *Lachemilla* sp., *Merote* sp., y otros. Entre las gramíneas destaca los géneros de *Calamagrostis* sp., *Festuca* sp., *Stipa* sp. y otros.

5.5 FAUNA

La avifauna, está constituida por más de 13 grupos, 25 familias y 50 especies. Algunas de las especies tienen una distribución en todo el Sistema y otras son propias de los distintos ecosistemas. Las especies endémicas se estiman en cerca de 15. Entre

las especies en peligro de extinción se citan el suri, el cóndor, el ajojoy y los flamencos.

Tabla 3. Fauna Existente en el Área de Estudio

Nombre común	Nombre científico	Localidad principal
Aguilucho	<i>Buteo poecilochrous</i>	Puna
Alcamari	<i>Phaleobaenus</i>	Cuenca
Ajojoy	<i>Áulica americana peruviana</i>	Altoandino
Cóndor	<i>Vultur gryphus</i>	Cuenca
Curucuta	<i>Gymnopelia ceciliae</i>	Cuenca
Chorlo	<i>Charadrius alticola</i>	Puna
Garza China	<i>Leucophoy thula thula</i>	Puna
Gaviota	<i>Larus Serranus</i>	Puna – Lagos
Flamenco Jamesi	<i>Phoenicopterus jamesi</i>	Lago Poopó
Flamenco Andino	<i>Phoenicopterus andinus</i>	Lago Poopó
Golondrina	<i>Petrocheliden andecola andecola</i>	Cuenca
Golondrina	<i>Spectyto cucicularia juminensli</i>	Cuenca
Huallata	<i>Chloephaga melanoptera</i>	Bofedales – Lagos
Kelincora	<i>Theristicus caudatus branicki</i>	Bofedales
Lequecho	<i>Ptiloscelys resplendeus</i>	Cuenca
Pampero común	<i>Geositta conicolarie</i>	Puna
Parihuana	<i>Phoenicopterus ruber chilensis</i>	Bofedales – Lagos
Pato cordillerano	<i>Lophonetta specularoides</i>	Lagos
Pato gerga	<i>Anas georgica spinicauda</i>	Lagos
Pato pana	<i>Anas versicolor puna</i>	Lagos
Pato Sutro	<i>Anas flavirostris oxyptera</i>	Lagos
Perdiz serrana	<i>Notoprocta pentlandi</i>	Cuenca
Perico cordillerano	<i>Pilopsiagon aurifrons aurifrons</i>	Cuenca
Pichitanka	<i>Zonotrichia capensis peruviansis</i>	Puna
Pito	<i>Colaptes ripicola</i>	Puna
Quilicho	<i>Falco sparverius cinnanomeus</i>	Puna
Suri	<i>Pterocnemias andinus</i>	Puna seca
Tortola	<i>Metriopela melanoptera</i>	Puna
Tiquicho	<i>Gallinula chloropus germani</i>	Lagos
Tiulingo	<i>Tringa flavipes</i>	Lagos
Yanabico	<i>Plegadis ridowari</i>	Lagos
Zambullidor	<i>Podiceps occipitalis juninensis</i>	Lagos
Alpaca	<i>Lama pacos</i>	Puna, bofedales
Cuy	<i>Cavia techudii osoodi</i>	Puna

Guanaco	<i>Lama guanicoe</i>	Puna
Llama	<i>Lama lama</i>	Puna
Ratón de campo	<i>Punomis lemminus</i>	Puna
Ratón de campo	<i>Phyllaris pictus</i>	Puna
Rata andina	<i>Andinomis edax edax</i>	Puna
Taruka	<i>Hipocamelus antisensis</i>	Cuenca
Tokoro	<i>Cavia sp.</i>	Puna
Vicuña	<i>Vicugna vicugna</i>	Puna, bofedales
Zorrino	<i>Conepatus rex rex</i>	Cuenca
Zorro	<i>Dusicyon culpaeus andinus</i>	Cuenca
Lagartija	<i>Proctoporus bolivianus</i>	Puna
Culebra	<i>Tachymenis peruviana</i>	Orillas Titicaca
Rana	<i>Telmatobius sp.</i>	Titicaca
Rana	<i>Pleurodena marmorata</i>	Lagos
Rana	<i>Pleurodena cinerea</i>	Lagos
Rana	<i>Gastrotheca boliviana</i>	Titicaca
Rana	<i>Bufo spinolosus spinolosus</i>	Titicaca

Fuente: ALT (2001)

Las orillas del Lago Titicaca presentan una zona de atracción para numerosas especies de pájaros. Los totorales constituyen una zona privilegiada de nidadas. Muchas de las aves que viven en el lago son migratorias.

Los mamíferos: Los mamíferos nativos más frecuentes se encuentran en la puna, entre ellos tenemos el zorrino, el zorro, el tokoro, los camélidos (Llama, alpaca, vicuña y guanaco), y varias especies de ratones de campo. Los camélidos, tienen su hábitat entre los 3800 y 4200 msnm, especialmente en los bofedales y áreas húmedas en general donde hay buenos pastos. De éstos, la llama y la alpaca en especial constituyen una fuente de ingresos para la población local, por su lana y carne.

Batracios y reptiles: En la región y particularmente en la zona del Lago Titicaca se han identificado varios géneros y especies de estos grupos.

Zooplankton: Entre los grupos principales, los copépodos son ampliamente dominantes sobre la población de cladoceros y su reproducción es continua durante todo el año, máximo entre diciembre y marzo.

Fauna béntica: Globalmente más del 95% de la población béntica del Titicaca se halla en los primeros 15 m de profundidad en el Lago Menor y en los primeros 25 m

del Lago Mayor. Los moluscos y anfípodos representan los grupos faunísticos dominantes.

Peces: La mayor concentración de peces se halla en los Lagos Titicaca y Poopó, los Orestias (Karachi e ispi) y el mauri son nativos y representaron tradicionalmente la producción local. Con la introducción de las especies exóticas (La trucha en 1942 y el pejerrey en 1955), éstas asumieron una mayor importancia comercial.

El llachu, es una planta acuática que desempeña un papel muy importante como soporte del desove, del mismo modo la totora constituye un recurso valioso como hábitat para la fauna acuática, al mismo tiempo es considerado como forraje para el ganado de la zona.

Tabla 4. Principales Especies Ícticas en los Ríos Mauri y Desaguadero y Lago Poopó

Nombre Común	Nombre Científico
Especies Introducidas	
Pejerrey	<i>Basilichtys bonariensis</i>
Trucha (Arco iris)	<i>Salmo gairdneri</i>
Trucha (Parda o marrón)	<i>Salmo trutta</i>
Trucha (Salmón)	<i>Salvelinus namaycush</i>
Trucha (Arroyo)	<i>Salvelinus fontinalis</i>
Especies Nativas	
Mauri	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
Suche	<i>Trichomycterus dispar</i>
Boga	<i>Orestias pentlandii</i>
Karachi amarillo	<i>Orestias luteus, o. Albus, o. Jussiei, o. Cuveirii</i>
Ispi	<i>Orestias ispi y Orestias forgeti</i>
Karachi Negro	<i>Orestias agassii</i>

Fuente: Plan Director Binacional ALT

VI. RESULTADOS

6.1 EVALUACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE BOFEDALES

Según Alzérreca, los bofedales o humedales son pastizales naturales de las zonas altoandinas y son parte de los denominados campos naturales de pastoreo (CANAPAS).

Los bofedales llamados también "turberas", "vegas andinas", "oconales", "cenagales", "humedales" y otros nombres, son un tipo de pradera nativa poco extensa con humedad permanente, vegetación siempre verde y un elevado potencial productivo.

La vegetación que se desarrolla en este ecosistema, es un tipo de vegetación intrazonal, típica de las zonas Altoandinas húmedas. Su vegetación está compuesta principalmente de comunidades vegetales hidromórficas, acuáticas y méxicas de excelente producción y calidad productiva (Gramináceas, Ciperáceas, Juncáceas y otros).

En el Altiplano, la población aymara los conoce con el nombre de "Juq'u", clasificando Juq'u pampa (Bofedal de llanura), Luq'u parki (Bofedal de cordillera o ladera), jacha Juqu (Bofedal grande), jisq'a Juq'u (Bofedal pequeño), etc.

Los bofedales se ubican principalmente en depresiones a orillas de ríos y riachuelos donde existe agua permanente, o donde existe una napa freática superficial. También es posible encontrar bofedales en las laderas de cerros o colinas donde existe bastante humedad gracias a la existencia de vertientes que alimentan estos sitios.

En algunos casos, los bofedales han sido formados o mejorados con ayuda de canales de riego que conducen el agua de manera artificial, desde algunas fuentes de aguas (ríos, quebradas, vertientes y otros) hasta sitios adecuados, donde gracias a la humedad se desarrolla una vegetación típica de los bofedales.

Generalmente los bofedales, se encuentran en depresiones sobre suelos pesados (arcillosos) con problemas de drenaje, situación que permite que se desarrollen condiciones hidromórficas y por consiguiente el predominio de procesos de oxidoreducción, lo que impide su uso para fines agrícolas (siembra de cultivos).

Los suelos de los bofedales contienen altos contenidos de materia orgánica debido a su acumulación paulatina, la misma que no llega a descomponerse completamente por la alta humedad y las bajas temperaturas existentes.

En los campos naturales del pastoreo (CANAPAS) del Altiplano, los bofedales son las praderas naturales más productivas y por lo tanto, su manejo adecuado es de suma importancia ya que permite la cría de ganado de manera intensiva y que esta se constituya en una de las principales actividades económicas. Sin embargo, los bofedales no ocupan grandes extensiones, en comparación a los tolares, gramadales y otro tipo de praderas nativas.

Gracias a la presencia de agua casi permanente en los bofedales y a su microclima (situación que no existe en el resto de los ecosistemas del Altiplano), se desarrollan diferentes especies vegetales asociadas, las mismas que crecen en forma de cojines u otras formas donde predominan hierbas y juncos, así como también prados turbosos de origen infraacuático. Entre las especies que predominan en este ecosistema tenemos las plantas pulvinadas (cojín) de los géneros *Distichia* y *Plantago*, las cuales forman un tapiz de algunos centímetros de altura, interrumpida por numerosos charcos, donde se asocian los géneros *Carex*, *Calamagrostis*, *Genciana*, *Erneria*, *Arenaria* y *Písela*; en los charcos se desarrollan representantes de *Lachemilla*, *Ranúnculus* y otros géneros.

Los bofedales que se encuentran en el Mauri y en otras partes del Altiplano, se diferencian en función a factores como: Su ubicación altitudinal, calidad, cantidad y permanencia del agua, tipo de uso, etc. En ese sentido, existen bofedales de carácter semihúmedo, semiárido y árido y en el altoandino semiárido o árido.

Luna (1994), clasifica a los bofedales en dos sub tipos: Bofedales Údicos ubicados en sitios con humedad permanente, donde predominan especies suculentas (*Distichia muscoides* y *Oxychloe andina*) y Bofedales Ústicos ubicados en las áreas adyacentes a los údicos, presentando un periodo seco durante el año. Entre las especies que predominan en este tipo de bofedales tenemos: *Festuca Dolichophylla*, *Carex* sp, y *Calamagrostis curvula*.

También, de acuerdo a su ubicación dentro del propio bofedal, se presentan variaciones de vegetación:

- ✓ En la zona Central, que es la más húmeda e inundable, predominan las especies acuáticas (Juncos y Carex), las gramíneas raramente están presentes. En estos sitios con características hidromórficas ocurren procesos de desnitrificación que lo convierten en lugares con poca aptitud forrajera.
- ✓ Zona intermedia, con mayor producción forrajera, con predominio de gramíneas y leguminosas (poas y tréboles). En este sitio hay mayor actividad biológica y fertilidad debido a que la presencia de humedad permite cumplir con la liberación de nitrógeno y su mineralización.
- ✓ Zona periférica: Zona de transmisión, que se encuentra influenciada por Stipas y otras especies pertenecientes a la estepa, constituyéndose en un sitio de equilibrio muy frágil entre las praderas a secano y el bofedal.

Gran parte de los nutrientes en los bofedales, se encuentran fijados en el suelo, en forma de complejos orgánicos (ácidos húmicos), por consiguiente estos son poco a nada disponibles para las plantas y requieren previo a su uso que se mineralicen. La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y el contenido de iones hidrógeno intercambiable en los suelos orgánicos son elevadas, principalmente cuando el contenido de materia orgánica es alto. La reacción (pH) de los suelos en los bofedales generalmente es muy baja (ácida), debido al lavado constante de las bases por el agua que circula, aunque en algunos sitios podemos encontrar bofedales con pH altos (básicos).

6.1.1 IMPORTANCIA DE LOS BOFEDALES PARA LA GANADERÍA

La existencia de vegetación fresca y abundante durante todo el año, permite a los pobladores rurales de las partes altas de los Andes criar en estos ecosistemas ganado camélido (principalmente alpacas y llamas), ovinos y vacunos de manera intensiva. Esto se debe a que la capacidad de carga de estos ecosistemas es mucho mayor en comparación a la de las otras praderas nativas de esta región como los tolares, chillihuales u otros.

Según Huss et al. (1986), la capacidad de carga (CC) o capacidad de pastoreo, es el máximo número de animales que pueden pastarse sobre una superficie de praderas sin ocasionar daños a la vegetación existente.

Según algunos autores los bofedales permite la cría de 2,80 ovinos/ha /año, ó 2,94 vicuñas /ha /año, en comparación a un pajonal o arbustal de kanlli donde la carga animal es solo de 1,39 y 0,39 de ovinos y 1,59 y 0,53 de vicuñas respectivamente.

En los bofedales donde predomina la *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina*, evaluados como los más productivos, en promedio se puede alcanzar una capacidad de carga de 3.75 unidades alpaca (UAL/ha) y 2.71 unidades llama por hectárea (ULL/ha)

En los bofedales promedio, predominan especies como *Scirpus sp.*, y *Plantago tubulosa*, y en algunos casos presencia de *Deyeuxia curvula*, el promedio de capacidad de carga es de 1.84 ULL/ha año y de 2.54 UAL/ha año.

En los bofedales menos productivos, por la falta de agua constante, predominan especies como: la halófila *Deyeuxia* en el estrato alto y *Plantago rigida* y *Mucus stipulatus* en el estrato bajo, la capacidad de carga estimada es 1.69 UAL/ha.

Flores (1900), señala que la composición botánica de los bofedales consta de 59.5% de herbáceas o forbias, 12.3 % de gramínoides o juncáceas, 16,4% de gramíneas y 11.7% de otras especies misceláneas. Durante los meses de mayo y julio, este autor determinó que en los bofedales údicos el 86.3% de la cobertura vegetal está compuesta de las especies *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina* y en los bofedales ústicos 76.1 % de cobertura vegetal relativa dominados por las especies *Festuca Dolichophylla* y *Carex sp.* (Luna 1994)

La producción de forrajes en los bofedales tiene relación directa con la fertilidad del suelo, el agua disponible (calidad y cantidad), la diversidad florística, las características de su manejo y las condiciones bioclimáticas. Para los bofedales del Perú, se reportan rendimientos de entre 8000 a 9041 Kg/ha de materia verde, que en materia seca representan 2227 a 2825.0 Kg/ha.

La producción de pasto en materia seca, en bofedales hidromórficos es de 2423.0 kg/ha en promedio, independientemente de los pisos altitudinales. En los bofedales méxicos, se registran rendimientos por debajo de 1200.00 Kg/ha.

Alzérreca, señala que el valor nutritivo de los pastos está dado por la composición química y su digestibilidad, el valor de estos componentes depende de varios factores: relación tallo–hoja, el estado fenológico a la cosecha, la fertilidad del suelo.

La proteína cruda (PC) en la dieta de alpaca que se pastorea en la bofedal, promedia 12.3%, más alto que la dieta de un sitio altiplánico a secano (10.2%). Esto hace entender que las alpacas pastorales en altiplano pueden ser deficientes en PC y energía durante la estación seca (junio a noviembre).

Si bien, una de las características principales de los bofedales es su capacidad de producción continua para la alimentación de camélidos, ovinos, vacunos y fauna herbívora, sin embargo, esta característica está siendo afectada negativamente por un manejo deficiente del mismo, lo que está acelerando los procesos de degradación de este ecosistema.

Se reconoce que las causas principales que afectan la productividad y producción de los bofedales son factores de manejo inapropiado, entre los que destacan el cambio de uso de la tierra, la sobrecarga animal, el pastoreo continuo, el mal manejo del agua, la cría de varias especies de ganado, construcciones civiles y otros. Por otro lado, la disminución de los caudales de agua que alimentan a estos ecosistemas, la contaminación de las aguas y los cambios climáticos, también están afectando su calidad y cantidad.

Como en gran parte de la cuenca del río Mauri, no es posible desarrollar la agricultura debido a las condiciones climáticas adversas reinantes (presencia de heladas casi todo el año, déficit hídrico), altitud y otros, la existencia de bofedales y otro tipo de pasturas, permite que la cría de camélidos (alpacas y llamas), sea la principal actividad de la zona. Sin embargo, como el recurso agua es fundamental para el funcionamiento de este ecosistema, es de suma importancia garantizar su abastecimiento durante la mayor parte del año, con una visión integral, sostenida y ambiental, en razón de que su disminución o contaminación en las partes altas podría afectar no solo la actividad ganadera, sino también a todo el sistema en general.

La actividad ganadera que se desarrolla de manera intensa en los bofedales, permite la integración al mercado a través de la comercialización de fibra, carne,

leche y otros derivados de la ganadería y por lo tanto se constituye en la actividad económica más importante.

El manejo del agua, a través del riego en este ecosistema, es fundamental en la cuenca del Mauri. Esta estrategia usada por los comunarios con ayuda de tomas y canales, permite mantener o aumentar la productividad y la superficie de forrajes disponibles.

En los bofedales es fundamental, no solo, la presencia de humedad, sino también la circulación de agua continua, la misma que debe ser permanente a fin de oxigenar y alimentar con nutrientes a las plantas del mismo. También es necesario limitar el acceso de los bovinos y cerdos; realizar pastoreos rotatorios para permitir el descanso de estos humedales.

De acuerdo al censo realizado en 1992, en la 5ta Sección de Pacajes, existe cerca de 8680 pobladores (tanto en el área urbana como rural). Por otro lado, considerando la existencia de canapas (tolares, chillihuales, bofedales y otras), en esta parte alta de la cuenca del Mauri (sector boliviano), se crían la siguiente cantidad de cabezas de ganado:

Tabla 5. Número de Cabezas de Ganado (Cuenca Mauri-Bolivia)

Especie	Nº de Cabezas	Fibra Kg/año	Carne Kg/año	Cuero (unidades)
Llamas	75.640	31.589	244.110	7.548
Alpacas	47.392	58.282	142.170	4.739
Vicuñas	2.425	-	-	-
Ovinos	37.348	9.390	122.620	4.771

Fuente INE 1992

6.1.2 INVENTARIO DE BOFEDALES

En base al procesamiento digital de imágenes satelitales, visitas de campo y evaluación de otros trabajos y estudios, etc., se han determinado de que los bofedales en la cuenca del Mauri, ocupan una superficie total de

aproximadamente 11 874 ha, de las cuales en la parte peruana existen cerca de 5 222 ha, en Bolivia 4 202 ha y Chile 2 449 ha. Si bien, la superficie que ocupa este ecosistema es pequeña (1,21%) en relación a todo el área de la cuenca, Sin embargo este ecosistema permite la cría de ganado camélido, ovino y vacuno de manera intensiva.

Tabla 6. Distribución de los Bofedales en la Cuenca del Río Mauri

Subcuenca	Superficie (ha)	% de Superficie	Area de bofedales (ha)				% de los bofedales
			Bolivia	Perú	Chile	Total	
Ancojake	8286,13	0,85		53,31		53,31	0,64
Chiliculco	19289,33	1,97		558,78		558,78	2,90
Kaño	5369,55	0,55		57,68		57,68	1,07
Kallapuma	23076	2,35		610,92		610,92	2,65
Ancomarca	27553,11	2,81	16,90	577,42		594,32	2,16
Chiluyo	3719,61	0,38		33,23		33,23	0,89
Mauri Perú	84753,85	8,65	2,03	1733,56		1735,59	2,05
Cusi Cusini	49956,06	5,10	802,02	789,43		1591,45	3,19
Putani	28474,53	2,90	110,96		195,19	306,15	1,08
Caño	45846,52	4,68	235,67	253,57		489,24	1,07
Blanco	206787,44	21,09	1453,10			1453,10	0,70
Mauri Bolivia	237410,29	24,22	910,59			910,59	0,38
Caquena Abaroa	183970,42	18,77	670,27		2254,34	2924,61	1,59
Uchusuma	55800,95	5,69	0,10	554,64	0,31	555,06	0,99
Total:	980293,79	100,00	4201,64	5222,55	2449,85	11874,04	1,21

Fuente: Elaboración propia

6.1.3 IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LOS BOFEDALES

Como se ha indicado anteriormente, los bofedales juegan un papel importante para la cría de ganado camélido y otros en la cuenca del Mauri, gracias a su alta capacidad de producción de forrajes. Sin embargo, según Orsag (2003) también este ecosistema, juegan un papel importante en lo que se refiere a la conservación y funcionamiento del medio ambiente en general como ser:

- ✓ La conservación del recurso suelo. La cobertura vegetal densa y permanente de los bofedales, evita que la acción de los agentes erosivos (agua y viento) actúen sobre los suelos, disminuyendo de esta manera la erosión hídrica y eólica. Esto permite mantener la fertilidad de sus suelos y por ende su capacidad productiva. En general los suelos de los bofedales tienen una Capacidad de Uso de la clase V (Tierras no Arables) con limitaciones de humedad y drenaje (w) , clima (c) y suelo (s).
- ✓ La conservación del agua en las microcuencas, subcuencas y cuencas. En razón de que los suelos de los bofedales contienen importantes niveles de materia orgánica (>20%), permite que los suelos retengan elevadas cantidades de agua (tres veces más que la arcilla), evitando que este líquido se pierdan fácilmente por escurrimiento durante la época lluviosa. Esta retención de agua en los suelos hidromórficos de los bofedales permite que en la época seca del año (5 a 7 meses), los ríos, vertientes y aguas subterráneas sean alimentados, evitando que los pobladores de las partes bajas de las cuencas sufran por la escasez de este recurso.
- ✓ La formación de un microclima. La evaporación constante que se da en estas tierras hidromórficas, favorece que el aire tenga mayor contenido de humedad (la humedad relativa del aire en el Occidente del país es bastante baja), evitando de esta manera la desecación y desertificación del medio.
- ✓ La conformación de un hábitat diferente y específico. Gracias al microclima, humedad elevada y vegetación abundante, presenta una biodiversidad rica y particular (flora y fauna), en comparación al resto de las áreas secas. Esta situación permite el sostenimiento de la vida humana en estos parajes y que de no existir, sería probable que muchos de los ciclos de vida que se dan en ellos, serían reemplazados por extensiones de tierra, improductiva y despoblada.
- ✓ La fijación del carbono atmosférico. Los suelos de los bofedales retienen gran cantidad de carbono en su materia orgánica, evitando de esta manera que pasen a la atmósfera y ayuden al calentamiento del planeta. La degradación de los bofedales por falta de agua, provoca un cambio de

uso del suelo y por consiguiente una pérdida del carbono de la MO por mineralización, situación que incide en el calentamiento del planeta.

- ✓ Favorecen para que el ciclo hidrológico del agua en las cuencas durante el año sea más uniforme.

6.1.4 RECURSOS DE VIDA EN LOS BOFEDALES

La existencia del hombre en las cercanías a los bofedales, se relaciona íntimamente con el potencial forrajero que le permite por un lado, la cría de camélidos sudamericanos (alpacas y llamas) y otros, y por otro lado, que en estos sitios existe una gran riqueza de avifauna, como el suri, la pariguana o flamenco, el águila, cóndor, halcón, la huallata, y otras. Entre las especies vegetales que forman la configuración almohadillada de carácter permanente lo constituyen especies propias de ambientes húmedos, compuesta generalmente por: *Distichia muscoides*, *Oxychloe andina*, *Lucilia tunaerensis*, *Azorella diapenoides*, *Festuca rigescens* y otras como *Poa aequigluma*, *Calamagrostis rígida*, *Hipochocris sp.* *Calamagrostis densiflora*, *Lysiponia*, entre otras de gran riqueza forrajera para la ganadería de camélidos sudamericanos.

6.1.5 FORMACIÓN DE BOFEDALES

En la naturaleza se forman bofedales debido a las características ecológicas de las zonas del macizo andino, ubicadas sobre los 4,000 msnm., donde, en sus partes bajas (valles) se extienden amplias zonas planas o de depresión. Las mismas que por las características de sus suelos (arcillosos) almacenan suficiente humedad, proveniente de las precipitaciones, del derretimiento del hielo y de las filtraciones de las aguas almacenadas en los acuíferos, formando así suelos hidromórficos con gran potencial forrajero.

También el poblador andino forma bofedales de manera artificial. Al respecto desde tiempos inmemoriales se práctica la formación de bofedales artificiales, puesto que durante la estación seca del año (5 a 7 meses) es el único lugar donde se mantiene una alta producción de forrajes y donde es posible seguir pasteando los animales. Para formar un bofedal artificial, se requiere entre 5 a 10 años de inundación y el control del pastoreo y la carga animal. Según Salazar et al (2003), los estudios realizados con C-14 permiten determinar que los

bofedales naturales de la parte altoandina tienen una edad aproximada entre 100 y 1000 años.

De acuerdo a la inventariación de los bofedales por la ALT, se ha podido constatar la presencia de tomas y canales de riego en las diferentes subcuencas del Mauri, situación que permite alimentar adecuadamente a este ecosistema.

Los bofedales ubicados en la toda la cuenca, dependen de gran manera del agua que se generan en las partes altas de la cuenca que escurren hacia las depresiones. En los bofedales ubicados a orillas de los ríos, los pobladores construyen una serie de bocatomas y canales para garantizar el suministro de agua. En ese sentido a continuación se detalla las bocatomas existentes en las subcuencas del Mauri:

Tabla 7. Inventario de Bocatomas en la Cuenca del Río Mauri

SUBCUENCA	BOCATOMAS	CANT.	UBICACIÓN
Río Quilvire (Perú)			
Laguna Vilacota (Perú)			
Río Ancojake (Perú)	Estancia Ancojake	2	Ubicados en ambas margenes del río
	Estancia Tomavinto	2	Ubicados en ambas margenes del río, solo uno funciona
	Estancia Tacjata	3	Ubicados 2 en el margen derecho y 1 en el izquierdo
Río Jihuaña (Perú)			
Río Chiliculco (Perú)	Estancia Pampa Uta Upaca	1	Ubicado en Amayane, margen derecho
	Estancia Nazaparco	1	Ubicado en Caipu Majso, margen izquierdo.
	Estancia Pampa Uta Capaca	2	Ubicados en Isko Uma akso y Jacha Khaya respectivamente, en margen derecho
	Estancia Pampa Uta Capazo	1	Ubicado en Millun Khaya, margen derecho
	Estancia Ancuyo	2	Ubicados en Iro Collo, en margen derecho e izquierdo respectivamente
Río Kallapuma (Perú)			

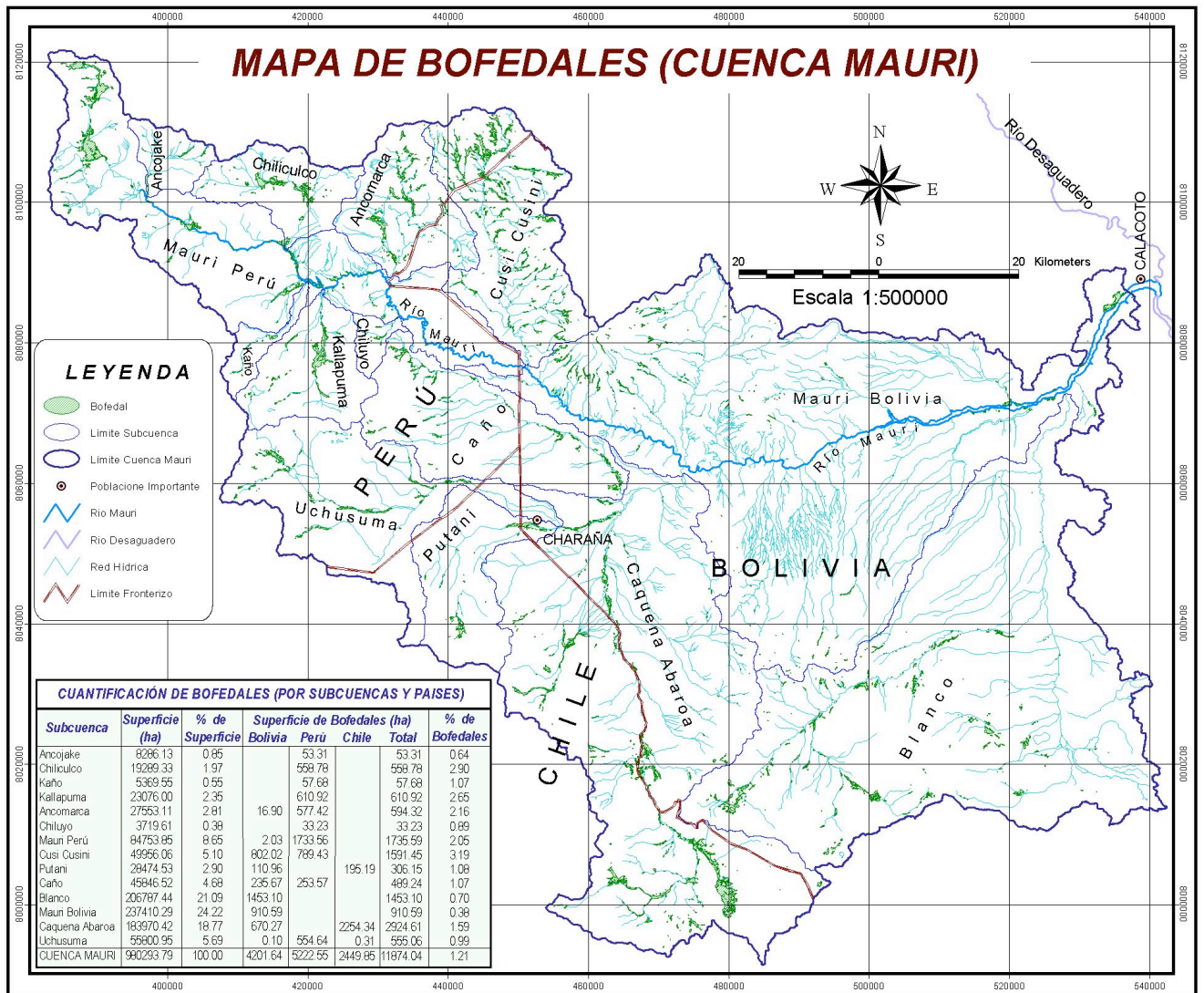
SUBCUENCA	BOCATOMAS	CANT.	UBICACIÓN
Río Ancomarca (Perú)	Estancia Chicachita	1	Ubicado en el margen derecho
	Estancia Panquilla	1	Ubicado en el margen izquierdo
	San José de Ancomarca	1	Ubicado en san José de Ancomarca, margen izquierdo
	Estancia Vituta	1	Ubicato en Vituta, margen derecho
Río Chiluyo Grande (Perú)			
Río Kaño (Perú)	Estancia Chachacomani Norte	2	Ubicados en Pucho margen izquierdo y Chincalata margen derecho, respectivamente
	Estancia Chachacomani Sur	2	Ubicados en Sillata y Surana respectivamente, ambos en el margen derecho
	Estancia Ancosaraya	3	Ubicados en Caranasa, Chontacollo y Postarpasa, respectivamente
	Centro Poblado Río Kaño	4	Ubicados 1 en el margen izquierdo y 3 en el derecho
	Estancia Vilacollo	1	Ubicado en Vilacollo, margen izquierdo
	Estancia Ancuyo	1	Ubicado en Ancuyo, margen derecho
	Estancia Allita	2	Ubicado en Quillivire margen izquierdo y Marca Pasa margen derecho, respectivamente
	Estancia Challahuata	2	Ubicados en Sicullani margen derecho y Tollapampa margen izquierdo, respectivamente
	Estancia Amachi	2	Ubicados ambos en el marge derecho, en Quilani y Queñoiko Grande
	Estancia Lipichkhakha	1	Ubicado en margen derecho de Santa Maria
Río Mauri (Perú)	Estancia Tiajahuirá	2	Ubicados en margen izquierdo de Palca Calasata y margen derecho de Tolavinto
	Estancia Escuta	3	Ubicados en Tolajipiña, Lizarani y Challari, respectivamente, todos en el margen derecho
	Estancia Cayco Sirca	1	Ubicado en margen izquierdo de Cayco Sirca
	Estancia Ancuyo	2	Ubicados a la izquierda y derecha del río, en Mirtazan y Tolamuco, respectivamente
	Estancia Puruchauillani	1	Ubicado en Ancucu, margen derecho
	Estancia Ancoama	1	Ubicado en Ocollo, margen izquierdo
	Estancia Pamputa	1	Ubicado en margen izquierdo de Palla Cota
	Estancia Pucuyo	1	Ubicado en margen derecho de Pucuyo

SUBCUENCA	BOCATOMAS	CANT.	UBICACIÓN
Río Cusicusini (Bolivia)	Estancia Calahuinto		Ubicado en Calajitinta, en el margen izquierdo
	Estancia Cotari	2	Ubicado en Uma Irpa y Jancolaca Irana, en ambos lados, respectivamente
	Estancia Casamaya	1	Ubicado en Achuma , margen izquierdo
Río Blanco (Bolivia)	Estancia Calluta	1	Ubicado en Huarancucho
	Villa Pucara	3	Las dos primeras en margen derecho y la tercera en el izquierdo, en Janco Huaranca, Taipi Irpa y Khaka Nairaja.
	Río Blanco	1	Ubicado en Huachilla Khonoña, margen izquierdo.
	Pkoque Vinto	2	Ubicados en Huallani y Jacha Utaña, margen izquierdo.
	Estancia Llimpi	1	Ubicado en Pacosapa, margen derecho
	Pasto Grande	1	Ubicado en Turine, margen derecho.
	Estancia Ulloma	1	Ubicado en Cajasa, margen izquierdo
	Estancia Tampo Vinto	1	Ubicado en margen derecho de Tampo Vinto
	Estancia Playa Vinto	1	Ubicado en margen derecho de Playa Vinto
	Estancia Nazacara	1	Ubicado en el margen izquierdo de Nazacara
	Estancia Cobre Villa	1	Ubicado en el margen derecho de Cobre Villa
	Estancia Kjasthatha	1	Ubicado en el margen derecho de Kjasthatha
Río Kaño (Bolivia)	Estancia Laramoco	1	Ubicado en Ccollpajocco, en el margen derecho
	Estancia Chillihuani	1	Ubicado en el margen derecho de Chillihuani
	Estancia Jalaro	1	Ubicado en el margen derecho de Jalaro
	Estancia Pekeñani	1	Ubicado en Chacapata, en el margen derecho
	Estancia Jamachuma	1	Ubicado en Pacojo, en el margen derecho
	Estancia Cumaravi	1	Ubicado en Carinkala, en el margen izquierdo
	Estancia Sucanavi	1	Ubicado en margen derecho del río Sucanavi
	Estancia Pacojo	1	Ubicado en el margen derecho del río pacojo
	Estancia Lawacollo	1	Ubicado en el margen izquierdo del río Lawacollo
	Estancia Choquecota	1	Ubicado en Chiara Huaraca, en el margen izquierdo

Río Caquena (Bolivia)	Estancia Calatia	1	Ubicado en e margen derecho, frontera con Chile.
	Estancia Cosapa	2	Ubicados en Pampa Uta y Caillo Chura en margen derecho, respectivamente
	Estancia Cueva	1	Ubicado en Caillo Kipajja, en el margen derecho
	Estancia Llojlla	1	Ubicado en Pucara, en el margen derecho
	Estancia Antojarani	2	Ubicados en Khora Jalanta, ambos en el margen derecho
	Estancia Arajipiña	2	Ubicados en Chicocahui, ambos en el margen derecho
	Estancia Chinocavi	1	Ubicado en Canca Mancaña, margen izquierdo
	Estancia Huaracune	1	Ubicado a la derecha del río Huaracune
	Estancia Laramcota	3	Las dos primeras en margen izquierdo y la tercera en el derecho. La segunda se ubica en Sicuy Huaranca
	Estancia Caracollo	1	Ubicadop en el margn izquierdo del río Caracollo
	Estancia Nazacaro	1	Ubicado en Muytha, en el margen izquierdo
	Estancia Marquichuqui	1	Ubicado en el margen izquierdo del río Marquichuqui
	Estancia Catan	1	Ubicado en el margen derecho del río Catan
	Estancia Laruta	2	Ubicados en el margen derecho, la segunda en Marcanasa
Río Putani (Bolivia)	Estancia Calacani	1	Ubicado en el margen izquierdo del río en la frontera con Chile
	Estancia Lupirana	3	La primera ubicada en el margen izquierdo y las últimas al otro lado del río Lupirana
	Estancia Umapalca	1	Ubicado en el margen izquierdo del río.
	Estancia Ticani	1	Ubicado en el margen derecho del río
	Estancia Japuma	3	La segunda se ubida en el margen izquierdo y el primero y tercero al otro lado.
	Estancia Capilluni	2	Ubicados al margen derecho e izquierdo respectivamente.
Río Mauri (Bolivia)			

Fuente: ALT, 2000

Mapa 2. Distribución de Bofedales en la Cuenca del Río Mauri



6.2 CALIDAD DE AGUAS

6.2.1 EVALUACIÓN DE CAUDALES

El Estudio Hidrológico de la Cuenca del Río Mauri, Diciembre 2006, Molina Jorge, Espinoza Daniel, Villarroel Oswaldo, nos permite disponer de datos históricos de caudales en varios puntos de los ríos Mauri y Desaguadero (ANEXO).

Gráficas de la variabilidad de los Caudales Volumétricos en función de los años, de las épocas y de la distancia nos permiten tener una idea de la disminución

y/o aumento del caudal volumétrico. A continuación se presentan gráficas del comportamiento:

TABLA 8. Puntos de medición de Caudal Volumétrico

Punto de caudal	Descripción	Río
Q 1	Vilacota	Ancoaque
Q 2	Kovire Bofedal	Mauri
Q 3	Challapalca	Mauri
Q 4	Chiliculco	Mauri
Q 5	Chuapalca	Mauri
Q 6	Frontera	Mauri
Q 7	Colcapagua	Colcapagua
Q 8	Caquena nacimiento	Caquena
Q 9	Caquena vertedero	Caquena
Q 10	Abaroa Caquena	Caquena
Q 11	Abaroa Mauri	Mauri
Q 12	Calacoto Mauri	Mauri
Q 13	Calacoto Desaguadero	Desaguadero
Q 14	Ulloma	Desaguadero
Q 15	Chuquiña	Desaguadero



Figura 1: Caudal Volumétrico Anual Promedio, de Todos los Ríos.



Figura2 : Variación de los Caudales Volumétricos Promedios Anuales en el Río Mauri.

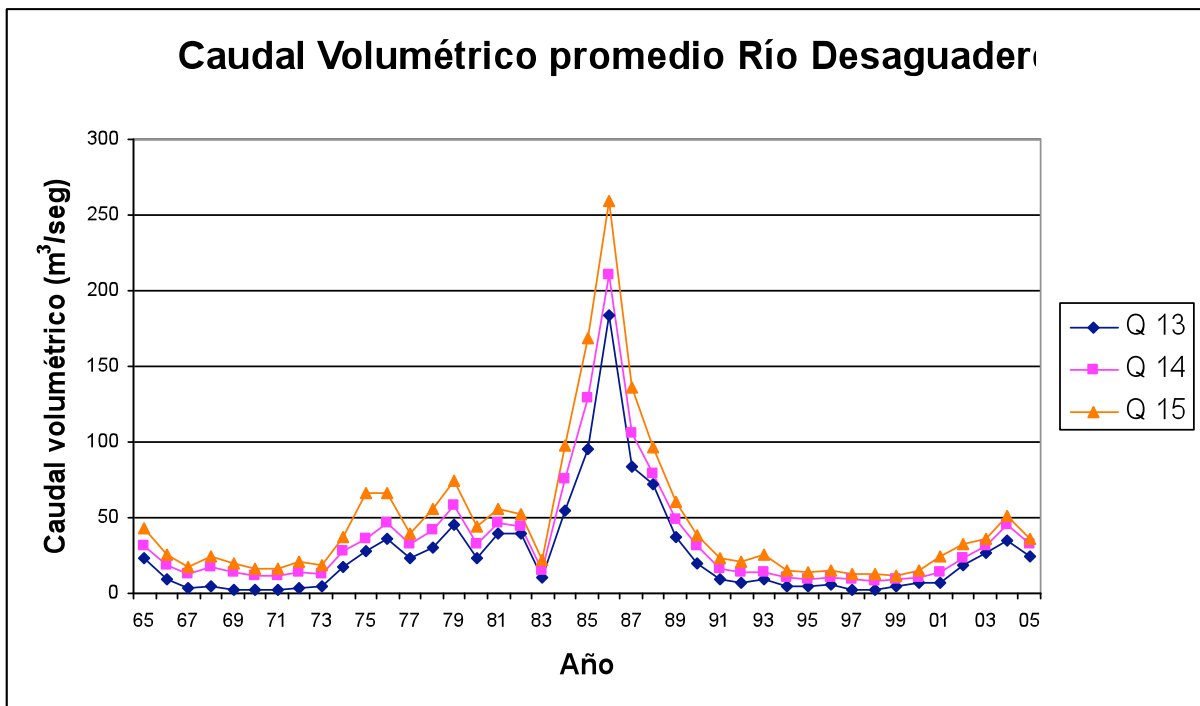


Figura 3 : Variación de los Caudales Volumétricos Promedios Anuales en el Río Desaguadero.

Un estudio del Caudal volumétrico promedio anual, desde el año 1965, y considerando los datos en todos los meses y años estudiados, nos llevaría a concluir que existe poca variación de la cantidad de agua provenientes de los ríos estudiados. En el gráfico del río Mauri hay una pequeña tendencia a disminuir. En el gráfico del río Desaguadero se aprecia un gran volumen en los años 1986 – 1987, antes y después de estos años un volumen de agua casi igual con ligera tendencia a disminuir, pero con una subida en los últimos años.

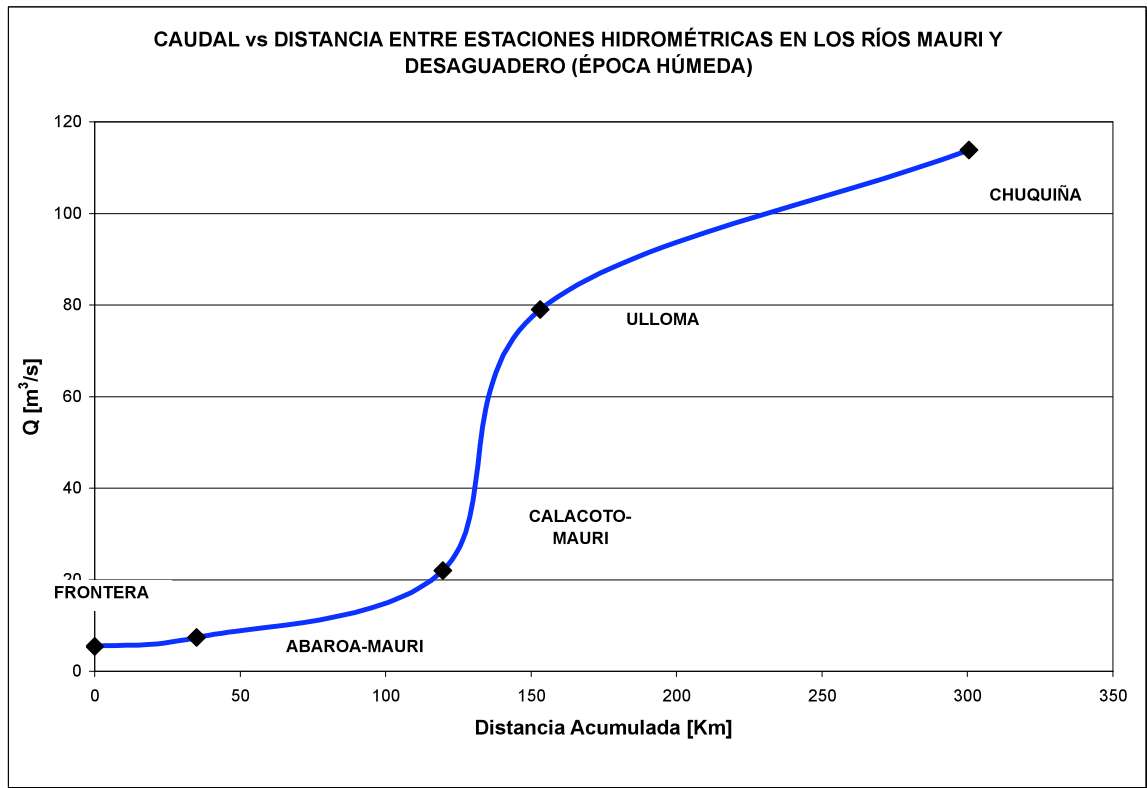


Figura 4 : Variación del Caudal Volumétrico Promedio en época húmeda en los ríos Mauri - Desaguadero.

En la Figura 4, podemos apreciar el incremento constante del Caudal del río Mauri – Desaguadero por el aporte de los afluentes y fuentes naturales, después de Calacoto se unen los ríos Mauri y Desaguadero y se ve el fuerte incremento del Caudal.

En el ANEXO, se encuentran los valores de Caudal facilitados por el Ing. Jorge Molina, de la misma manera se presentan Gráficos de los Caudales.

6.2.2 FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN LAS CUENCAS DEL MAURI Y DESAGUADERO (SECTOR BOLIVIANO)

Al margen de las fuentes de contaminación existentes en el sector peruano, también es importante describir a aquellas que se encuentran en territorio boliviano y que de alguna manera también inciden o podrían acelerar los procesos de contaminación de las aguas y de los otros recursos naturales de la cuenca.

De acuerdo a la inventariación y sistematización de los depósitos de metales, realizados en base a la información de SERGEOMIN, 1999 (ver mapa de fuentes de contaminación natural y antrópica: mapa 3 y tabla 9), existen en la parte boliviana del Mauri y Desaguadero, importantes yacimientos (distritos) de metales, principalmente como minerales de Cu (ej: Distrito minero de San Silvestre, Challapa-Chacarilla y Corocoro). Por otro lado, el cobre se encuentra también asociado a otros metales como el oro, plata, plomo, zinc y otros (ej: Distritos Chicuani-Taricoya, Laurani y otros), los mismo que en algunos casos van asociados al arsénico (distrito Chicuani-Taricoya en Tomuyo).

De acuerdo a los estudios realizados por la Swedish Geological AB (1996) en la cuenca del Mauri, algunas las formaciones geológicas como Berenguela, Mauri, etc, están constituidas principalmente de rocas sedimentarias y volcánicas del Terciario, las mismas que contienen minerales polimetálicos (plata, oro, cobre, arsénico, zinc, cadmio, plomo, antimonio y otros). De estos elementos, el plomo y cadmio son más tóxicos para los animales y el hombre, mientras que el cobre y cobalto son más fitotóxicos. Cabe mencionar que algunos de estos elementos como el Cu, Zn y Co, son necesarios para las plantas en cantidades muy pequeñas ya que juegan un papel muy importante en el metabolismo de las mismas, pero en cantidades un poco mayores ya son tóxicos.

Considerando que en gran parte del Altiplano, los diferentes minerales polimetálicos en las rocas de la Cordillera, vienen asociados a la pirita (sulfuro de hierro), generalmente el agua de lluvia reacciona con este mineral favoreciendo la formación de ácido sulfúrico. Este ácido, acelera la movilización de los metales pesados (la mayoría de los metales son movibles en

condiciones ácidas), los mismos que pueden pasar a las aguas superficiales y subterráneas. Por otro lado, los suelos formados a partir de materiales ricos en metales, pueden contener mayores concentraciones que los suelos formados a partir de materiales pobres en metales.

En la parte alta del Mauri, no se ha detectado durante los viajes de campo o información proporcionado por los actores (en reuniones y talleres sostenidos), evidencias o noticias sobre actividades mineras. Sin embargo, en la parte boliviana desde hace una década, existen intentos para explotar oro en algunas localidades (comunicación oral de los Ingenieros W. Laguna, Cancillería y P. Molina, FOBOMADE). Por ej. La empresa Minera Takla Star, subsidiaria de COMOSU, durante el año 1977, ha realizado algunos trabajos de prospección en las cercanías de la comunidad de Pahasa (a 50 Km de la frontera con Chile). Por otro lado, en la actualidad se está explotando oro aluvial en la comunidad de Tiquerani, para cuya extracción se utilizará principalmente mercurio, el mismo que es considerado como altamente tóxico.

Así mismo, en el sector boliviano del Mauri, de acuerdo a información registrada por SERGEOTECMIN, existen importantes concesiones mineras otorgadas a empresarios y mineros, las mismas que si en un futuro se llegan a explotar podrían constituirse en una importante fuente de contaminación antrópica debido a la existencia de minerales polimetálicos en los que destacan algunos metales pesados.

Mientras que en la cuenca del río Desaguadero (parte media), desde hace décadas, se ha practicado la minería (Corocoro, Chacarilla, etc.), las mismas que en la actualidad piensan ser reactivadas y explotar principalmente cobre.

Estas actividades mineras, tal como sucede en el resto del Altiplano, han dejado en sus alrededores importantes depósitos de colas y desmontes (pasivos ambientales), los mismos que se siguen constituyendo en importantes fuentes de contaminación para los recursos naturales (agua y suelos), la flora y fauna del resto de la cuenca, ya que liberan por la acción de la piritita y el agua de lluvia, cantidades de elementos como el hierro y sulfatos y algunos metales.

Por otro lado, como el Desaguadero atraviesa entre Calacoto- Ulloma y Chilahualla importantes yacimientos del Terciario, esta zona aporta al

mencionado río importantes cantidades de yeso, sales y boro. De la misma manera el río Tarquiamaya afluente del Desaguadero, aporta en esta zona cantidades elevadas de cloruros y boro. Esta zona del terciario, también se caracteriza por una alta degradación (erosión) de sus colinas, terrazas aluviales y otras unidades de paisaje, aportando enorme volúmenes de sedimentos, aspecto que aumenta considerablemente el contenido de sólidos en suspensión en las aguas y disminuyendo por consiguiente su calidad.

Como en la llanura Fluviolacustre del río Desaguadero (a partir de Chilahualla y Huari Belén), provincias Aroma y G. Villarroel de La Paz y T. Barrón, Cercado y Saucarí de Oruro, se utilizan las aguas del Desaguadero para el riego de forrajes introducidos (alfalfa, triticale, cebada y otros) y cultivos anuales (haba, quinua y papa), es necesario tomar en cuenta la calidad de las aguas de riego.

En este sentido, las aguas de Desaguadero, según los estudios realizados por Orsag y Miranda (2000 a 2004) en las zonas de riego de Chilahualla y El Choro, aportan a los suelos regados, sales como cloruros, sulfatos de sodio, boro y arsénico y algunos metales pesados los mismos que se van acumulando paulatinamente en los suelos. En algunos sistemas de riego de las provincias mencionadas, los suelos regados por varias décadas, los suelos presentan mayor acumulación de metales (Cu, Ni, Zn, As, Cr, Pb, Ag, Al Fe, y otros) en sus horizontes superficiales que los suelos no regados.

También es necesario mencionar que de acuerdo los estudios llevados a cabo por la Swedish Geological AB (1995), en el sector de La Joya, el río Desaguadero drena algunas zonas cubiertas con sedimentos cuaternarios. Así mismo, existen en este sitio tobas dacíticas y sedimentos del Silúrico. Esta zona, según esta institución, se caracteriza por las concentraciones elevadas de algunos metales que presentan sus rocas. Así la colina Quivire, contiene rocas con minerales polimetálicos, donde los contenidos de plomo alcanzan los 7000 ppm, el zinc 2000 ppm, 25 ppm de cadmio. De la misma manera aguas abajo las rocas contienen elevados contenidos de As (28-1500 ppm). En ese sentido, esta zona es una fuente potencial muy rica para la contaminación de los recursos naturales de la zona de manera natural.

Las actividades mineras, que se practican en el Altiplano boliviano y la cordillera desde varias décadas, según Noras (1991), Orsag (1994 y 2001), Zapata y Fernández (1994), Swedish Geological AB (1996), es una de las causas principales para la contaminación del medio y acumulación de metales y otras sustancias tóxicas en los suelos, agua y vegetación.

Los suelos formados a partir de rocas que contienen minerales con concentraciones importantes de metales (cercaos a los yacimientos de polimetálicos), tal como sucede en algunos sitios del Altiplano y la Cordillera Oriental y Occidental, pueden presentar algunos metales en cantidades superiores a los suelos que no se forman de rocas ricas en metales.

Esto se debe a que en parte de la cuencas estudiadas, coinciden en su posición geográfica con la ubicación de las fajas mineralógicas (estanífera, plumboargentífera, antimonífera y cuprífera) que recorren paralelamente esta parte del país. Estas franjas son ricas en estaño, plata, zinc, antimonio, oro, wolfram, plomo, cobre y bismuto (Montes de Oca (1989). Estos metales, como se encuentran en forma de minerales polimetálicos, en las rocas ígneas y sedimentarias, pueden aportar una serie de elementos potencialmente tóxicos al suelo formado, luego de la mineralización por la acción de la pirita, agua u otros agentes.

Orsag (1994 y 2001) menciona que los suelos jóvenes de las serranías y colinas del altiplano, formados "in situ" sobre materiales ricos en metales y que no han sufrido alteraciones marcadas (debido al clima seco y frío de la región), pueden presentar contenidos importantes de metales y otros como el arsénico, gracias a la acción de la materia orgánica y arcilla que ayudan a fijarlos luego de su mineralización. Mientras que los suelos de la llanura altiplánica, presentan contenidos menores de metales, debido a que se han formado a partir de materiales heterogéneos aportados de diferentes lugares de la cuenca, los mismos que han sufrido variaciones durante su transporte.

Tabla 9. Ubicación de Depósitos Polimetálicos en la Cuenca del Río Mauri (Sector Boliviano)

AFLUYENTE	NOMBRE DEL DEPOSITO	ASOCIACIÓN METALICA	DISTRITO MINERO	UBICACIÓN	
				X	Y
Río Ancomarca (Subcuenca)	Kollota	Au-Ag-(Pb-Zn-Cu)	CATACORA	442342	8094625
	La Española	Au-Ag-(Cu)	CATACORA	443282	8095592
Río Blanco	Wackan Khollu	Ag-(Au)	ANALLAJCHI	511779	8030706
	Anallajchi	Ag-(Au)	ANALLAJCHI	509105	8018229
	La Riviera	Au-Ag-(Cu)	DEPOSITO AISLADO	487039	8028934
	Sucanavi	Ag-Au	DEPOSITO AISLADO	489281	8013467
	Mantos Negros	Mn	DEPOSITO AISLADO	518548	8019426
Río Caquena Abaroa	Las Vegas	Au-Ag	DEPOSITO AISLADO	473550	8058324
	Loma Tiburi	Cu	DEPOSITO AISLADO	481396	8034645
	Condor Iquiña	Cu-Ag	DEPOSITO AISLADO	480600	8032998
	La Montura	Ag-As	DEPOSITO AISLADO	473553	8014919
Río Cusi Cusini	Tarutani	Au-Ag-(Pb-Zn-Cu)	CATACORA	444750	8096181
	Santa Rosa	Au-Ag-(Pb-Zn)	CATACORA	445111	8093272
	El Norteño	Au-Ag	DEPOSITO AISLADO	453616	8106272
	Golden Hill	Au-Ag	DEPOSITO AISLADO	455390	8096101
	Alfa	Au-Ag	DEPOSITO AISLADO	457576	8088551
Río Mauri (Bolivia)	Pacocahua	Ag-(Pb-Zn-Cu-As)	BERENGUELA	474021	8084816
	Marimarini	Ag-(Zn-Cd-Pb-Cu-Ni)	BERENGUELA	474297	8087673
	San Luis	Ag-(Pb-Zn-Cd)	BERENGUELA	476567	8090315
	San José de Berenguela	Ag-(Pb-Zn-Cu-Mn)	BERENGUELA	475258	8088226
	Tatito Khollu	Au-Ag-(Pb-Zn-Cu)	BERENGUELA	477023	8086136
	Heil Hitler	Ag-(Pb-Zn-Cd)	BERENGUELA	477767	8090231
	Manco Kapac	Ag-(Pb-Cd-Zn-Cu-Sb)	BERENGUELA	477467	8087181
	Serkhe	Au-Ag	DEPOSITO AISLADO	460982	8081519

Fuente: SERGEOTECCMIN

Tabla 10. Ubicación de Depósitos Polimetálicos en la Cuenca Desaguadero Alto

AFLUYENTE	NOMBRE DEL DEPOSITO	ASOCIACIÓN METALICA	DISTRITO MINERO	UBICACIÓN	
				X	Y
Río Cumpucu Jauría	Porvenir	Cu-Ag	CORO CORO	553420	8117071
	Anaconda	Cu-Ag	CORO CORO	554166	8115345
	Elena Victoria	Cu-Ag-Pb-Zn	DEPOSITO AISLADO	531678	8110303
	Cumpucu	Zn-Pb-Ag-Cu	DEPOSITO AISLADO	541276	8107158
	Miriquiri	Au-Ag-(Pb-Zn-Cu)	DEPOSITO AISLADO	557800	8118159
Río Desaguadero	Desconocido	Cu	CORO CORO	551509	8118605
	Amacatani	Cu	DEPOSITO AISLADO	532456	8094616
Río Jachcha Jauría	Montebello	Cu	SAN SILVESTRE	525249	8149976
	Korpa	Cu	SAN SILVESTRE	526208	8147298
	Siempre Adelante	Cu	SAN SILVESTRE	528509	8147436
	La Casualidad	Cu	SAN SILVESTRE	528870	8147206
	Maria Elena	Cu	SAN SILVESTRE	531637	8146848
	San Silvestre	Cu	SAN SILVESTRE	532448	8145783
	Pache Khala	Ag-Au-(Pb-Zn-Cu)	DEPOSITOS ALIADOS	557510	8120823
	Calluma	Cu	SAN SILVESTRE	524091	8147921
	Cobre Chaca	Cu	SAN SILVESTRE	525368	8147153
	Cobre Chaca	Cu	CHACOMA	525387	8147153
Río Jachcha Mauri	Imprevista	Ag-(Pb-Zn-Cd)	BERENGUELA	480589	8087133
	El Zorro	Ag-(Pb-Zn-Cu-Ni-Cd)	BERENGUELA	481850	8086581
	Anaconda	Cu-Pb-Zn-(Ag-Cd-Ni)	BERENGUELA	484539	8086136
	Atahuallpa	Cu	DEPOSITO AISLADO	483190	8096816
Río Titir Jauría	Pontenzuelo	Cu-Ag	CORO CORO	557482	8108116
	Américas Unidas	Cu-Pb-(Ag)	CORO CORO	556528	8106494
	Transvaal	Cu	CORO CORO	557727	8104492
	Corocoro	Cu-Pb-(Ag)	CORO CORO	557696	8101480
	Callirpa	Zn-Pb-Ag	DEPOSITO AISLADO	574011	8108064
	Desconocido	Zn-Pb-Ag	DEPOSITO AISLADO	575101	8108823
	Willa Kholu	Cu	DEPOSITO AISLADO	576363	8106337

Fuente: SERGEOTECMIN

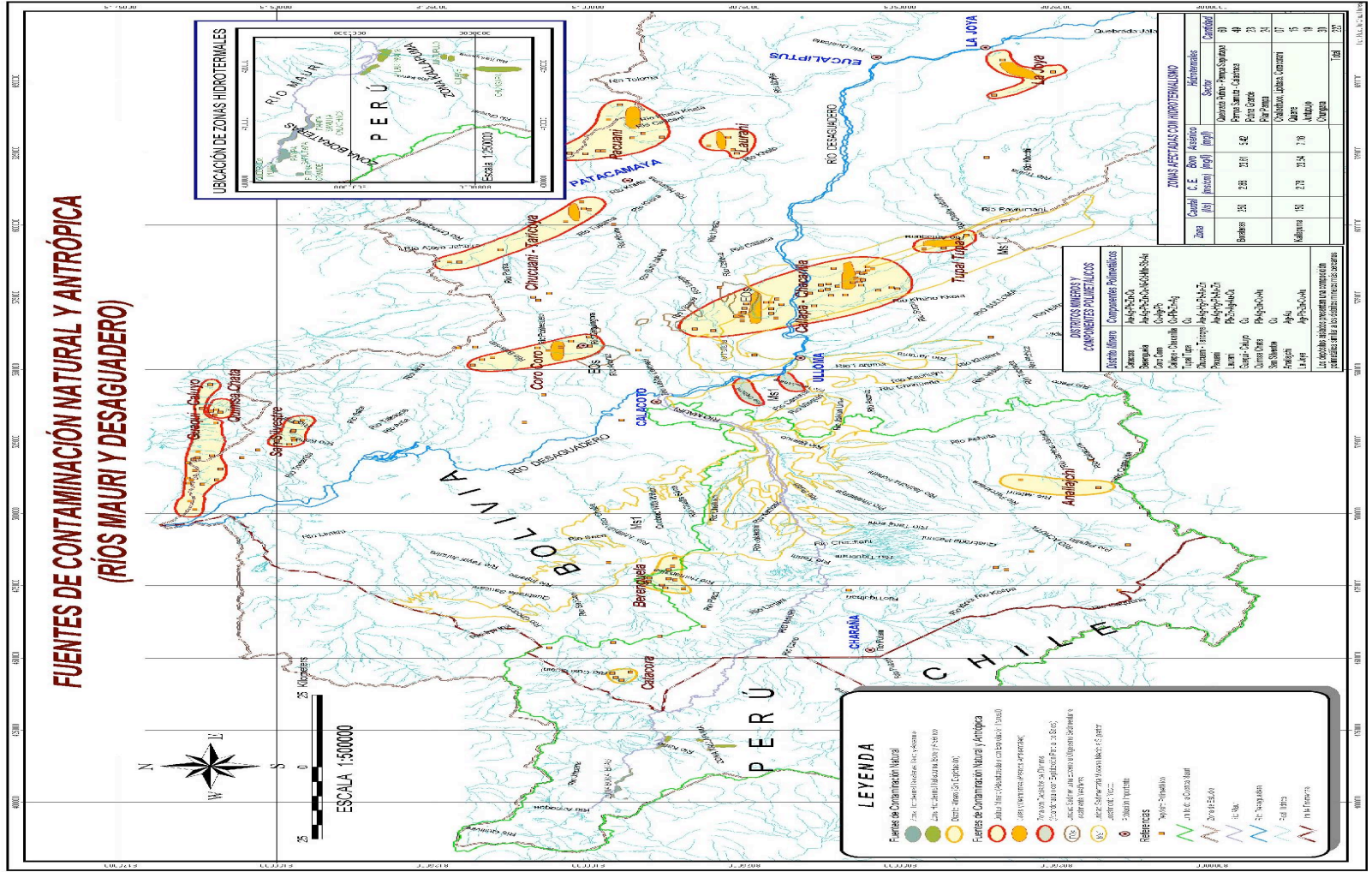
Tabla 11. Ubicación de Depósitos Polimetálicos en la Cuenca Desaguadero Medio

AFLUYENTE	NOMBRE DEL DEPOSITO	ASOCIACIÓN METALICA	DISTRITO MINERO	UBICACIÓN	
				X	Y
Río Caranguilla	Tangani	Cu	DEPOSITO AISLADO	561205	8035511
Río Challa Kallpa	El Hogar	Cu	CALLAPA CHACARILLA	568484	8076431
	Copacabana	Cu	CALLAPA CHACARILLA	569003	8075879
	Keyllaja	Cu	CALLAPA CHACARILLA	569774	8075617
	Gran Poder	Cu	CALLAPA CHACARILLA	568326	8075592
Río Challa Kallpa	Mallka Chahui	Cu	CALLAPA CHACARILLA	568013	8075362
	Trinidad	Cu	CALLAPA CHACARILLA	566875	8075362
	Pucara	Cu	CALLAPA CHACARILLA	569902	8075153
	Santiago	Cu	CALLAPA CHACARILLA	567878	8069998
Río Choque Phujo	Veta Verde	Cu-Ag-Pb	CALLAPA CHACARILLA	563529	8079983
Río Costilluda	Chiguana	Cu	CALLAPA CHACARILLA	576474	8064502
	Copacabana	Cu	CALLAPA CHACARILLA	579259	8062742
	Copacabana	Cu	CALLAPA CHACARILLA	577389	8062714
	Micoya	Cu	CALLAPA CHACARILLA	577761	8061664
	Tolamarca	Cu	CALLAPA CHACARILLA	579631	8061475
	Illimani	Cu	CALLAPA CHACARILLA	578893	8060091
	La Encontrada	Cu	CALLAPA CHACARILLA	581689	8057144
	Zaparini	Cu	CALLAPA CHACARILLA	580199	8057628
	Escondida	Cu	CALLAPA CHACARILLA	581514	8056450
	Chojña Khala	Cu	CALLAPA CHACARILLA	580446	8056537
	Lurjata	Cu	CALLAPA CHACARILLA	579185	8056251
	Quise Willki	Cu	CALLAPA CHACARILLA	581042	8056003
	Congreso	Cu	CALLAPA CHACARILLA	583678	8056738
	Borda	Cu	CALLAPA CHACARILLA	583358	8056115
	Chacarilla	Cu	CALLAPA CHACARILLA	583638	8055668
	Porfia	Cu-Pb-Zn-(Ag)	CALLAPA CHACARILLA	585570	8055253
	Eureka	Cu	CALLAPA CHACARILLA	584357	8055261
Mizague	Cu	CALLAPA CHACARILLA	584900	8054399	
Río Desaguadero Medio	16 de Julio	Cu	CALLAPA CHACARILLA	573260	8071546
	Clara Rosa	Cu	CALLAPA CHACARILLA	573269	8070683
	Noé	Cu	CALLAPA CHACARILLA	574481	8069780
	Ancojaira	Cu	CALLAPA CHACARILLA	585012	8060693
	Antaquira	Cu	TUPAL TUPA	591834	8046271
	Tupal Tupa	Cu	TUPAL TUPA	595259	8040867
Río Jayuma Llagua	San Agustín	Cu-Pb-Zn-(Ag)	DEPOSITO AISLADO	555047	8073401
	Celestina	Cu	CALLAPA CHACARILLA	564019	8082953
	Asunta	Cu	DEPOSITO AISLADO	556708	8092019

Río Kheto	Letanías	Zn-Pb-Cu	CHUCUANI TARICOYA	591440	8114083
	Mocal		CHUCUANI TARICOYA	601346	8103669
	Tomuyo	Au-Ag-(Hg)	CHUCUANI TARICOYA	605740	8100786
	Titiri	Ag-Au-(Pb-As)	CHUCUANI TARICOYA	608128	8101053
	Taricoya	Au-Ag-(Pb-Zn)	CHUCUANI TARICOYA	605420	8099874
	Victoria	Pb-Zn-Ag	LAURANI	627660	8080691
	Laurani	Au-Ag-Cu-(Pb-Zn)	LAURANI	630434	8077538
	Desconocido	Ag-Au-(Pb-Zn-Cu)	LAURANI	626208	8076879
	Santa Rosa y Concepción	Ag-Pb-(Au)	LAURANI	624868	8076228
	Patricia	Zn-Pb-Ag-(Au)	PACUANI	624854	8100440
	Pacuani	Zn-Pb-Ag-(Cu)	PACUANI	625774	8097570
	Colas y desmontes	Zn-Pb-Ag-(Au)	PACUANI	625774	8098420
	Porvenir	Sb	PACUANI	630252	8093021
	25 de Mayo	Pb-Zn-Ag	PACUANI	630518	8088186
	Desconocido	Zn-Pb-Ag	DEPOSITO AISLADO	600296	8095949
	Nuestra Señora de La Paz	Ag-Au-(Pb-Zn)	CHUCUANI TARICOYA	587306	8122244
	Chucuani	Ag-Au-(Pb-Zn)	CHUCUANI TARICOYA	587219	8120659
Río leche Lekheni	Colas	Cu	CORO CORO	559771	8102812
	Desmontes	Cu	CORO CORO	558163	8099734
	Colas	Cu	CORO CORO	561319	8099976
Río Llallagua Jauría	Esperanza	Cu	CALLAPA CHACARILLA	572087	8063772
	Hernán	Cu	CALLAPA CHACARILLA	575665	8061144
	Copacabana	Cu	CALLAPA CHACARILLA	575867	8058842
	Resguardo	Cu	CALLAPA CHACARILLA	577448	8053590
	El Inca	Cu	CALLAPA CHACARILLA	578397	8051404
	Codiciada	Cu	CALLAPA CHACARILLA	577962	8050489
	Desconocido	Cu	TUPAL TUPA	592094	8043060
Río Puchuni Jauría	Dinamita	Cu	CALLAPA CHACARILLA	571144	8074986
	San Francisco	Cu	CALLAPA CHACARILLA	572804	8074725
	La Exploradora	Cu	CALLAPA CHACARILLA	571129	8070645
	El Carmen	Cu	CALLAPA CHACARILLA	569464	8070685
	San Miguel	Cu-Ag	CALLAPA CHACARILLA	572548	8069099
	Jayuma	Cu	DEPOSITO AISLADO	578501	8078973

Fuente: SERGEOTECMIN

Mapa 3. Fuentes de Contaminación Potencial Natural y Antrópica (Ríos Mauri y Desaguadero)



6.2.3 CALIDAD Y CLASIFICACIÓN DE AGUAS

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

i. Validación de los datos de los Estudios recopilados

Para evaluar la consistencia de los resultados de análisis de agua de los diferentes proyectos y estudios, se utilizó la siguiente metodología:

- ⇒ Balance iónico.
- ⇒ Comparación del valor de la Conductividad Eléctrica con los resultados de aniones y cationes.

Considerando lo indicado anteriormente así como otros criterios, como ser el prestigio de las Instituciones y Laboratorios involucrados en los Estudios, los resultados del estudio de Validación de datos se encuentran en el siguiente cuadro, Tabla 12:

Tabla 12: Resultados de estudio de validación de datos de los Estudios recopilados.

Estudio	Descripción	Resultados de estudio de validación
E1	PROYECTO SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL: SIA	Faltan datos para corroborar el balance iónico. Se consideran valores de metales.
E2	PROYECTO IIG – UMSA: IIG – UMSA	No tiene datos de aniones, ni fechas de muestreo, pero tiene varios metales
E3	PROYECTO ESPECIAL TACNA (PET) DEL INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO (INADE): PET - INADE	Balance iónico y comparación con la CE aceptables.
E4	PROYECTO SISTEMA HIDROLÓGICO DEL ALTIPLANO (A.H.S.). CUENCA RÍO DESAGUADERO: AHS	Balance iónico y comparación con la CE aceptables, además tiene por lo menos 12 puntos medidos en cada estación
E5	PROYECTO “AGUAS Y SUELOS AFECTADAS CON HIDROTHERMALISMO, CUENCA RÍO MAURE”: ASAH	Balance iónico y comparación con la CE aceptables. Solo se considera 1 punto porque no está en la zona de estudio.
E6	PROYECTO PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL DE PROTECCIÓN-PREVENCIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DEL LAGO TITICACA, RÍO DESAGUADERO, LAGO POOPO Y LAGO SALAR DE COIPASA (SISTEMA T.D.P.S.): PDGB - TDPS	Balance iónico y comparación con la CE aceptables, dispone de al menos 8 puntos medidos en cada estación

E7	PROYECTO DE LA COMISIÓN TÉCNICA BINACIONAL BOLIVIANO-PERUANO: CTB BOL-PE		
	E7,1	Primera visita	No existe información de análisis
	E7,2	Segunda visita	6 puntos de inspección, 3 puntos con datos de análisis con balance iónico aceptable.
	E7,3	Tercera visita	Balance iónico y comparación con CE aceptables, datos en formato digital incompletos.
	E7,4	Cuarta visita	La información está en formato digital
	E7,5	Inspección noviembre 2004	La información está en formato digital
	E7,6	Inspección diciembre 2005	La información está en formato digital
E8	PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CHARAÑA PROV. PACAJES DPTO. LA PAZ: ALT-Charaña		Balance iónico y comparación con CE aceptables
E9	PROYECTO PREFECTURA: PDLP - IMA		Balance iónico y comparación con CE aceptables

Considerando los resultados de la Tabla 12, se van a considerar en los Estudios:

- **E 1:** Datos de metales, no se consideran datos de cationes y aniones porque no se disponen de datos suficientes para realizar un estudio de validación.
- **E 5:** Es un estudio en territorio Peruano, se consideran Puntos que están ubicados en la cabecera del río Mauri antes del ingreso a territorio Boliviano para evaluar la calidad y cantidad de agua que ingresa al País.
- **E 7-1:** El Estudio no tiene datos de análisis.

Además es necesario indicar que consideramos con mucho cuidado los siguientes estudios:

- **E 2:** El Estudio no tiene datos de aniones para evaluar el Balance iónico, los datos provienen de un Laboratorio de prestigio que utiliza varios elementos de Control de la Calidad para garantizar la validez de sus resultados.
- **E 7-4, E 7-5 y E 7-6:** Sólo se disponen de datos en formato digital que son incompletos, pero existen datos con Balance iónico y comparación con la Conductividad Eléctrica, aceptables.

En el ANEXO, se presentan los datos del estudio de validación.

ii. Puntos de clasificación

Para la selección de los Puntos de clasificación, se ha considerado los siguientes criterios:

- ◆ Datos disponibles: número de datos, datos de caudal volumétrico.
- ◆ Ubicación geográfica.
- ◆ Influencia de las contaminaciones urbanas, agrícolas y mineras.
- ◆ Influencia de los bofedales y sistemas de riego.
- ◆ Posición estratégica del Punto.

Considerando los criterios indicados en la Tabla 13 se presenta los Puntos seleccionados:

TABLA 13: Puntos de Clasificación de Calidad de Agua.

Punto de Clasificación		Lugar de muestreo	Coordenadas Geográficas		Número de Datos Disponibles	Estudio
Nº	CODIGO		X	Y		
1	PM-01	Río Ancoaque. Tunel Kovire	396811	8100563	2	E5
2	PM-02	Río Maure en Calachaca	409446	8093996	8	E3, E7
3	PAM-03	Río Chiliculco, Perú	417991	8095952	3	E7
4	PM-04	Río Maure en Azancallani	431731	8088560	4	E7
5	PM-05	Río Maure en Estación Frontera	450724	8077119	4	E7
6	PAM-06	Río Caquena en Estación Abaroa	473627	8061738	3	E7
7	PM-07	Río Mauri antes confluencia Río Caquena	473856	8062846	2	E7
8	PM-08	Río Mauri, General Pérez	487701	8063308	2	E7
9	PM-09	Río Mauri, Gral. Camacho	526192	8072761	4	E7
10	PAM-10	Río Blanco	528009	8072911	5	E2 , E3 , E9
11	PM-11	Río Mauri, Calacoto	537075	8087482	16	E3, 4, 6, 7, 9
12	PD-12	Río Desaguadero, Pte. Internacional	496181	8166866	5	E6 , E9
13	PAD-13	Río Lucuchata	507815	8158666	12	E4
14	PAD-14	Río Jacha Mauri y Río Tujsa Jahuirá	493262	8146981	2	E9
15	PD-15	Río Desaguadero, Aguallamaya	509427	8141233	12	E4
16	PAD-16	Río Desaguadero, Chutokhollo	528632	8139630	12	E4
17	PD-17	Río Desaguadero, Nazacara	519458	8131517	12	E4
18	PAD-18	Río Khillhuiri	518537	8110414	12	E4
19	PD-19	Río Desaguadero, Calacoto	541704	8092822	5	E7
20	PD-20	Ríos Mauri-Desaguadero, confluencia	541308	8087024	3	E7
21	PAD-21	Río Khañu	544274	8075586	7	E4, E9

22	PD-22	Río Desaguadero, Ulloma	548854	8068858	9	E7
23	PAD-23	Río Caranguillas	555967	8054006	2	E9
24	PD-24	Río Desaguadero, Pte. Japonés	573750	8067606	6	E6 , E9
25	PAD-25	Río Kheto, aguas abajo	614592	8092364	2	E9
26	PD-26	Río Desaguadero, Eucaliptos	656201	8052759	14	E1, E4
27	PD-27	Río Desaguadero, Chuquiña	664850	8028651	7	E1, E6
28	PD-28	Río Desaguadero, Pte. Español	697020	8001952	8	E6

iii. Evaluación de la Calidad de las aguas en los Puntos seleccionados

Para la clasificación las aguas de los diferentes cuerpos de agua estudiados se consideran los siguientes criterios:

a) **Criterios de Clasificación establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)**

Los criterios son básicamente los del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333.

El RMCH define en el Capítulo III, artículo 6º, como parámetros básicos a los siguientes:

Tabla N° 14 – Parámetros básicos de la Ley 1333² - RMCH

1. Arsénico Total
2. Cadmio
3. Cianuros
4. Colifecales, NMP
5. Cromo Hexavalente
6. Demanda Bioquímica de Oxígeno, **DBO₅**
7. Demanda Química de Oxígeno, **DQO**
8. Fosfato total
9. Mercurio
10. Oxígeno Disuelto
11. Plomo

² RMCH (Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica)

Además de los siguientes plaguicidas: Aldrin, Clordano, Dieldrin, DDT, Endrin, Malatión y Paratión. Para este estudio no se consideran datos de plaguicidas por el poco o ningún uso en la agricultura del lugar de estudio.

En cuanto a la calidad del cuerpo de agua y a la necesidad de su tratamiento, el RCMH, establece lo siguiente:

Tabla N° 15 – Descripción de la clase y procesos de tratamiento

CLASE	DESCRIPCIÓN DE LA CLASE Y PROCESOS DE TRATAMIENTO
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.
B	Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica
C	Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica.
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, y luego tratamiento físico – químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

En cuanto a la aptitud de uso de las aguas establece lo mostrado en el siguiente cuadro.

Tabla No 16 - Clasificación de los cuerpos de agua según su aptitud de uso

ORDEN	USOS	CLASE A	CLASE B	CLASE C	CLASE D
1	Para abastecimiento doméstico de agua potable después de:				
	a) Solo una desinfección y ningún tratamiento	SI	NO	NO	NO
	b) Tratamiento solo físico y desinfección	No necesario			
	c) Tratamiento físico – químico completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección	No necesario	No necesario	No necesario	SI
	d) Almacenamiento prolongado o presedimentación, seguidos de tratamiento, al igual que c)	No necesario	No necesario	No necesario	SI
2	Para recreación de contacto primario: natación, esquí, inmersión	SI	SI	SI	NO
3	Para protección de los recursos hidrobiológicos	SI	SI	SI	NO
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada, que sean ingeridas crudas sin remoción de ella.	SI	SI	NO	NO
5	Para abastecimiento industrial	SI	SI	SI	SI
6	Para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana	SI	SI	SI	NO
7	Para abrevadero de animales	NO (*)	SI	SI	NO
8	Para la navegación (***)	NO (**)	SI	SI	SI

(SI) Es aplicable, puede tener todos los usos indicados en las clases correspondientes.

(*) No en represas usadas para abastecimiento de agua potable

(**) No para navegación a motor

(***) No aplicable a acuíferos.

Clasificación de los cuerpos de agua según el RMCH de la Ley 1333

La clasificación de cuerpos de agua de la Ley 1333 – reglamento en materia de contaminación hídrica registra los valores mostrados en el Cuadro N° 19.

Tabla N° 17 - Valores máximos admisibles de parámetros en cuerpos receptores

Parámetro	Unidad	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
pH		6.0 a 8.5	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Temperatura	°C	+/-3°C del Cuerpo receptor	+/-3°C del Cuerpo receptor	+/-3°C del Cuerpo receptor	+/-3°C del Cuerpo receptor
Turbidez	UNT	< 10	< 50	< 100 < 200	< 200 < 1000
Color mg Pt/l	mg/l	< 10	< 50	<100	< 200
Oxígeno Disuelto OD (*)	mg/l	> 80 % Sat.	> 70 % Sat.	> 60 % Sat.	50 %
DBO₅ (*)	mg/l	< 2	< 5	< 20	< 30
DQO (*)	mg/l	< 5	< 10	< 40	< 80
Sólidos Disueltos – Totales	mg/l	1000	1000	1500	1500
Aceites y Grasas	mg/l	Ausente	Ausente	0,3	1
Nitratos	mg/l	20,0 c. NO ₃	30,0 c. NO ₃	50,0 c. NO ₃	50,0 c. NO ₃
Nitrógeno Total	mg/l	5 c. N	12 c. N	12 c. N	12 c. N
Cloruros	mg/l	0,02	0,1	0,2	0,2
Sulfatos	mg/l	300 c. SO ₄	400 c. SO ₄	400 c. SO ₄	400 c. SO ₄
Boro	mg/l	1.0 c. B	1.0 c. B	1.0 c. B	1.0 c. B
Sodio	mg/l	200	200	200	200
Calcio	mg/l	200	300	300	400
Magnesio	mg/l	100 c. Mg.	100 c. Mg.	150 c. Mg.	150 c. Mg.
Arsénico (*)	mg/l	0.05 c. As.	0.05 c. As.	0.05 c. As.	0.05 c. As.
Mercurio (*)	mg/l	0.001 Hg.	0.001 Hg.	0.001 Hg.	0.001 Hg.
Plomo (*)	mg/l	0.05 c. Pb	0.05 c. Pb	0.05 c. Pb	0.1 c. Pb
Cadmio (*)	mg/l	0.005	0.005	0.005	0.005
Cromo Total	mg/l		0.6 c. Cr + 3	0.6 c. Cr + 3	1.1 c. Cr + 3
Cromo Hexavalente (*)	mg/l	0.05 c. Cr. Total	0.05 c. Cr. + 6	0.05 c. Cr. + 6	0.05 c. Cr. + 6
Cianuros CN⁻¹ (*)	mg/l	0.002	0.1	0.2	0.2
Fosfatos PO₄⁻³ (*)	mg/l	0.4 c. ortofosfato	0.5 c. ortofosfato	1.0 c. ortofosfato	1.0 c. ortofosfato
Manganeso	mg/l	0.5 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn
Zinc	mg/l	0.2 c. Zn	0.2 c. Zn	5.0 c. Zn	5.0 c. Zn
Cobre	mg/l	0.05 c. Cu	1.0 c. Cu	1.0 c. Cu	1.0 c. Cu
Selenio	mg/l	0.01 c. Se	0.01 c. Se	0.01 c. Se	0.05c. Se
Antimonio	mg/l	0.01 c. Sb	0.01 c. Sb	0.01 c. Sb	0.01 c. Sb
Níquel	mg/l	0,05 c, Ni	0,05 c. Ni	0,5 c. Ni	0,5 c. Ni

Coliformes Termotolerantes (*)	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	<1000 y <200 en 80% de las muestras	<5000 y < 1000 en 80% de las muestras	<50000 y <500 en 80% de las muestras
---------------------------------------	-----------------	--	--	--	---

(*) Parámetros básicos

b) Criterios de la Organización Mundial de la Salud y de la Norma Boliviana 512.

Se emplean los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de la Norma Boliviana 512 para el caso de la clasificación de los cuerpos de agua destinadas al consumo humano. La Organización Mundial de la Salud y la NB 512, establecen los siguientes criterios, para la calidad del agua bebible (potable);

Tabla N° 18: Criterios de clasificación para consumo humano – OMS y NB - 512

PARÁMETRO	UNIDAD	LIMITE PERMISIBLE OMS	LIMITE PERMISIBLE NB - 512
Arsénico	mg/l	0,05	0.05
Boro	mg/l	0,3	0.3
Cadmio	mg/l	0,005	0.005
Cloruros	mg/l	250	250
Cobre	mg/l	2	1
Coliformes Termotolerantes	UFC ó NMP	No detectables en Muestra de 100 ml	No detectables en Muestra de 100 ml
Color mg Pt/l	UCV	15	15
Cromo Hexavalente	mg/l	0,05	
Cromo Total	mg/l	0,05	0,05
Dureza Total	mg/l	500	500
Hierro	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	mg/l	0,1	0,1
Mercurio	mg/l	0,001	0,001
Níquel	mg/l	0.02	0,05
Nitratos	mg/l	10	45
pH		6,5 - 9,5	6,5 – 9,0
Plomo	mg/l	0,05	0,01
Sodio	mg/l	200	
Sólidos Disueltos	mg/l	1000	1000
Sulfatos	mg/l	400	400
Turbidez	UNT	< 1.0	5
Zinc	mg/l	5	5

c) Criterios de la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación FAO y del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América USDA

Los criterios de la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación (FAO) y del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América USDA, se utilizan para determinar la capacidad del recurso hídrico con fines de riego.

El empleo de diferentes criterios conlleva sin lugar a dudas a ampliar la base para la toma de decisiones, de todos aquellos profesionales involucrados en el manejo de los recursos hídricos de una cuenca.

CRITERIO DE LA FAO

Para la evaluación de la calidad de agua de riego, se ha utilizado el estudio de la FAO (1987), que es una guía técnica, donde se establecen los valores límites permisibles del agua con fines de riego. De esta forma las directrices que se presentan son fundamentales para identificar las aguas que pueden ser problemáticas debido a posibles restricciones de uso derivadas de:

- La salinidad
- La velocidad de filtración del agua en el suelo
- La toxicidad de los iones específicos
- Efectos varios.

Tabla N° 19: Criterios de clasificación de Aguas de Riego - FAO



FAO - Para uso agrícola y riego

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE PERMISIBLE
pH		6,5-8,4
Salinidad	ds/m	N: <0,7 LM: 0,7-3,0 S: >3,0
Sólidos Disueltos	mg/l	0-2000
Nitratos	mg/l	0-10
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0-5
Fósforo Total	mg/l	0-2
Cloruros	me/l	0-30
Boro	mg/l	0-2
Sodio	me/l	0-40
Calcio	me/l	0-20
Magnesio	me/l	0-5
Arsénico	mg/l	0,10
Plomo	mg/l	5,00
Cadmio	mg/l	0,01
Cromo Total	mg/l	0,1
Cromo Hexavalente	mg/l	0,10
Hierro	mg/l	5,00
Manganeso	mg/l	0,20
Zinc	mg/l	2,00
Cobre	mg/l	0,20
Niquel	mg/l	0,2
RAS		N: <3 LM: 3-9 S: >9
Coliformes Termotolerantes	No./ml	<10000

N Ninguno

LM Ligera Moderada

S Severa

CRITERIO DE LA USDA

Calidad del Agua para el Riego de Cultivos

La producción de un cultivo es una función que depende de múltiples variables, como lo son, la naturaleza o tipo de cultivo, la naturaleza del terreno o tipo de suelo, y la calidad o composición del agua utilizada para el riego, entre muchos otros factores. Aún cuando todos estos factores son necesarios e importantes para maximizar la productividad de un cultivo, en este texto se exponen aquellos factores relacionados específicamente con la calidad del agua.

La clasificación del agua para el riego de cultivos se fundamenta en dos criterios desarrollados por el Laboratorio de Salinidad de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA. De acuerdo con estos criterios, la calidad del agua para el riego de cultivos puede expresarse en función de dos variables:

Una variable que pondera la salinidad del agua mediante la medición de su conductividad eléctrica, debido a que dicha propiedad afecta adversamente y en diferentes grados, a los diversos tipos de cultivos. La segunda variable que se tiene en cuenta, es una relación que se conoce genéricamente como el RAS, (Relación de Absorción de Sodio) y que mide básicamente la proporción de sodio a calcio y magnesio que contiene la muestra.

La importancia de medir el RAS radica en que el ion sodio tiene por característica, una fuerte tendencia a desestabilizar las arcillas, taponando con ello los poros del suelo, y coadyudando a los fenómenos de anorexia en las plantas. Adicionalmente, el sodio y el cloruro acumulado en el perfil del suelo, ocasiona problemas de tipo osmótico en los tejidos vegetales. Matemáticamente, el RAS se expresa mediante la siguiente relación:

En donde la concentración de sodio, calcio y magnesio, se expresa en términos de meq/l.

Criterio de Salinidad

En relación con la salinidad del agua, esta puede clasificarse en los siguientes cuatro grupos:

C-1 (de 0 a 250 micromhos): El agua con poca *salinidad* se puede usar en el riego de la mayor parte de los suelos con pocas probabilidades de que se desarrolle salinidad en ellos. Puede ser necesario algo de lavado, pero esto ocurrirá en el riego en condiciones normales, excepto en los casos en los que la permeabilidad sea muy poca.

C-2 (de 250 a 750 micromhos): *Agua con salinidad moderada* puede usarse para riego de todas las plantas menos de las más sensibles, cuando se cultivan en suelos de permeabilidad

elevada a media. Con los suelos de poca permeabilidad, habrá que tener algunas precauciones con los lavados, y a veces habrá que hacer la selección de plantas de mediana tolerancia. Generalmente, con la manera ordinaria de regar se lavarán lo suficiente.

C-3 (de 750 a 2250 micromhos): *Agua de salinidad media a elevada* debe usarse solamente en los suelos de permeabilidad moderada a buena. Serán necesarios lavados regulares a menudo para evitar una seria salinidad. Serán necesarios cuidados especiales para el control de salinidad a menudo, y deberán elegirse plantas con tolerancia de salinidad de moderada a buena.

C-4 (de 2250 a 4000 micromhos): *Agua con salinidad elevada* puede usarse para riego solamente en los suelos de buena permeabilidad y cuando se dan lavados especiales para quitar el exceso de sal. Sólo se cultivaran cosechas tolerantes a la sal.

C-5 (de 4000 a 6000 micromhos): *Agua con salinidad muy elevada* generalmente es inadecuada para el riego y debe usarse solamente en terrenos muy permeables , con lavados frecuentes y con plantas de tolerancia elevada a la sal.

C-6 (más de 6000 micromhos): *Agua con salinidad excesiva* no debe *usarse* para riego.

CRITERIO DE LA RAS

En relación con el valor de la RAS, las aguas también se clasifican en 4 grupos:

S-1: *Agua con poco sodio* puede usarse en casi todos los suelos con poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable.

S-2: *Agua con cantidades medias de sodio* presentan un peligro apreciable en los suelos que contengan mucha arcilla y poca materia orgánica, especialmente en malas condiciones para el lavado, a menos de que el suelo contenga yeso. Esta agua puede usarse muy bien en suelos de textura gruesa de buena permeabilidad.

S-3: *Agua con cantidades elevadas de sodio* tendrán la tendencia a producir acumulaciones peligrosas de sodio en la mayor parte de los suelos que no son yesosos y los suelos requerirán resultados especiales. Buen drenaje, lavados intensos, y adición de materias orgánicas para mejorar sus condiciones físicas, son necesarios para el éxito con esta agua. Pueden utilizarse las enmiendas químicas para intercambiar el sodio excepto con las aguas de muy elevada salinidad, en cuyo caso no es posible el uso de enmiendas.

S-4: Agua con cantidades muy elevadas de sodio serán generalmente inadecuadas para el riego, excepto con baja o quizás una salinidad media, cuando sea posible usar yeso u otras enmiendas. Las aguas con mucha sal y que están en las categorías inferiores de esta clase, pueden mantener el suelo suficientemente floculado para permitir una agricultura continua. Son necesarios muchos lavados.

Una vez que las aguas han sido clasificadas de acuerdo a estos dos criterios, el siguiente paso consiste en cruzar esta información en el diagrama de Schoeller, Figura No 5. En dicho diagrama figuran campos que se asocian a tipos diferentes de aguas, siendo los valores más altos, los correspondientes a las aguas menos apropiadas para el riego de cultivos.

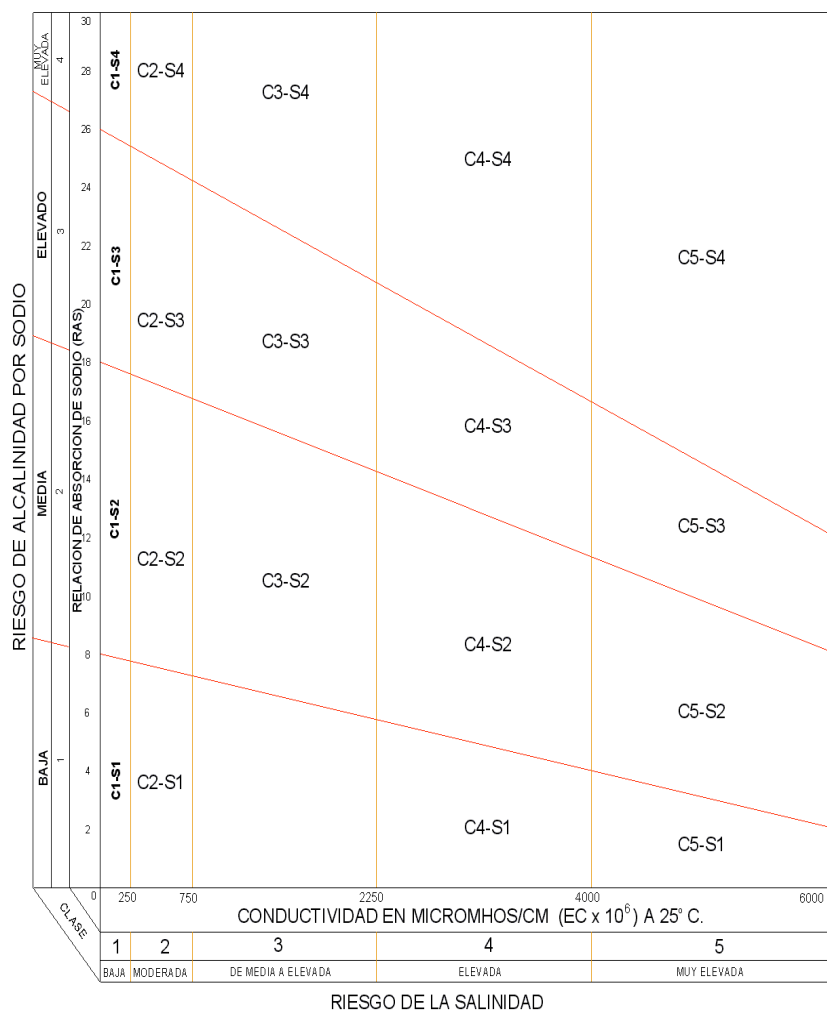


Figura N° 5: Diagrama de Schoeller - Criterios de clasificación de Aguas de Riego - USDA

CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Las siguientes tablas (Tabla 20) son un resumen de los valores encontrados en los diversos Estudios recopilados. Los valores son valores promedio en un lugar y en una época: húmeda o seca. Consideramos húmeda a los valores reportados entre los meses diciembre a marzo y seca a los reportados entre los meses de abril a noviembre en la zona del río Mauri, en la zona del Desaguadero se considera además a abril como época húmeda, siendo la época seca de mayo a noviembre. En algunos casos del mes de abril, se ha apelado a datos históricos y datos de caudales para saber si efectivamente corresponden a una época húmeda o seca.

En los cuadros (Tabla 20) se aprecia varias celdas en blanco, esto es debido a la escasez de datos: no se han encontrado valores de importantes parámetros en varios lugares claves, también existe falta de datos en algún lugar en todo el período comprendido para la época húmeda (noviembre a abril), este es el caso de los puntos PM-08 y PM-09 en el río Mauri en General Campero y en el río Mauri en la Estación Villa Palca, Charaña respectivamente.

Un estudio detallado de la Calidad de las aguas en los puntos elegidos se encuentra en el ANEXO. En dicho ANEXO, presentamos la clasificación de un Punto por los criterios de la Ley 1333, OMS, FAO, NB 512 y USDA, en el ANEXO, se da una descripción – interpretación de la clasificación realizada. Es preciso resaltar que en varios de los Puntos la clasificación no es la ideal por la falta de datos de importantes Parámetros, especialmente se aprecia falta de datos de elementos metálicos en la cuenca del río Mauri, en la frontera con Perú.

En la siguiente página y en el anexo final se presenta los mapas donde se ubican los puntos de monitoreo elegidos.

En este espacio presentamos un cuadro resumen y una descripción general de las siguientes zonas:

- Zona Peruana
- Zona río Mauri
- Zona afluentes del río Mauri
- Zona río Desaguadero
- Zona afluentes del río Desaguadero

Mapa 4. Puntos de Muestreo de Calidad de Aguas (Ríos Mauri y Desaguadero)
PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA (RÍOS MAURI Y DESAGUADERO)

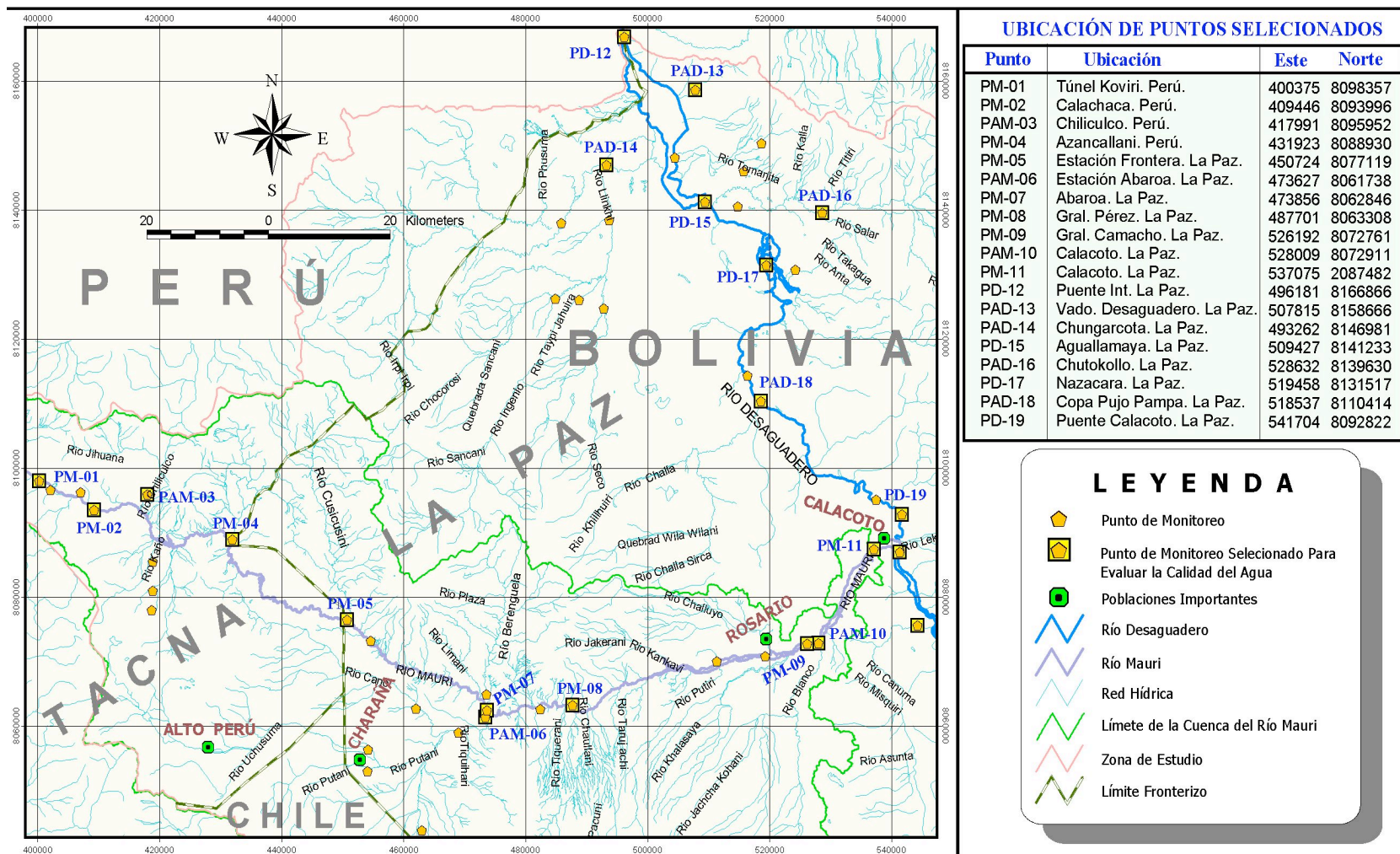


Tabla 20. Valores Promedio De los Parámetros Estudiados en Epoca Seca y Húmeda (Rios Mauri y Desaguadero)

Zona	CODIGO	Lugar de muestreo	Época	Caudal m³/seg	Cond µS/cm	pH	TDS mg/l	Cl- mg/l	SO₄²⁻ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	As mg/l	B mg/l	Cd mg/l	Co mg/l	Cu mg/l
1	PM-01	Río Ancoaque. Tunel Kovire	Seca	0.146	134	8.713	104.667	8.700	26.325	5.213	3.375	24.000	0.086	0.228			
			Húmeda	0.214	119	9.52	106.000	5.500	16.300	4.800	2.000	17.500	0.040	0.200	< 0.01		
	PM-02	Río Maure en Calachaca	Seca	0.873	2282	7.576	1502.000	685.128	64.808	33.124	14.864	397.725	4.234	23.320	0.002		<0.001
			Húmeda	1.025	1749	7.649	1288.000	536.400	54.800	4.700	3.900	390.000	6.300	23.100	< 0.01		
PM-04	Río Maure en Azancallani	Seca	0.910	1546	8.592	953.273	348.569	49.128	23.365	18.274	264.977	1.750	8.011	0.002		<0.001	
		Húmeda	2.500	1325	8.519	912.000	366.800	54.700	5.100	13.600	236.000	3.600	12.300	< 0.01			
2	PM-05	Río Maure en Estación Frontera	Seca	1.912	1274	8.667	774.000	297.850	38.106	22.208	13.925	243.088	2.263	9.203	0.002		<0.001
			Húmeda	2.393	1199	8.479	830.000	319.100	50.400	5.800	15.000	200.000	2.100	11.500	< 0.01		
	PM-07	Río Mauri antes c. Río Caquena	Seca	1.920	1369	8.610	817.833	305.307	42.241	25.937	15.356	228.657	2.617	9.573	0.001		
			Húmeda	5.002	1068	8.329	612.000	187.100	45.900	16.300	12.900	152.000	1.600	5.460	< 0.01		
	PM-08	Río Maure, Gral. Campero	Seca	2.229	1553	8.500	766.000	425.000	130.000	40.400	31.200	323.300	1.023	7.250			
			Húmeda														
PM-09	Río VilaPalca, Charaña	Seca	2.995	1175	8.509	716.000	236.750	85.250	34.350	24.725	214.425	0.839	4.675	0.001			
		Húmeda															
PM-11	Río Mauri, Calacoto	Seca	6.701	1143	8.441	611.506	226.904	82.076	40.715	17.668	150.220	0.565	4.674	0.002	0.050	0.036	
		Húmeda	19.135	1054	8.534	745.793	325.532	95.239	47.696	18.017	217.022	1.021	3.004	0.001	0.040	0.041	
3	PAM-03	Río Chiliculco, Perú	Seca		384	9.350	280.000	59.100	32.300	2.800	3.400	68.400	0.300	0.800			
			Húmeda		729	8.439	514.000	137.500	50.300	20.900	19.800	19.800	0.050	0.900	< 0.01		
	PAM-06	Río Caquena en Estación Abaroa	Seca	0.424	3233	8.320	1894.400	757.928	258.863	77.842	80.898	561.300	1.847	8.928	0.003		
			Húmeda	1.812	1595	8.299	1304.000	346.600	225.000	45.700	37.400	494.100	0.800	0.800	< 0.01		
PAM-10	Río Blanco	Seca	6.971	1414	8.538	983.487	336.352	150.811	46.793	37.544	293.395	0.519	2.113				
		Húmeda	7.299	1420	8.54	998.648	338.819	157.58	48.779	39.242	298.955	0.408	1.618	< 0.02			
4	PD-12	Río Desaguadero, Pte. Internacional	Seca	57.905	1663	8.774	834.714	297.600	237.200	52.171	37.971	206.329	0.020	1.403	<0.1	0.040	0.000
			Húmeda	46.762	1661	8.708	889.241	318.747	253.262	52.987	37.690	207.818	0.042	1.485	0.040	0.040	0.004
	PD-15	Río Desaguadero, Aguallamaya	Seca		1855	9.105	931.333	336.917	278.600	56.833	43.083	230.983		1.603			
			Húmeda		1767	9.214	895.500	309.300	255.700	62.767	35.967	198.867		1.542			
	PD-17	Río Desaguadero, Nazacara	Seca		1856	8.957	939.667	325.467	271.017	60.650	41.467	230.267		1.462			
			Húmeda		1839	9.418	921.800	328.500	239.140	60.720	40.480	214.280		1.435			
PD-19	Río Desaguadero, Calacoto	Seca	56.670	2046	8.751	1077.920	355.200	278.400	68.780	39.280	268.360	0.150	1.249	0.000	0.050	0.000	
		Húmeda		2109	8.781	1095.778	420.375	307.363	83.875	36.213	286.913	0.055	1.139	0.043	0.040	0.000	

Zona	Código	Lugar de muestreo	Época	Caudal m³/seg	Cond µS/cm	pH	TDS mg/l	Cl- mg/l	SO₄²⁻ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	As mg/l	B mg/l	Cd mg/l	Co mg/l	Cu mg/l	
4	PD-20	Ríos Mauri-Desaguadero, confluencia	Seca	45.173	1906	7.660	1186.000	329.650	276.250	43.150	39.450	265.950	0.137	0.900				
			Húmeda		1456	8.800	711.000											
	PD-22	Río Desaguadero, Ulloma	Seca	72.260	1796	8.656	906.000	320.520	214.520	58.780	31.400	221.360		1.998				
			Húmeda		1879	8.373	944.000	365.433	209.200	64.900	31.900	220.467		2.177				
	PD-24	Río Desaguadero, Pte. Japonés	Seca		1774	8.491	926.836	335.536	218.364	62.595	29.945	223.663	0.041	2.172	0.001	0.050	0.013	
			Húmeda	165.955	1735	8.430	895.150	351.509	183.921	68.642	24.262	222.256	0.082	2.273	0.000	0.040	0.015	
	PD-26	Río Desaguadero, Eucaliptos	Seca		1884	8.467	946.600	304.465	227.952	67.320	33.580	243.160	0.341		0.003		0.005	
			Húmeda		1624	8.284	846.833	279.652	181.060	66.367	23.817	203.600	0.136		0.001		0.003	
PD-27	Río Desaguadero, Chuquiña	Seca		1836	8.817	1060.000	446.150	197.752	62.450	30.800	298.100	0.112	3.513	0.036	0.080	0.015		
		Húmeda		2180	8.404	1215.000	476.013	207.096	79.033	24.200	361.500	0.324	4.544	0.002	0.050	0.012		
PD-28	Río Desaguadero, Pte. Español	Seca	8.820	2488	8.627	1247.429	529.643	314.757	77.157	45.614	344.329	0.243	2.709	0.020	0.070	0.000		
		Húmeda		2792	8.300	1420.625	658.438	271.886	90.638	38.800	396.013	0.138	1.913	0.035	0.050	0.000		
5	PAD-13	Río Lucuchata	Seca		458	7.980	232.500	7.317	80.217	49.450	7.567	26.983		0.272				
			Húmeda		285	8.322	148.000	3.360	45.360	36.760	5.820	12.480		0.322				
	PAD-14	Río Jacha Mauri y Río Tujsa Jahuirá	Seca	1.23	750	7.77	787.03	176.82	151.53	93.44	12.17	93.15	0.015	0.8	0.003		0.067	
			Húmeda	4.191	643	8.050	553.240	131.176	75.950	50.668	10.940	68.947	0.029	0.487	< 0.0001		0.012	
	PAD-16	Río Desaguadero, Chutokhollo	Seca	0.385	2768	8.410	1401.667	621.300	336.950	131.117	21.500	387.300		0.270				
			Húmeda		1718	8.406	865.600	323.240	218.060	100.980	16.280	205.580		0.305				
	PAD-18	Río Khillhuiri	Seca		652	8.420	330.800	31.740	146.780	88.440	6.780	29.920		0.232				
			Húmeda		660	8.492	332.800	29.740	143.940	88.660	8.360	26.920		0.327				
	PAD-21	Río Khañu	Seca		6152	8.318	3147.938	1677.002	244.076	161.042	16.870	1015.100		0.840			<0.049	
			Húmeda		6626	8.140	3323.333	1823.833	264.233	242.367	17.600	953.433		0.779				
	PAD-23	Río Caranguillas	Seca	2.035	1156	8.372	609.276	201.379	128.576	67.599	7.656	141.620	0.009	0.496	0.002		0.048	
			Húmeda	0.740	1080	8.208	598.750	263.158	158.082	84.142	10.200	147.523	0.013	0.554	0.0002		0.019	
	PAD-25	Río Kheto, aguas abajo	Seca	0.020	697	8.700	440.780	26.520	67.290	49.450	16.510	67.500	0.033	1.040	0.002		< 0.049	
			Húmeda	0.160	363	7.910	203.520	13.472	71.974	33.891	13.702	21.451	0.009	0.359	0.000		0.015	

Zona	Código	Lugar de muestreo	Época	Cr mg/l	Fe mg/l	Hg mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Sb mg/l	Se mg/l	Sn mg/l	Zn mg/l	DO Sat %	DBO ₅ mg/l	DQO mg/l	Colif Term UFC/100 ml		
1	PM-01	Río Ancoaque. Tunel Kovire	Seca		0.290		<0.1												
			Húmeda	< 0.01														< 0.01	
	PM-02	Río Maure en Calachaca	Seca	< 0.01	0.115	0.220	0.109		0.027			0.029						< 0.01	
			Húmeda	< 0.01															< 0.01
	PM-04	Río Maure en Azancallani	Seca	<0.01	0.138	0.110	0.071		0.030			<0.009						<0.01	
			Húmeda	< 0.01															< 0.01
2	PM-05	Río Maure en Estación Frontera	Seca	<0.01	0.228	<0.002	0.058		<0.05			0.015						<0.01	
			Húmeda	< 0.01															< 0.01
	PM-07	Río Mauri antes c. Río Caquena	Seca	< 0.01	0.167	<0.002	0.078		0.021									< 0.01	
			Húmeda	< 0.01															< 0.01
	PM-08	Río Maure, Gral. Campero	Seca		0.030		0.200												
			Húmeda																
	PM-09	Río Mauri, Est. Villa Palca, Charaña	Seca	< 0.01	0.020		0.200												< 0.01
			Húmeda																
	PM-11	Río Mauri, Calacoto	Seca	0.051	0.362	0.004	0.199	0.050	0.019	0.016	< 0.0015	0.060	93.176	1.000	4.000	6.000		0.051	
			Húmeda	0.010	0.893	< 0.0001	0.538	0.050	0.049	0.024	< 0.0001	0.129	87.790	1.463	6.004	15000.0		0.010	
3	PAM-03	Río Chiliculco, Perú	Seca																
			Húmeda	< 0.01														< 0.01	
	PAM-06	Río Caquena en Estación Abaroa	Seca	0.002	0.213	< 0.002	0.117		0.053									0.002	
			Húmeda	< 0.01															< 0.01
	PAM-10	Río Blanco	Seca	0.037	0.162	< 0.002	0.287	< 0.053	0.015	< 0.001	< 0.0015	0.042	63.460	1.150	5.070	13.000		0.037	
			Húmeda	0.005	0.150	< 0.0001	0.049	< 0.01	0.007	< 0.001	< 0.0001	< 0.01	103.850	1.663	6.275	1800.00		0.005	
4	PD-12	Río Desaguadero, Pte. Internacional	Seca	0.010	0.029	0.007	0.000	0.040	0.030	0.040		0.400	0.000	98.914					
			Húmeda	0.002	0.033	<0.0034	<0.01	0.026	0.030	0.020	0.0002	0.500	0.054	98.286	1.200	4.030		305.000	
	PD-15	Río Desaguadero, Aguallamaya	Seca		0.033									98.667					
			Húmeda		0.017									84.800					
	PD-17	Río Desaguadero, Nazacara	Seca		0.083									105.167					
			Húmeda		0.000									105.800					
	PD-19	Río Desaguadero, Calacoto	Seca	0.010	0.050		0.100	0.050	0.020	0.030		0.500	0.000	93.329					
			Húmeda	0.010	0.017	0.008	0.050	0.040	0.020	0.020		0.450	0.000	92.500					

Zona	Código	Lugar de muestreo	Época	Cr mg/l	Fe mg/l	Hg mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Sb mg/l	Se mg/l	Sn mg/l	Zn mg/l	DO Sat %	DBO ₅ mg/l	DQO mg/l	Colif Term UFC/100 ml	
4	PD-20	Ríos Mauri-Desaguadero, confluencia	Seca		0,040		0,200											
			Húmeda															
	PD-22	Río Desaguadero, Ulloma	Seca		0,040									97,800				
			Húmeda		0,200										101,333			
	PD-24	Río Desaguadero, Pte. Japonés	Seca	0,051	0,187	0,006	0,064	2,355	0,018	0,020	< 0,0015	0,400	0,030	93,691	1,490	4,000	0,000	
			Húmeda	0,002	0,571	< 0,0001	0,311	0,047	0,024	0,025	0,000	0,277	0,066	90,584	<1	<4	920,000	
	PD-26	Río Desaguadero, Eucaliptos	Seca		0,124	0,000	0,013	0,009	0,011	0,050			0,302	0,002	104,800			
			Húmeda		0,192	0,000	0,035	0,004	0,020	0,045			0,267	0,004	92,000			
PD-27	Río Desaguadero, Chuquiña	Seca	0,455	0,383	0,004	0,123	0,056	0,022	0,028			0,150	0,016	91,000				
		Húmeda	0,503	1,203	0,000005	0,157	0,058	0,025	0,020			0,200	0,030	88,000				
PD-28	Río Desaguadero, Pte. Español	Seca	0,000	0,057		0,017	0,070	0,025	0,052			0,197	0,000	76,371				
		Húmeda	0,000	0,075		0,014	0,060	0,026	0,060			0,343	0,000	73,429				
5	PAD-13	Río Lucuchata	Seca		0,083									83,050				
			Húmeda		0,040										85,200			
	PAD-14	Río Jacha Mauri y Río Tujsa Jahuira	Seca	< 0,091	0,587	0,00686	0,271	< 0,053	0,00686	< 0,001	< 0,0015		0,044		< 1,00	< 4,00	60	
			Húmeda	0,009	< 0,07	< 0,0034	< 0,01	0,029	< 0,0034	< 0,001	0,000	< 0,05	< 0,01			< 1,00	< 4,00	28,000
	PAD-16	Río Desaguadero, Chutokhollo	Seca		0,050									101,750				
			Húmeda		0,020										100,300			
	PAD-18	Río Khillhuiri	Seca		0,050									99,520				
			Húmeda		0,025										94,800			
	PAD-21	Río Khañu	Seca	<0,091	0,332	#DIV/0!	0,936	<0,053				<0,0015		98,750	1,280		40,000	
			Húmeda		0,100										96,667			
	PAD-23	Río Caranguillas	Seca	0,005	0,275	0,0002	0,278	< 0,053	0,012	< 0,001	< 0,0015		0,034	95,320	1,200	4,000	10,000	
			Húmeda	< 0,0031	0,306	< 0,0001	0,228	0,029	0,009	< 0,001	< 0,0001	< 0,05	0,066	96,955	< 1	4,770	2000,000	
PAD-25	Río Kheto, aguas abajo	Seca	< 0,091	0,353	0,035	0,516	< 0,053	0,035	< 0,001	< 0,0015		0,037		1,410	< 4,00	130,000		
		Húmeda	0,006	1,198	0,009	0,141	0,018	0,009	< 0,001	0,000	< 0,05	0,049		2,463	7,772	8000,000		

- **Zona Peruana**

Comprende a los Puntos **PM-01 Río Ancoaque, Túnel Kovire. Perú, PM-02 Río Maure, Aguas abajo de los baños Calachaca. Perú, PAM-03 Río Chiliculco, Chiliculco. Perú, PM-04 Río Maure, Azancallani. Perú.**

Estas aguas de acuerdo con la Clasificación realizada son de Calidad media a baja, contienen importantes cantidades de boro y arsénico en ambas épocas, la Conductividad eléctrica en estos puntos es alta con una tendencia a disminuir levemente su valor en época húmeda, las aguas son ligeramente alcalinas o alcalinas por su pH encima de 8, en Calachaca los valores de pH son mas bajos; también existe una apreciable cantidad de sales (cloruros y sodio); no son aptas para consumo humano por la presencia de los elementos indicados. En general las aguas son medianamente aptas para uso agrícola (riego) y no presentan peligro de salinidad pero existe el riesgo de la acumulación de sodio, la presencia de boro y arsénico disminuye su aptitud como agua de riego. El mayor contenido de metales en época húmeda se debe al arrastre y disolución de sales por la presencia de agua y disolución de sedimentos, la mayor presencia de boro y arsénico en el Punto PM-2 en Calachaca es por efecto de las aguas contaminadas de la quebrada Putina. Solamente en las nacientes del río Maure en Kovire el agua se calificaría como agua apta para el consumo humano. Según la Clasificación de la USDA, son aguas de tipo **C3-S1 y C3-S2**, tienen alta salinidad y por su contenido de sodio no deben usarse en suelos cuyos drenajes sean deficientes.

- **Zona río Mauri**

Comprende a los puntos: **PM-05 Río Maure, Estación Frontera. Catacora. Gral. Pando, PAM-06 Río Caquena, Estación Abaroa. Charaña. Pacajes, PM-07 Río Mauri, Aguas arriba antes de la confluencia con el Río Caquena. Abaroa, PM-08 Río Maure, Gral. Pérez. Pacajes-Bolivia, PM-09 Río Maure Gral. Camacho. Pacajes,**

Las aguas del río Mauri en Bolivia son de conductividad media elevada, presentan alto contenido de sodio y cloruros; lo importante es que contienen apreciables cantidades de arsénico y boro que provienen del Perú y de origen natural, estas concentraciones bajan la calidad de esta agua que para su uso en las diferentes actividades deben ser tratadas o usadas con precaución. Existen depósitos metálicos (oro, plata) y distritos mineros pero no se disponen de datos de esos parámetros, en algunos lugares se aprecia presencia de

manganeso, antimonio y mercurio. Las aguas que ingresan a Bolivia no son aptas para las diversas actividades del hombre pero a medida que recibe importantes contribuciones de sus afluentes la calidad del agua sube pero sigue conteniendo cantidades apreciables de boro, arsénico y sales. En Calacoto se aprecia la presencia de coliformes termotolerantes provenientes de la contaminación urbana (Calacoto) y animal.

- **Zona afluentes del río Mauri**

PAM-03 Río Chiliculco, Chiliculco. Perú ; PAM-06 Río Caquena, Estación Abaroa. Charaña. Pacajes; PAM-10 Río Blanco, Calacoto. Pacajes

Las aguas que confluyen al río Mauri presentan las características de la zona: contenido de sales (sodio, cloruros, conductividad) que van de medio a alto contenido; presencia por encima de los límites permisibles de boro y arsénico y presencia en algunos lugares de metales como manganeso. El río Chiliculco es de buena calidad con la excepción de su alto valor de pH y arsénico en la época seca, en la época húmeda es de buena calidad, aunque el valor del pH sigue siendo algo elevado. El río Caquena es de menor calidad por la presencia de sales y su alto valor de arsénico, no se tienen datos de boro, en la época húmeda disminuye levemente su valor pero sigue siendo alto (As y sales). El río Blanco es de una calidad media, la presencia de boro y arsénico en ambas épocas disminuye su calidad. La RAS es alta en las aguas del río Caquena por su elevada conductividad eléctrica y presencia de sales lo que significa menor calidad como agua de riego, esta agua exigen prácticas especiales de manejo, buen drenaje, fácil lavado y adiciones de materia orgánica para un uso adecuado.

- **Zona río Desaguadero**

PD-12 Río Desaguadero, Puente Internacional nuevo; PD-15 Río Desaguadero, Aguallamaya. Jesús de Machaca. Ingavi. La Paz; PD-17 Río Desaguadero, Nazacara. Jesús de Machaca. Ingavi. La Paz; PD-19 Río Desaguadero, En puente Calacoto. Calacoto. Pacajes; PD-20 Ríos Mauri-Desaguadero, Confluencia. Calacoto. Pacajes; PD-22 Río Desaguadero, Ulloma. Santiago de Callapa. Pacajes. La Paz; PD-24 Río Desaguadero, Puente Japonés. Calacoto. Pacajes; PD-26 Río Desaguadero, Eucaliptus. Eucaliptus. Tomás Barrón. Oruro; PD-27 Río

Desaguadero, Chuquiña. Toledo. Saucari. Oruro; PD-28 Río Desaguadero, Puente Español. Oruro. Cercado. Oruro.

En la zona del río Desaguadero antes de la confluencia con el río Mauri, la Calidad de las aguas está influenciada por el Lago Titicaca. Las aguas contienen cloruros, sodio, son de conductividad eléctrica ligera, en algunos lugares se aprecia la presencia de pequeñas cantidades de mercurio, níquel, antimonio, cadmio lo que indica que son aguas que requieren de tratamiento para consumo humano y que se debe tomar precauciones para su uso en fines de riego y otras actividades antrópicas. También se nota la presencia de boro y arsénico de origen natural. Cerca de la confluencia con el río Mauri, en Calacoto el río presenta contenidos de metales provenientes de algunas actividades mineras de la zona, sin embargo sus concentraciones no son elevadas.

Después de la confluencia con el río Mauri, se sigue notando la presencia de boro y arsénico: provienen del Mauri y de origen natural, existen depósitos metálicos en la zona, sin embargo no se tienen datos de parámetros metálicos por la zona de Ulloma. En la zona del puente Japonés se ve contenidos de metales como antimonio, zinc, hierro, manganeso y níquel. La RAS y la conductividad eléctrica los clasificamos como ligeras, tienen una salinidad media a elevada lo que significa que para riego se deben usar con moderación. De acuerdo con el Criterio de la FAO y de la USDA las aguas se pueden usar para riego pero con moderación por el contenido de arsénico, boro y la presencia de sales que elevan la Conductividad eléctrica y la RAS.

▪ **Zona afluentes del río Desaguadero**

PAD-13 Río Lucuchata, Vado. Desaguadero. Ingavi. La Paz; PAD-14 Río Jacha Mauri y Río Tujsa Jahuira, Chuncarcota. San Andrés de Machaca. Ingavi. La Paz; PAD-16 Río Jacha Jahuira, Chutokhollo. Jesús de Machaca. Ingavi, La Paz; PAD-18 Río Khillhuiri, Copa Pujo Pampa. Caquiaviri. Pacajes. La Paz; PAD-21 Río Cañuma, Calacoto. Pacajes. La Paz; PAD-23 Río Caranguillas, Después confluencias ríos Sulloma y Jaruma. Afluentes al Río Desaguadero. Calacoto, Pacajes; PAD-25 Río Kheto, aguas abajo, Aguas abajo Patacamaya

En su extenso recorrido el río desaguadero recibe diversas aguas, algunas provenientes de zonas con población humana (ríos Jilakata y Kheto). Los ríos en general son poco

contaminados con excepción de la presencia de sales, especialmente del río Cañuma que atraviesa lugares dónde existen salinas. En algunos ríos se puede ver presencia de mercurio, hierro, manganeso, níquel, cadmio provenientes de algunas actividades mineras y de la existencia de pasivos que en época húmeda aumentan su concentración por los fenómenos de disolución y arrastre. También vemos que existen contenidos de aceites y grasas, amoniaco, fósforo y coliformes contaminantes que provienen de los asentamientos humanos. Existe también la presencia de boro y arsénico característico de esta zona.

En general podemos indicar que hace falta mayores datos de los diversos parámetros analizados, en varios lugares solamente se han realizado análisis de Conductividad eléctrica, cationes y aniones. Es necesario ampliar la cobertura de análisis a los parámetros considerados básicos por la Ley 1333 y de esta manera realizar una mejor clasificación de las aguas de la zona de estudio.

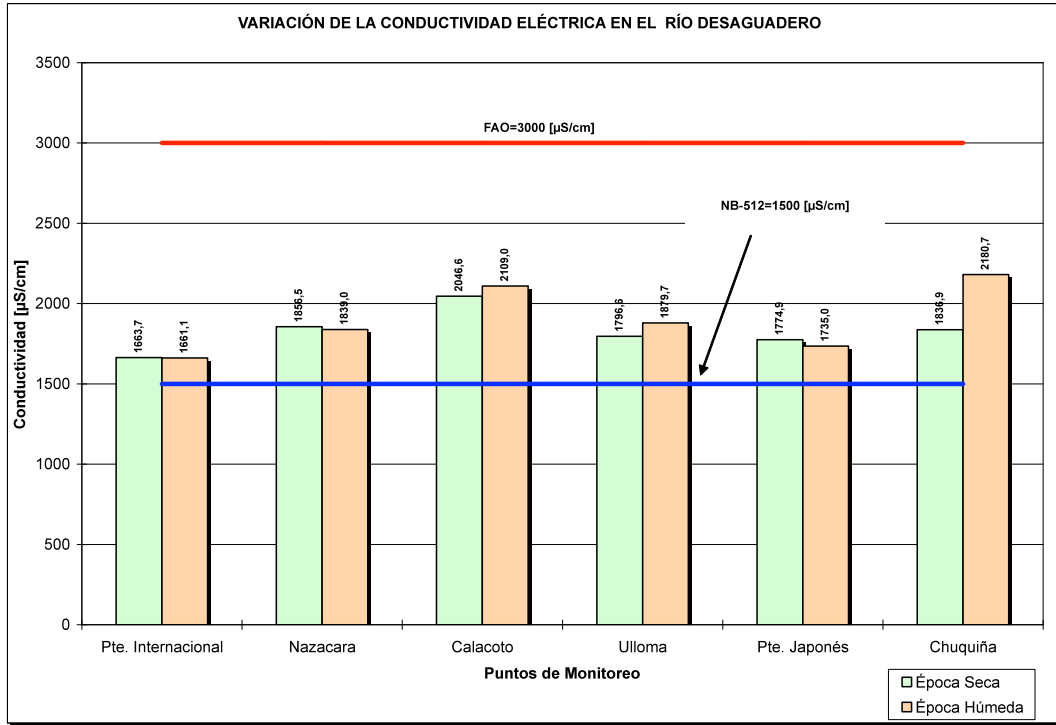
La zona se caracteriza por elevados contenidos de conductividad eléctrica, presencia de sodio y cloruros y de boro y arsénico elementos que disminuyen la calidad del agua y hacen que sea necesario utilizarlos con moderación.

En las siguientes figuras, se puede apreciar la variación de varios parámetros en el río Mauri y en el río Desaguadero, especial atención se debe tomar al contenido de boro y arsénico porque sus valores exceden largamente los valores límite de las diversas clasificaciones, este comportamiento es para ambas épocas.

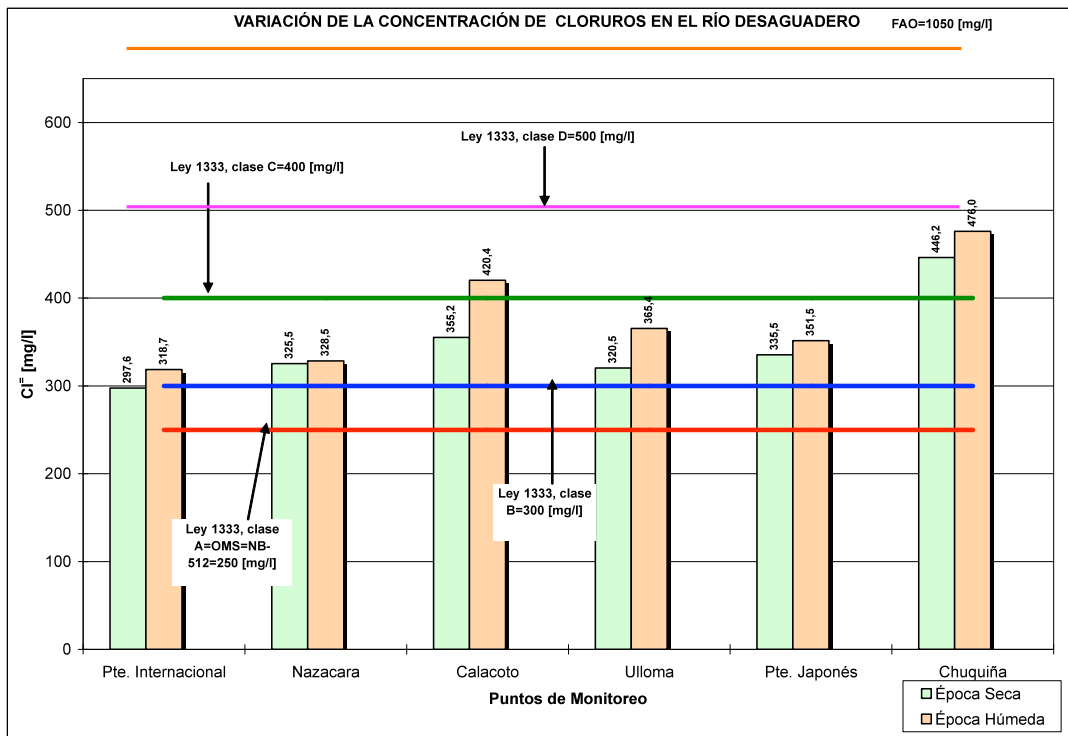
También es digno de mencionar que los valores de varios parámetros son mayores en época húmeda que en época seca, este comportamiento se justifica porque en la zona de estudio existen muchos pasivos metálicos y salinas que son disueltas por las lluvias y arrastradas a los ríos, dónde también por el mayor contenido de agua se disuelven los sedimentos y los pasivos presentes en las orillas de los ríos.

La irregular presencia de arsénico a lo largo del recorrido del río Mauri, de acuerdo con otros estudios (Swedish Geological AB) es por la existencia de arsénico de origen natural además del proveniente del Perú y de sus afluentes.

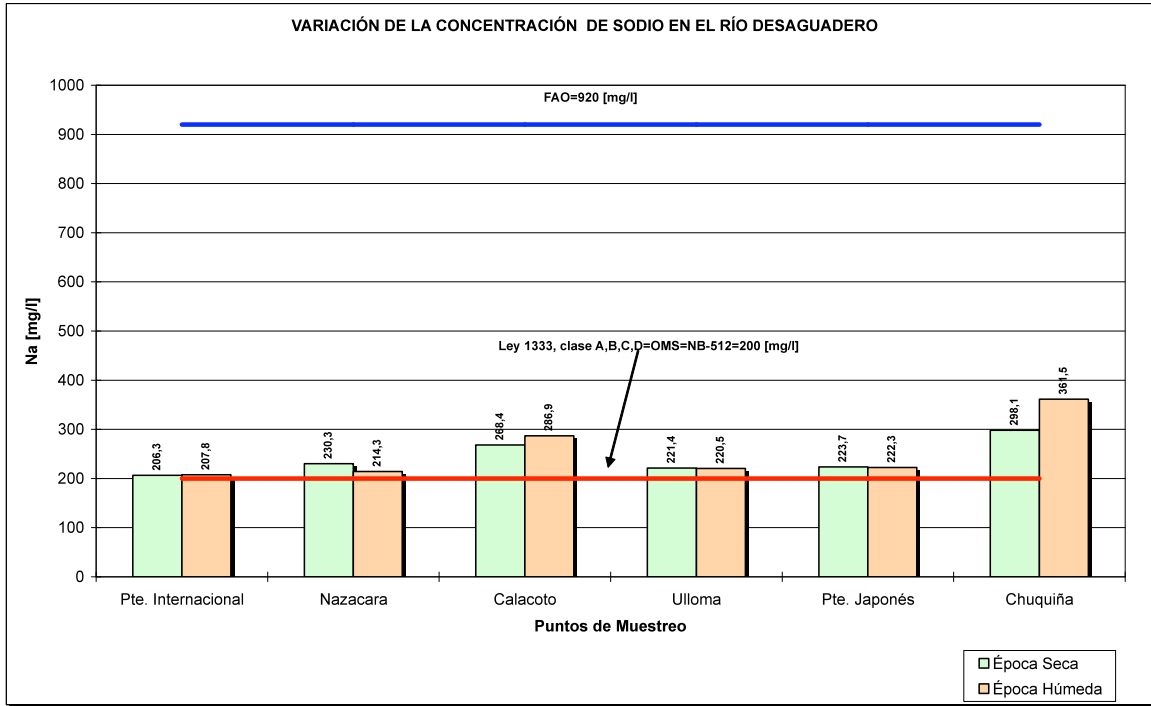
Figura 6. Graficas de la Variación Promedio de Parámetros en el Río Desaguadero



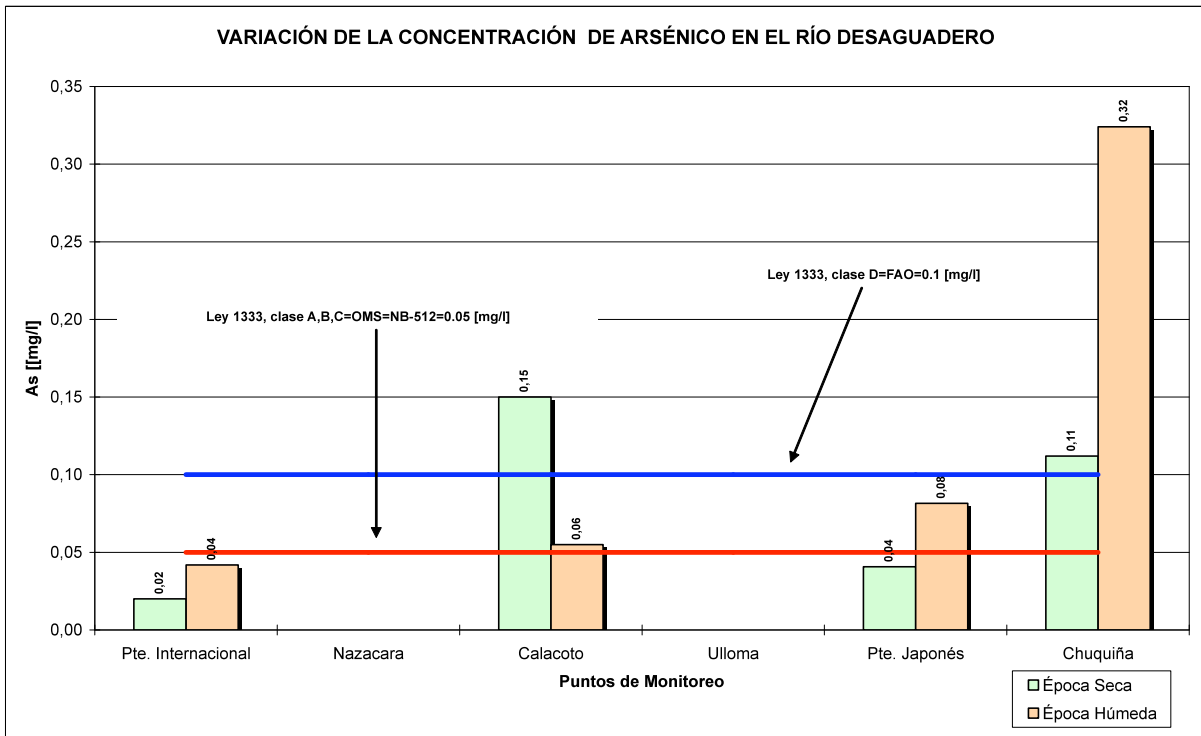
Conductividad eléctrica en el río Desaguadero



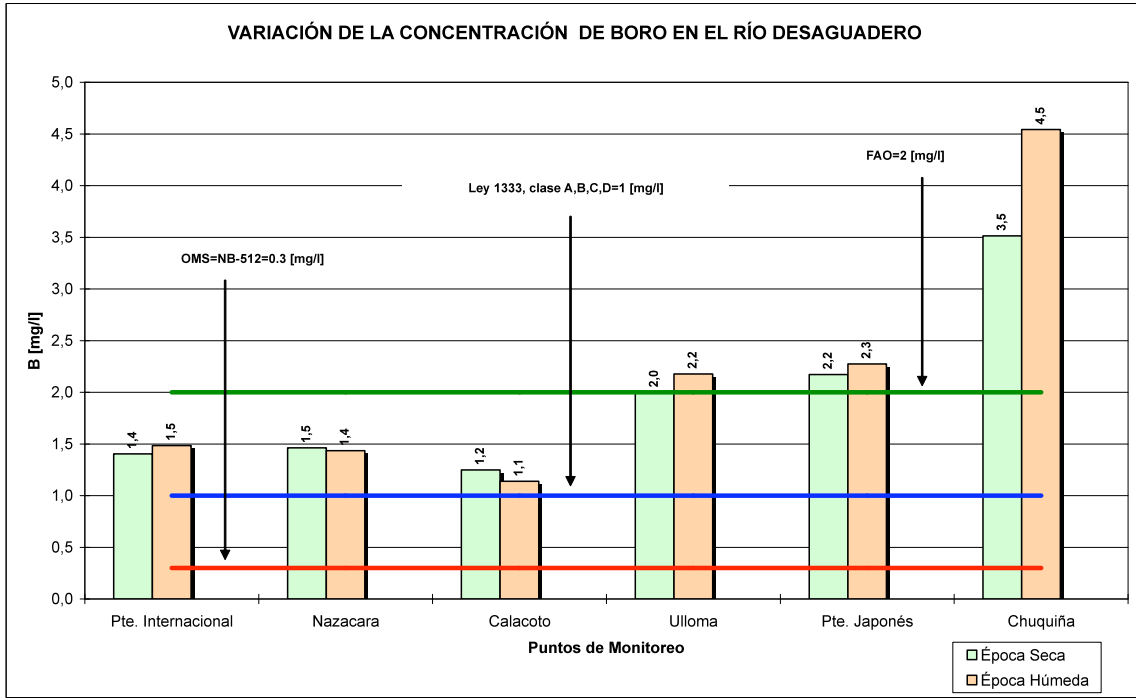
Cloruros en el río Desaguadero



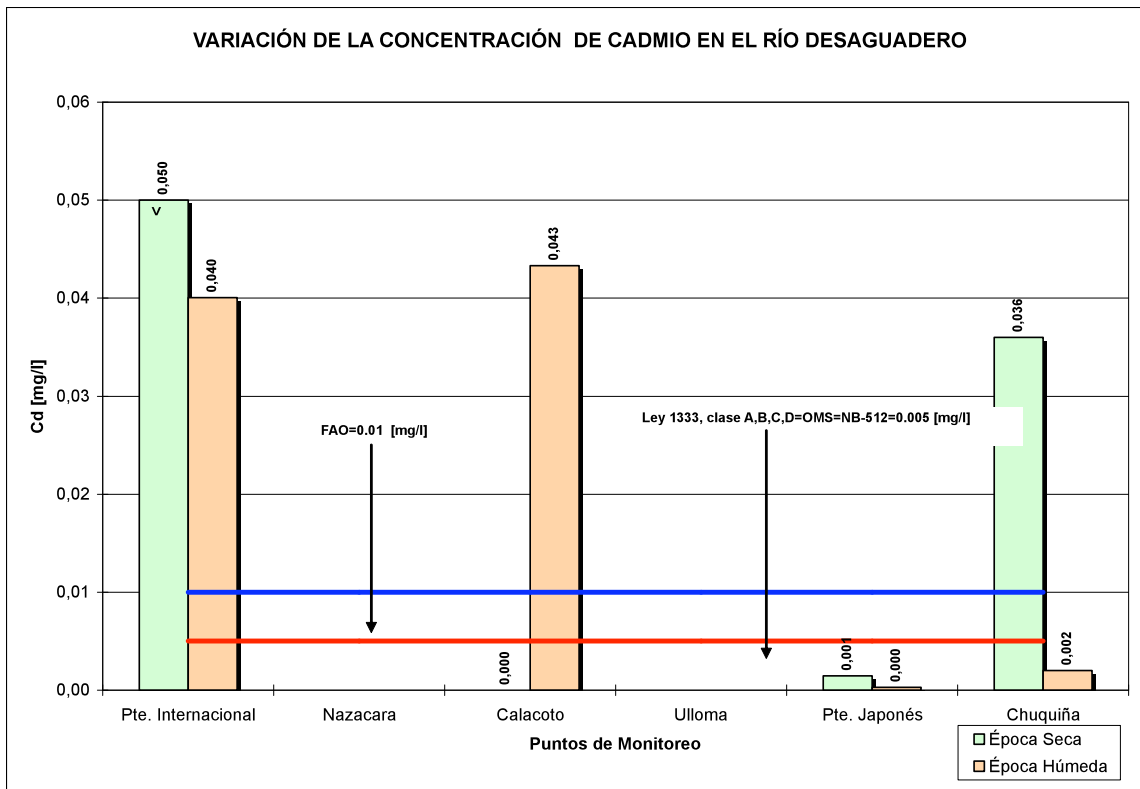
Sodio en el río Desaguadero



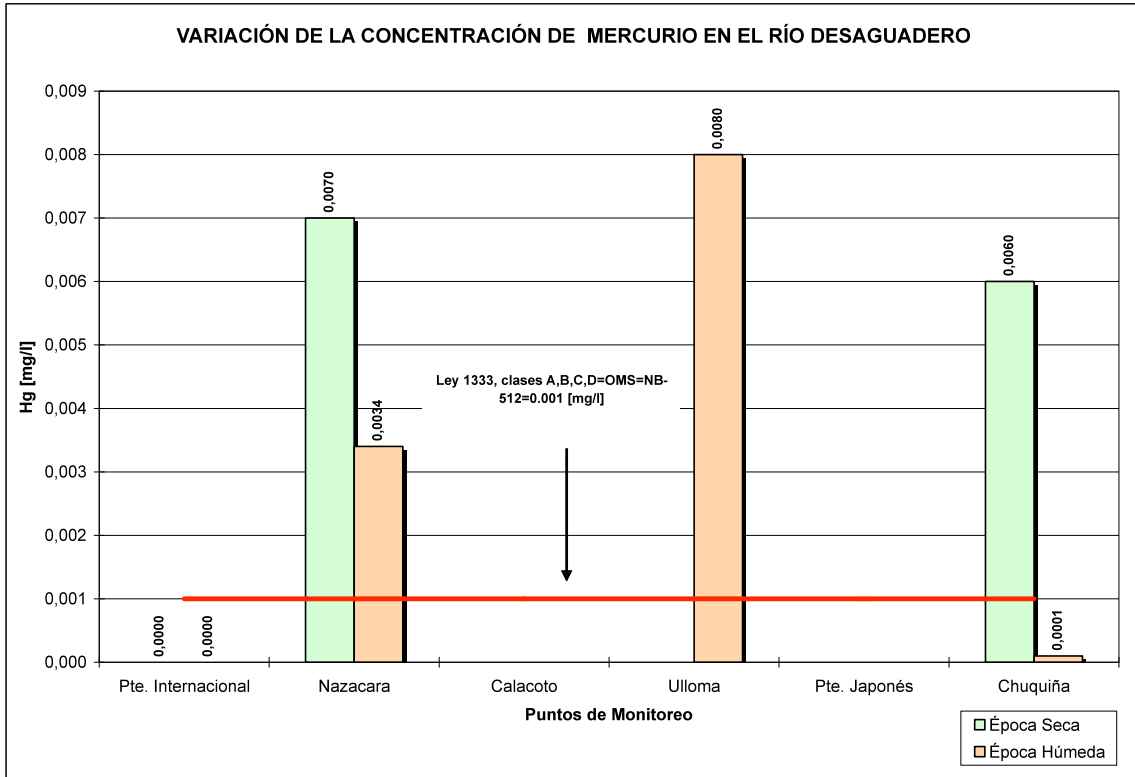
Arsénico en el río Desaguadero



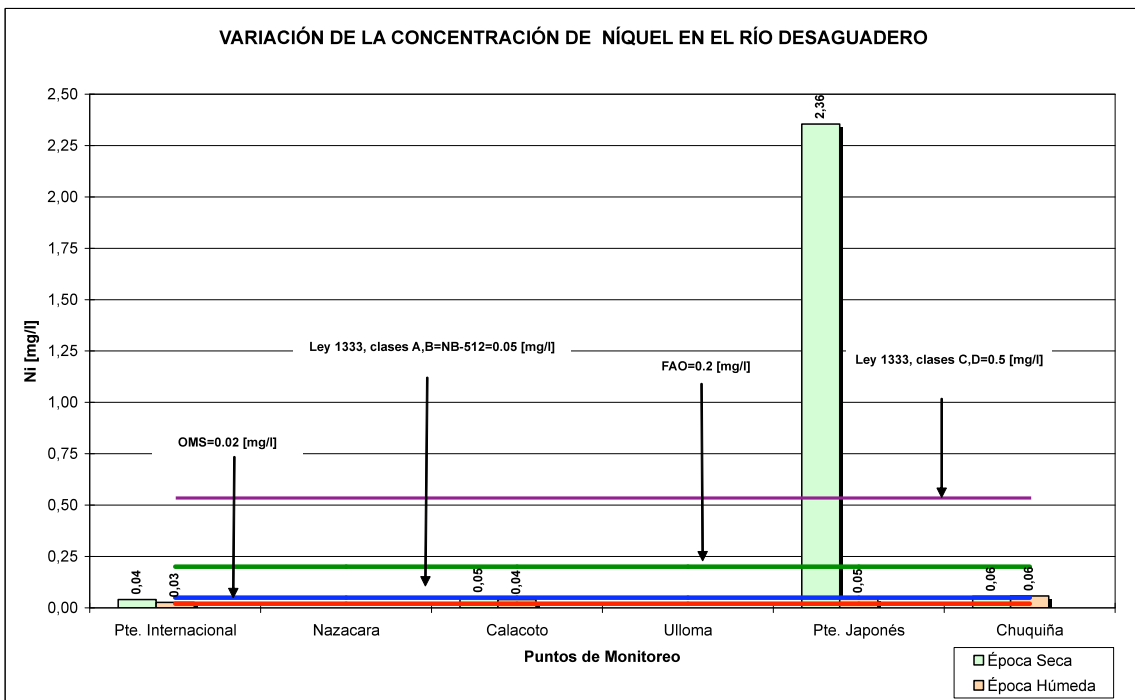
Boro en el río Desaguadero



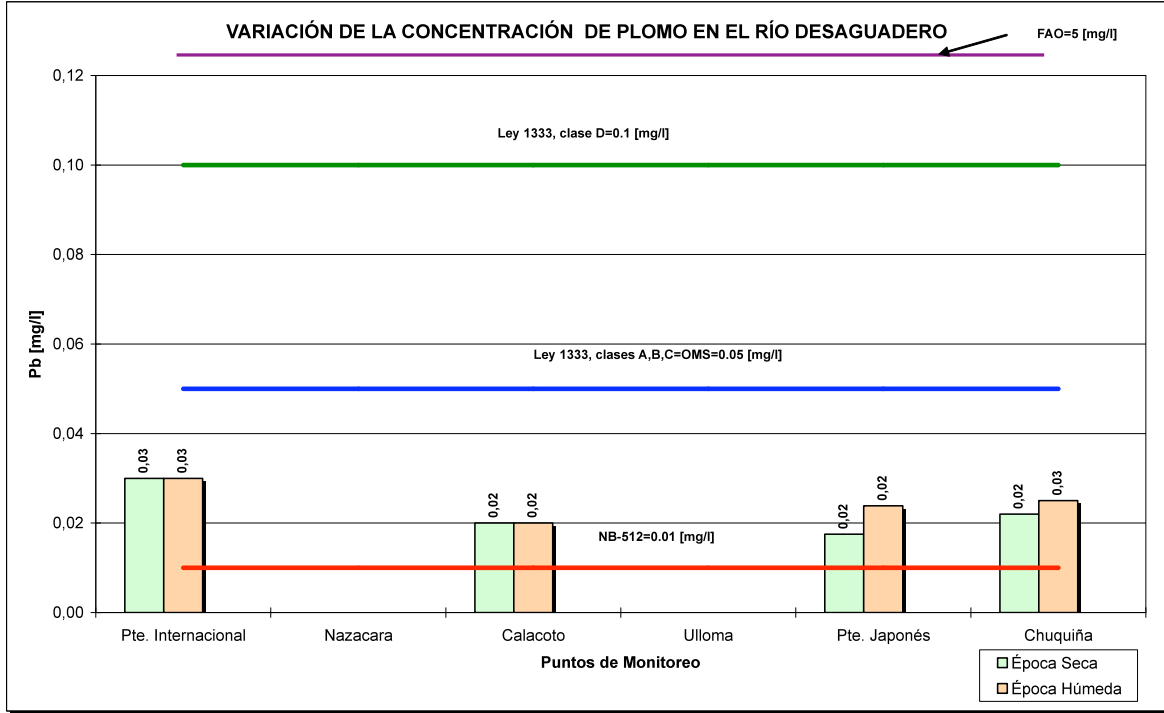
Cadmio en el río Desaguadero



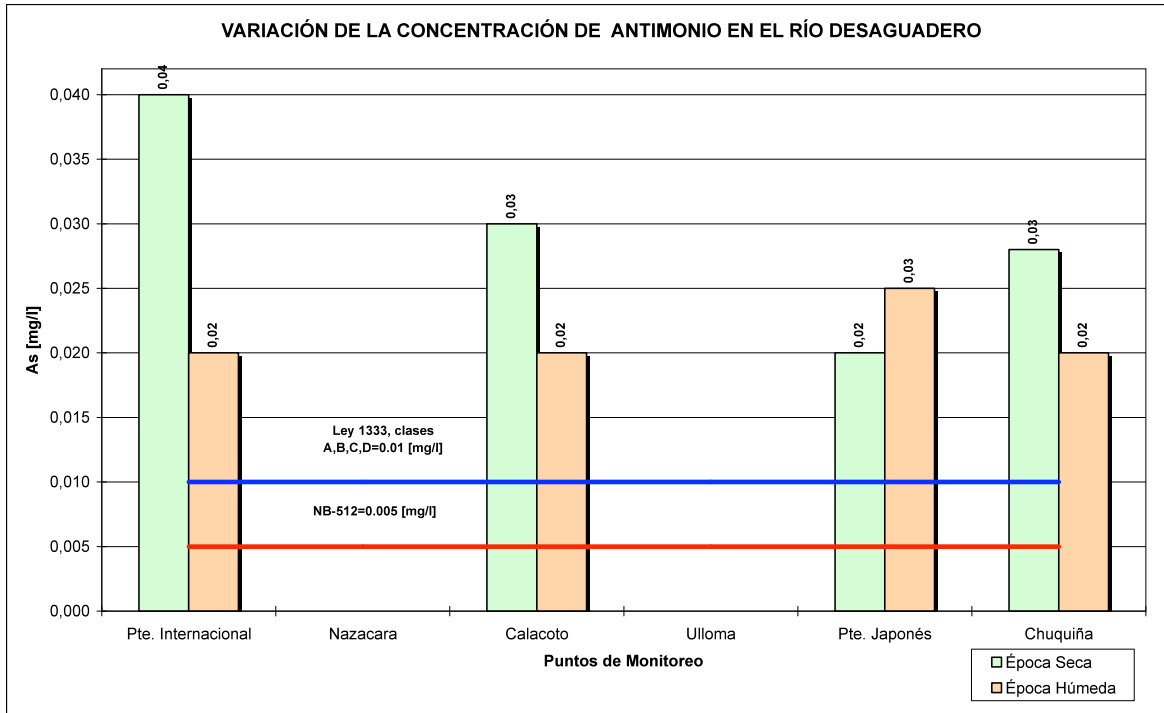
Mercurio en el río Desaguadero



Níquel en el río Desaguadero

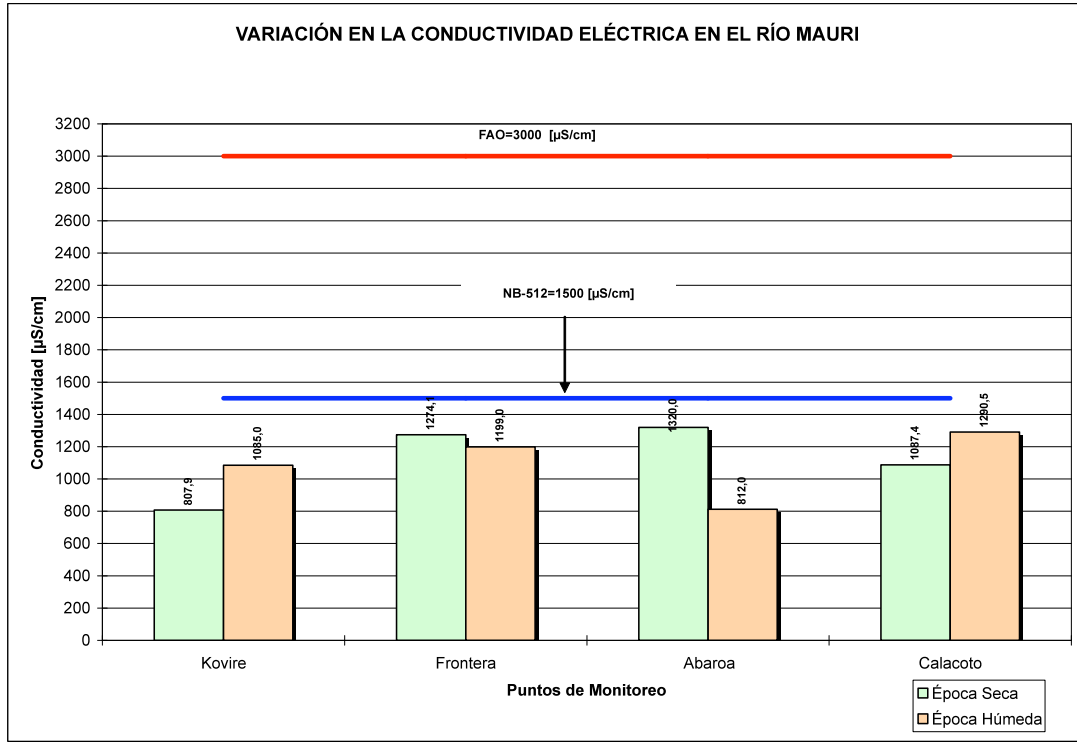


Plomo en el río Desaguadero

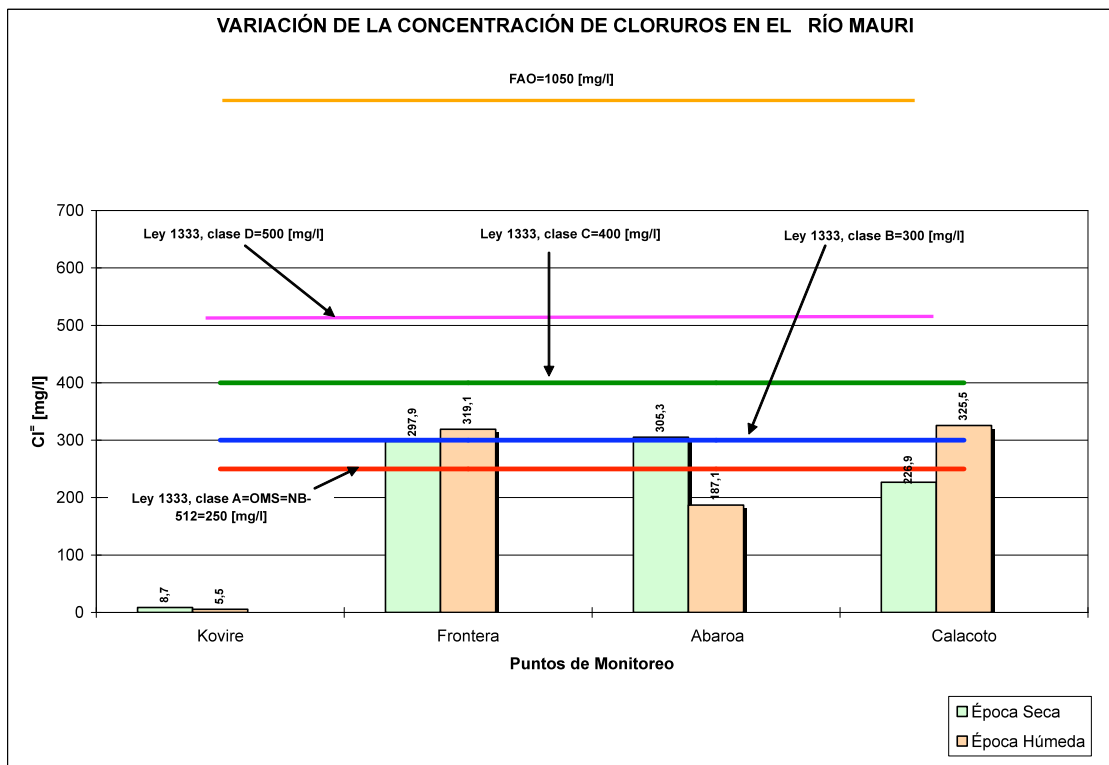


Antimonio en el río Desaguadero

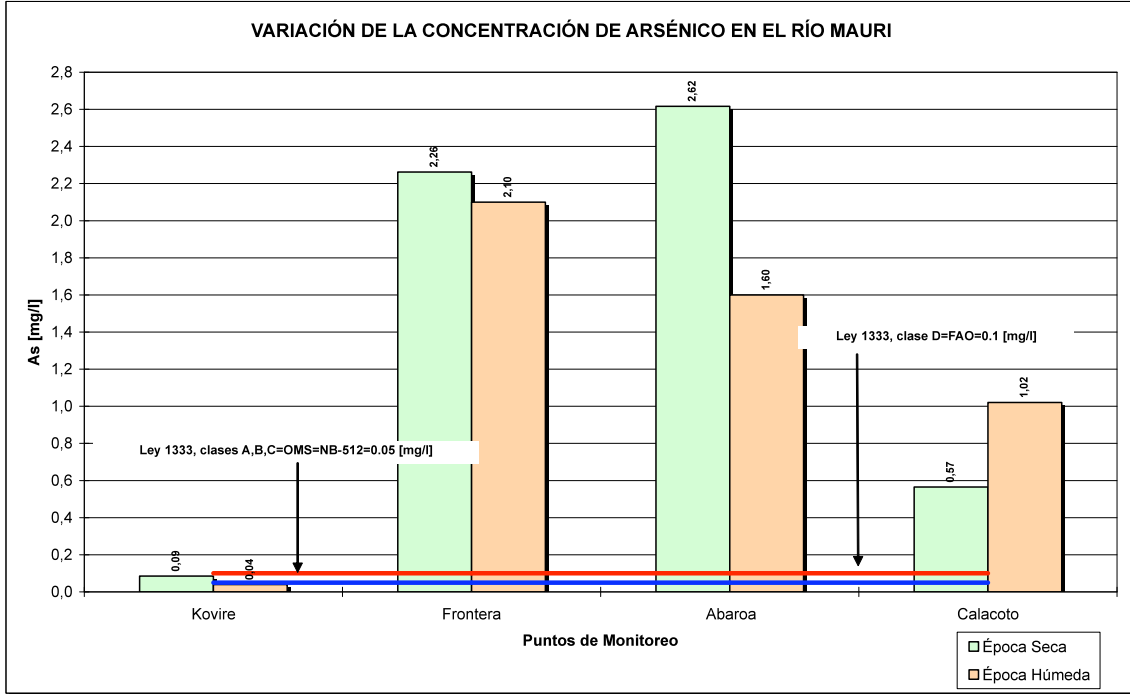
Figura 7. Graficas de la variación promedio de parametros en el río Mauri



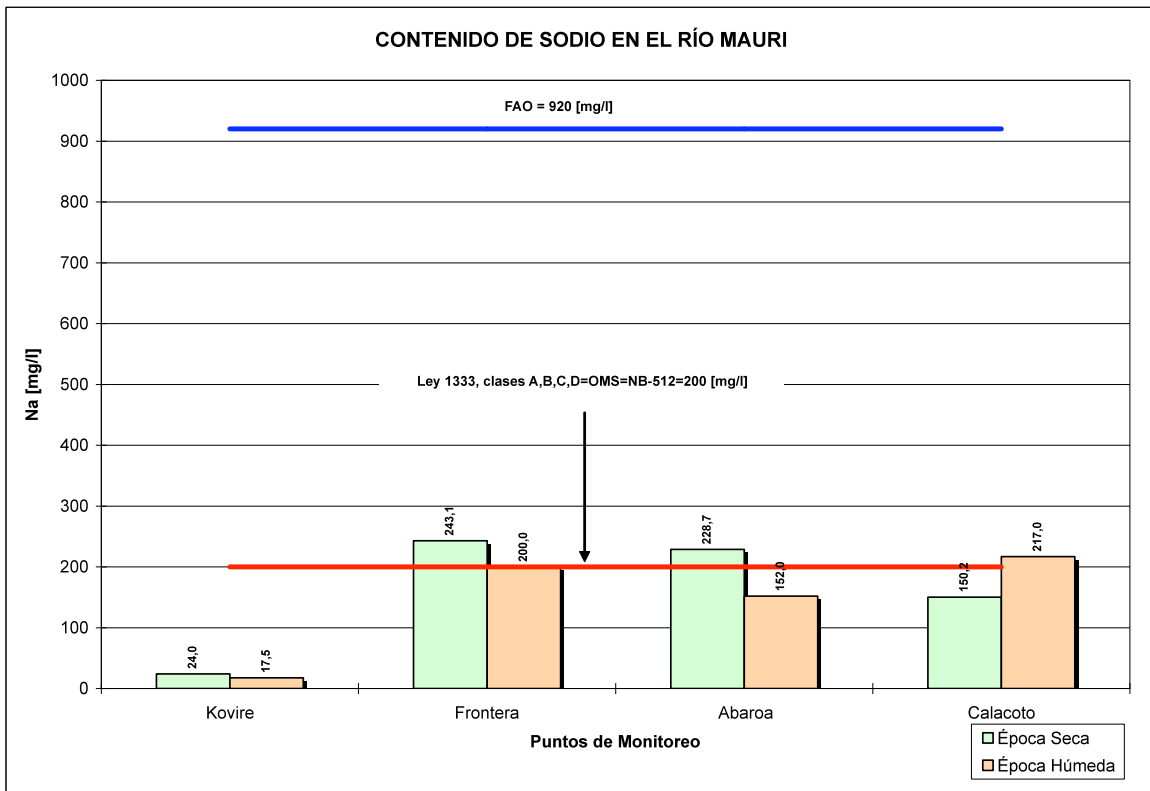
Conductividad Eléctrica en el río Mauri



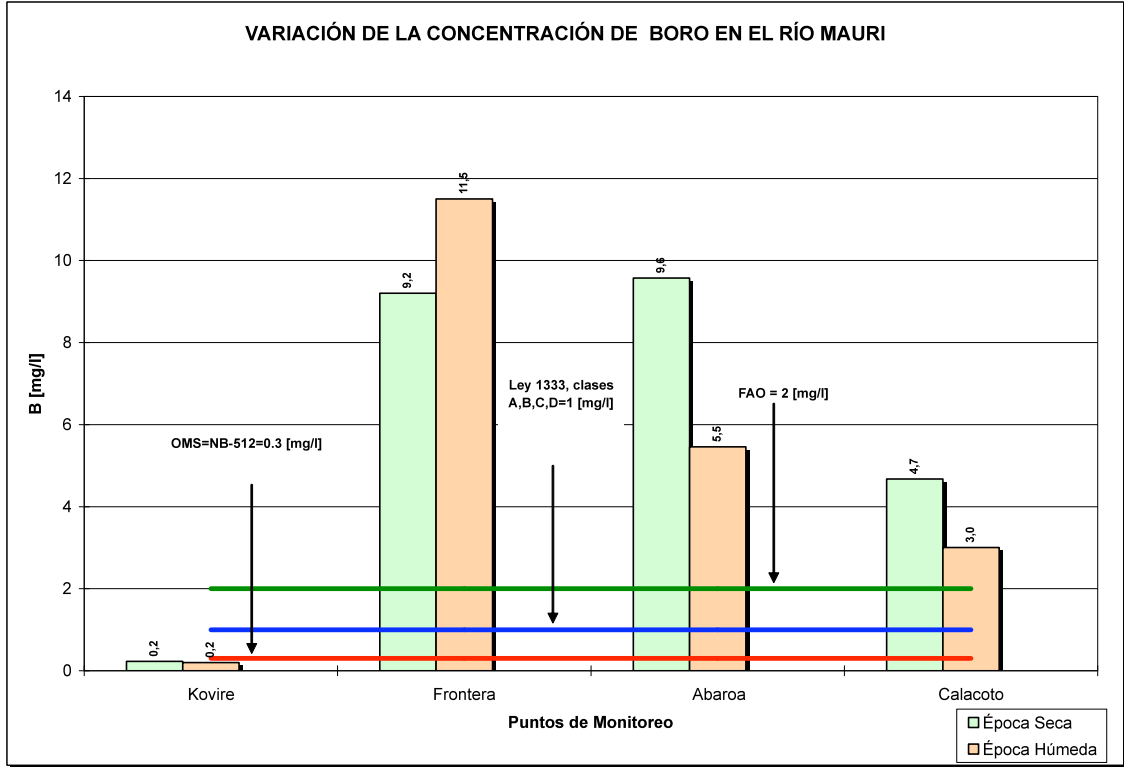
Cloruros en el río Mauri



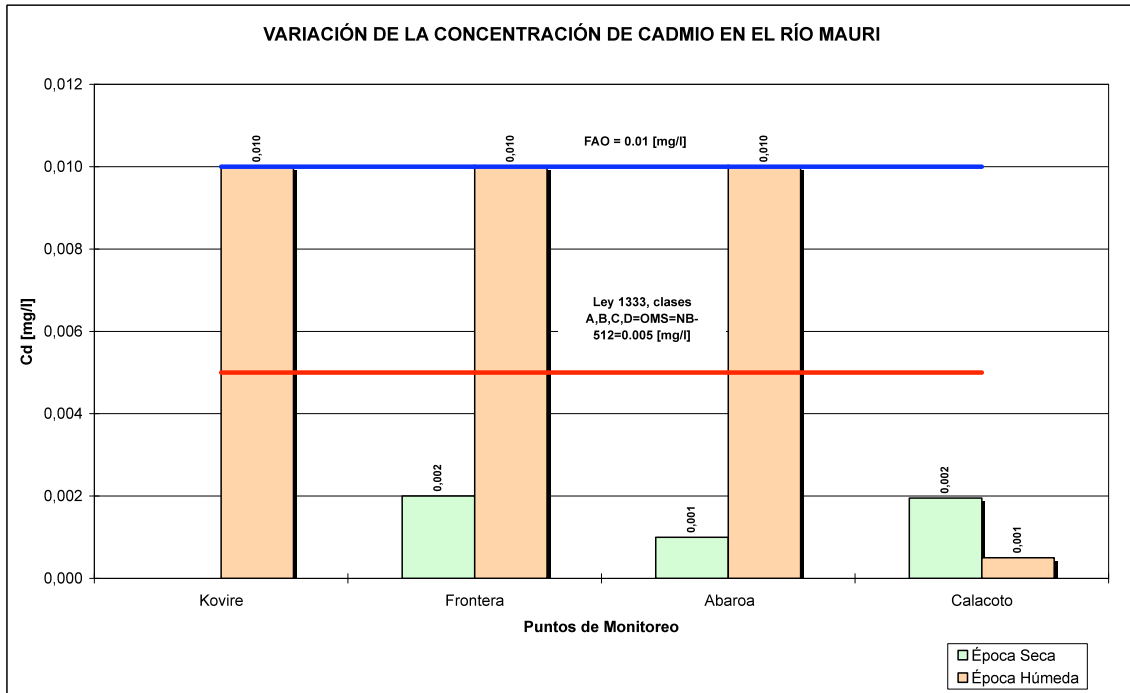
Arsénico en el río Mauri



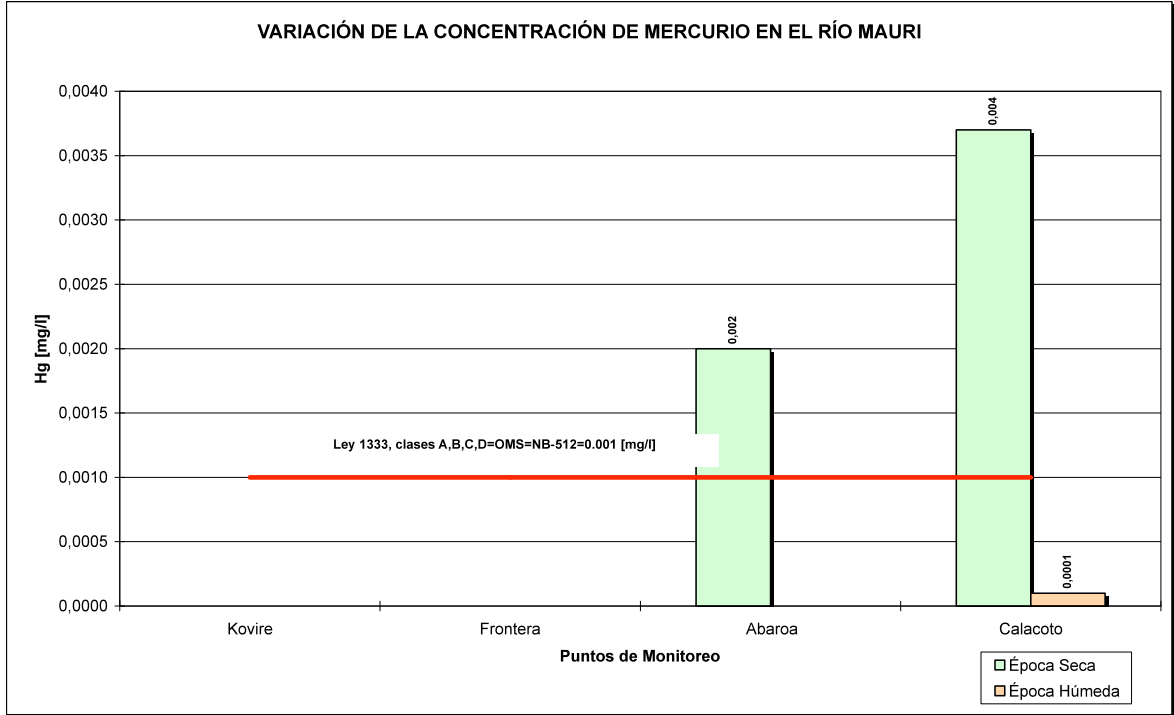
Sodio en el río Mauri



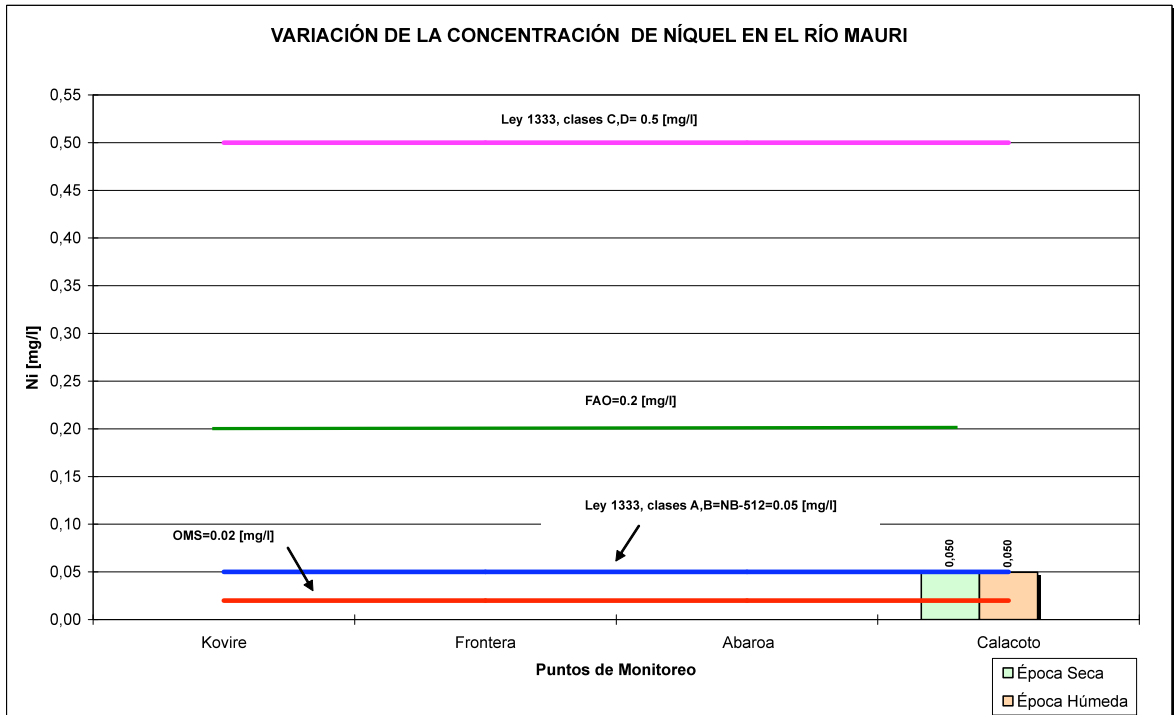
Boro en el río Mauri



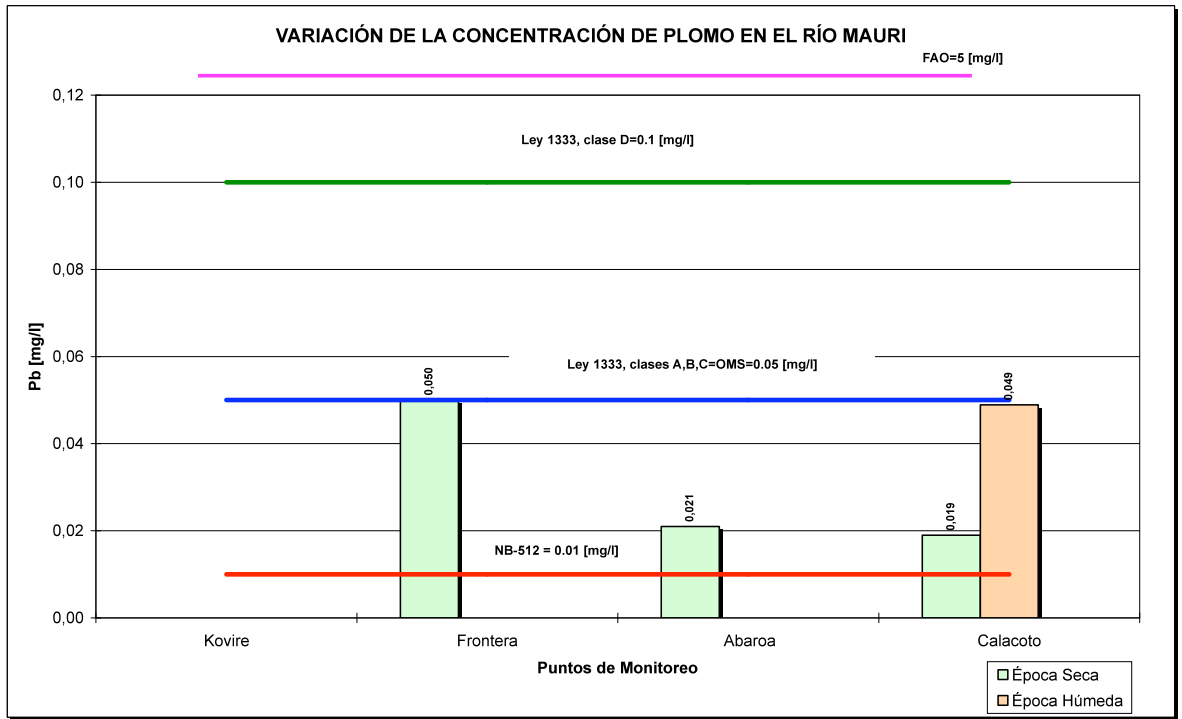
Cadmio en el río Mauri



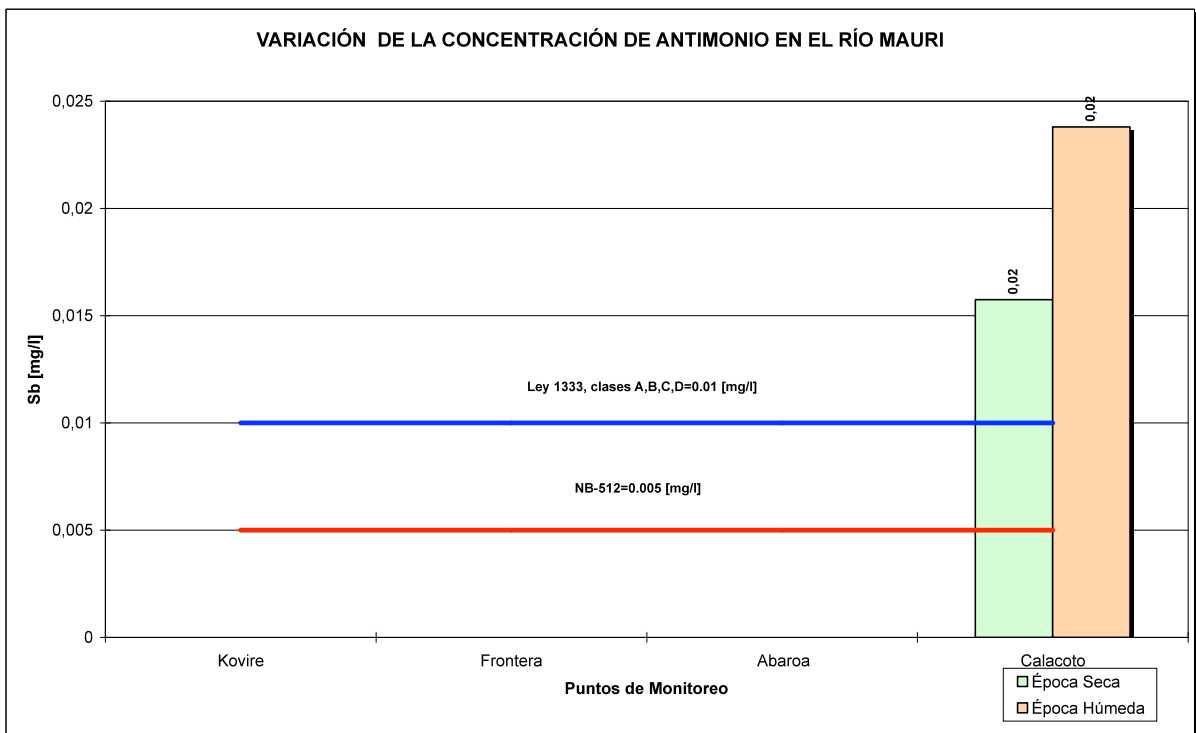
Mercurio en el río Mauri



Níquel en el río Mauri



Plomo en el río Mauri



Antimonio en el río Mauri

6.2.4 SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE UTILIZACIÓN DE AGUAS (DESVIOS) POR EL PERU

La poca disponibilidad de datos que posibiliten la aplicación de modelos matemáticos que permitan predecir con aproximación la concentración de los elementos considerados importantes nos induce a trabajar solamente con balances de cargas para estimar las posibles concentraciones de los parámetros de interés (sales, arsénico y boro).

Se debe considerar además que no existen datos de muestreo compuestos, sino solamente puntuales, válidos únicamente para el "momento de muestreo", lo que imposibilita disponer de verdaderos datos promedio de un lugar de interés porque las concentraciones de los parámetros varían durante el día y por efectos de temperatura.

METODOLOGÍA

Con el objeto de conocer la cantidad y calidad del agua resultante de la disminución o incremento del caudal volumétrico en los puntos seleccionados, se realizan Balances de salea (conductividad eléctrica) y de elementos tóxicos (boro y arsénico), utilizando la ecuación siguiente:

$$C_F = (C_1Q_1 + C_2Q_2 + C_3Q_3 + \dots) / Q_F \quad (2)$$

dónde:

C_F = Concentración Final o Resultante (en mg/l).

C_1, C_2, \dots = Concentraciones parciales o iniciales.

Q_1, Q_2, \dots = Caudales parciales o iniciales (m^3/s ó l/s).

Q_F = Caudal Final o Resultante.

Para la estimación de los valores de la Conductividad Eléctrica y de Arsénico y Boro, se parte del Estudio E5: **PROYECTO "AGUAS Y SUELOS AFECTADAS CON HIDROTERMALISMO, CUENCA RÍO MAURE": ASAH**, Estudio que nos da los valores de las concentraciones de esos parámetros con los que ingresaría a Bolivia en caso de ser realizados los Proyectos planificados en el Perú.

Para la estimación de los valores de concentraciones en los diversos Puntos seleccionados del río Mauri y Desaguadero, se utiliza la Ecuación anterior (2), habiéndose realizado además ajustes en el Punto 2 por los bajos caudales volumétricos del río en esos lugares. Los ajustes se realizaron considerando los caudales actuales y los posibles que ingresarían a Bolivia de acuerdo al Estudio Peruano. Es necesario indicar que se considera como caudal volumétrico de ingreso a Bolivia el valor reportado por este estudio E5 (0,800 m³/seg) para el cálculo de los escenarios.

PUNTOS SELECCIONADOS

- Punto 1. **PM – 05** Río Mauri – estación Frontera
- Punto 2. **PM – 07** Río Mauri - Abaroa
- Punto 3. **PM – 11** Río Mauri – Calacoto
- Punto 4. **PD – 20** Río Desaguadero – Calacoto
- Punto 5. **PD – 22** Río Desaguadero – Sulloma
- Punto 6. **PD – 27** Río Desaguadero – Chuquiña

Utilizando el conjunto de lugares indicados líneas arriba con valores promedio en época seca y húmeda, y los caudales volumétricos facilitados por el Ing. Jorge Molina, tenemos los siguiente cuadro de valores (Tabla 21), dónde se indica el valor estimado para los parámetros estudiados en dos casos: en caso Intermedio, si la disminución del caudal volumétrico de las aguas del río Mauri que ingresan a Boliva es del orden de 1 m³/seg y en caso extremo si el valor es del orden de 2 m³/seg en el lugar denominado Frontera:

Tabla 21. Comparación de Parametros de Calidad Aguas Actuales con Estimados (Escenario Intermedio y Extremo) en los Ríos Mauri y Desaguadero

		ACTUAL		INTERMEDIO		EXTREMO	
		Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
FRONTERA	PM-05						
Caudal	m ³ /seg	2,470	5,420	1,470	3,226	0,800	1,755

Cond	μS/cm	1274,066	1199,000	1540,956	1450,165	1770,000	1665,714
As	mg/l	2,263	2,100	2,766	2,567	3,110	2,886
B	mg/l	9,203	11,500	10,473	13,086	13,590	16,981

ABAROA	PM-07						
Caudal	m ³ /seg	2,880	7,390	1,880	4,824	0,880	2,258
Cond	μS/cm	1320,040	812,000	1774,328	1243,915	1943,888	1195,749
As	mg/l	2,617	1,600	3,151	2,451	3,813	2,331
B	mg/l	9,573	5,460	12,817	8,364	14,984	8,546

CALACOTO	PM-11						
Caudal	m ³ /seg	8,920	21,990	7,920	19,525	6,920	17,060
Cond	μS/cm	1087,447	1290,500	1224,750	1453,442	1401,738	1663,477
As	mg/l	0,565	1,021	0,637	1,150	0,729	1,316
B	mg/l	4,674	3,004	5,265	3,384	6,025	3,872

CALACOTO	PD-20						
Caudal	m ³ /seg	27,070	48,850	26,070	47,045	25,070	45,241
Cond	μS/cm	1906,649	1456,000	1979,784	1511,850	2058,754	1572,155
As	mg/l	0,137	0,105	0,142	0,109	0,148	0,113
B	mg/l	0,900	0,687	0,935	0,714	0,972	0,742

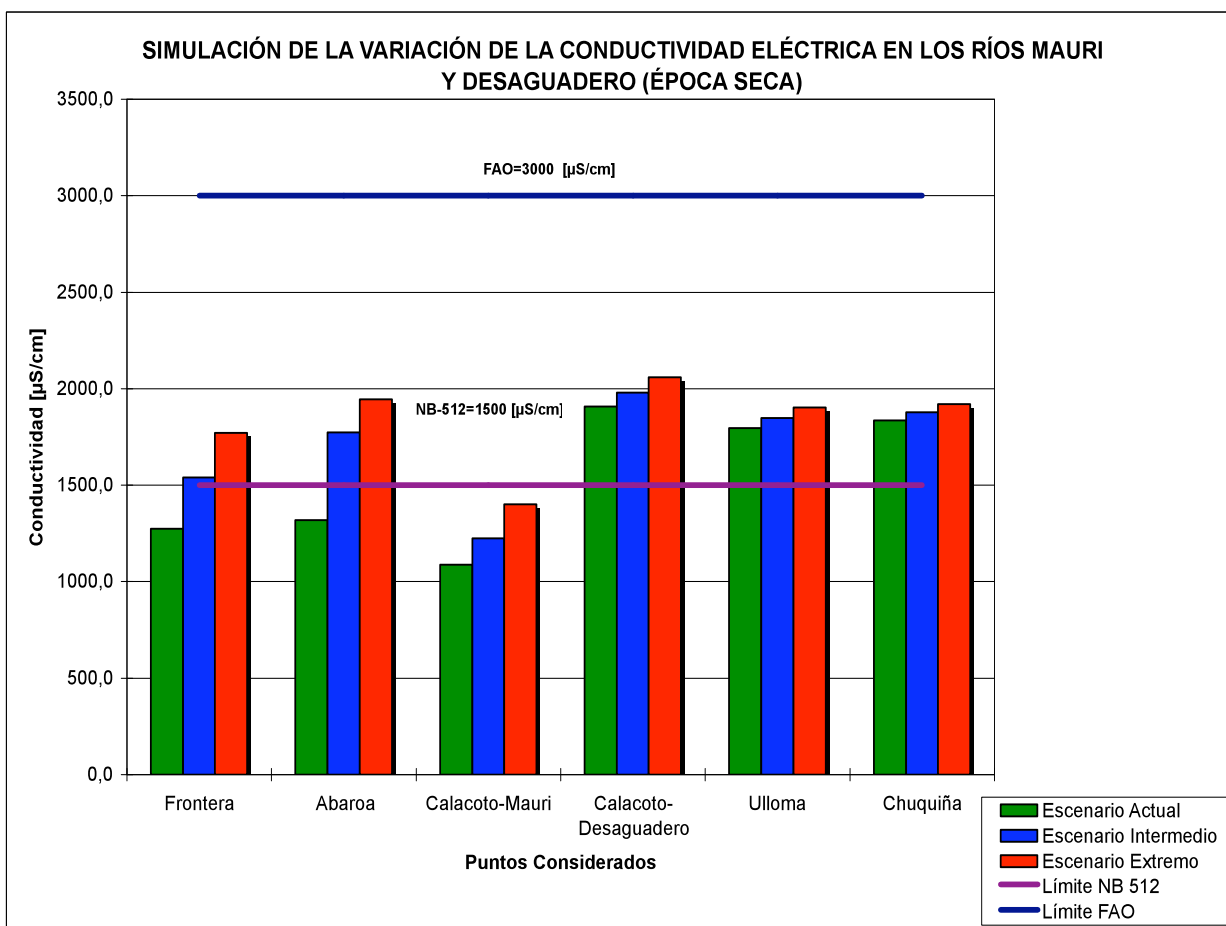
ULLOMA	PD-22						
Caudal	m ³ /seg	36,130	78,990	35,130	76,804	34,130	74,617
Cond	μS/cm	1796,600	1879,667	1847,741	1933,173	1901,880	1989,814
As	mg/l	0,125	0,214	0,128	0,220	0,132	0,227
B	mg/l	1,998	2,177	2,055	2,239	2,115	2,304

CHUQUIÑA	PD-27						
Caudal	m ³ /seg	45,880	113,870	44,880	111,388	43,880	108,906
Cond	μS/cm	1836,875	2180,725	1877,804	2229,315	1920,598	2280,120
As	mg/l	0,112	0,324	0,115	0,331	0,117	0,339
B	mg/l	3,513	4,544	3,592	4,645	3,674	4,751

Para elaborar las Tablas precedentes se ha considerado los valores de Caudal Volumétrico facilitados por el Ing. Jorge Molina. Para la situación intermedia, se disminuyó en 1 m³/s en todos los Puntos considerados, de la misma forma se disminuyó 2 m³/seg en la situación extrema.

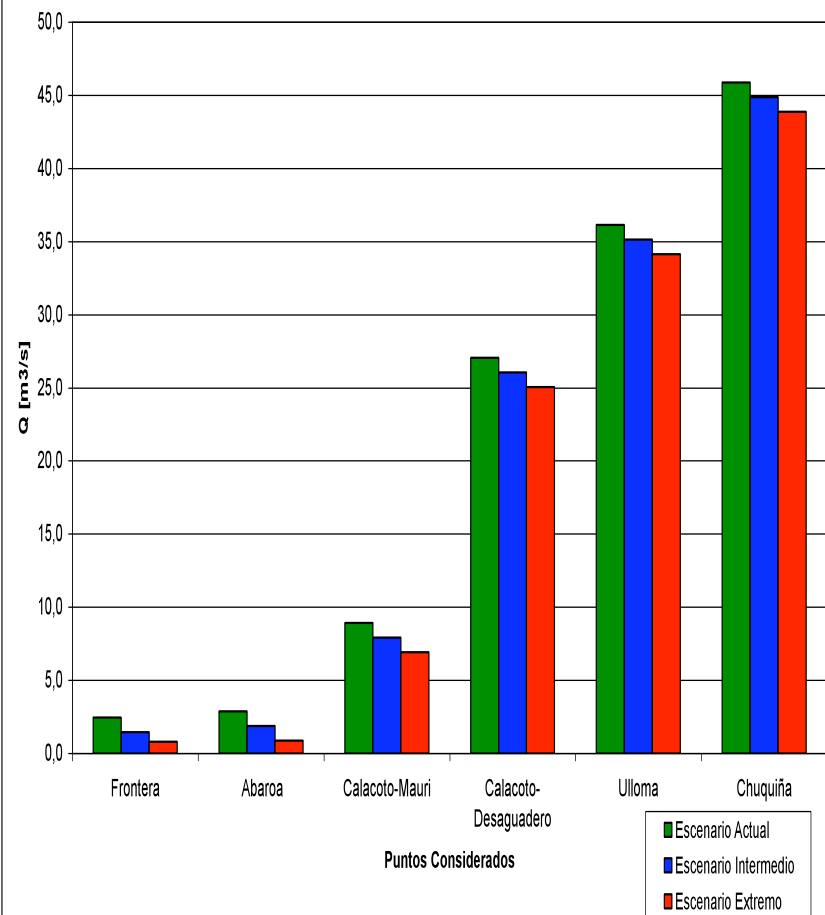
Un estudio de los valores reportados por las Tablas nos muestran las siguientes variaciones en Caudales, contenido de boro, arsénico y sales:

Figura 8. Variación de los Caudales Bajo tres Escenarios

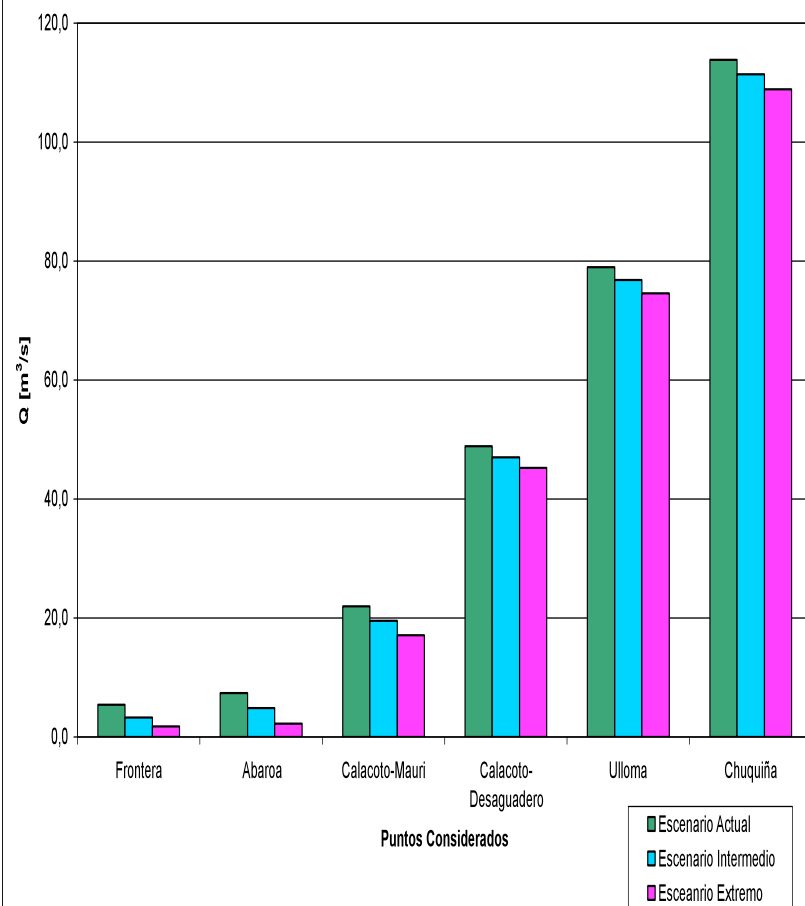


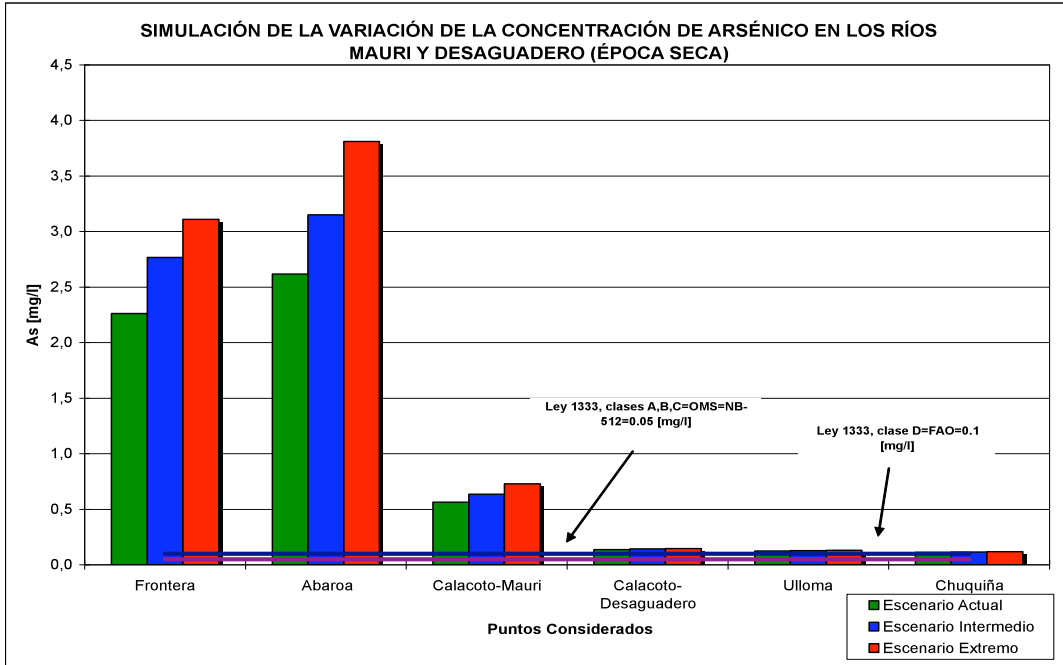
VARIACION DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA – EPOCA SECA

**SIMULACIÓN DE LA VARIACIÓN DE CAUDALES EN EL RÍO MAURI Y DESAGUADERO
(ÉPOCA SECA)**

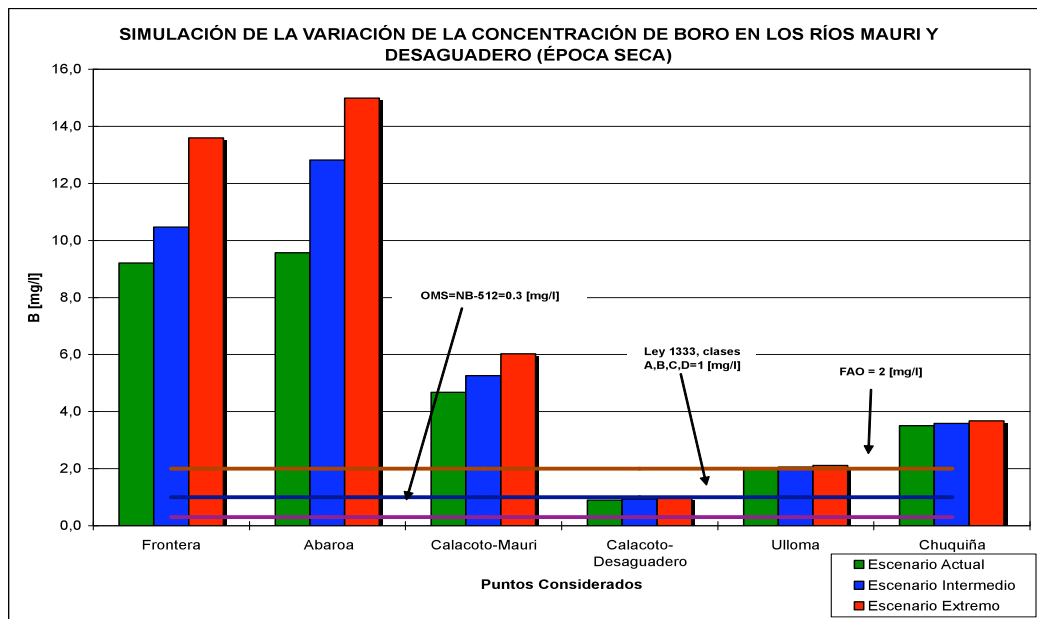


**SIMULACIÓN DE LA VARIACIÓN DE CAUDALES EN EL RÍO MAURI Y DESAGUADERO
(ÉPOCA HÚMEDA)**





VARIACION DE ARSENICO – EPOCA SECA



VARIACION DE BORO – EPOCA SECA

De los gráficos se aprecia claramente la variación de las concentraciones, en ambas épocas, por la disminución de caudal, donde la notoriedad es cerca de la frontera. Por el aporte de afluentes en Bolivia y por el río Desaguadero, disminuye la variación aguas abajo, pero igualmente los compuestos tóxicos aumentan de concentración. En el ANEXO, se encuentran otras gráficas.

6.3 IMPACTOS AMBIENTALES PROVOCADOS EN TERRITORIO BOLIVIANO, POR EL DESVÍO DE LAS AGUAS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO MAURI (SECTOR PERUANO)

Como se ha mencionado anteriormente, la práctica de la ganadería en las tierras altas del Mauri, es una de las actividades más importantes, en razón de que permite a sus pobladores generar ciertos ingresos económicos por la comercialización de sus productos como carne, fibra, lana, cuero, productos lácteos y otros. Por otro lado, esta actividad es la base para la subsistencia del hombre en estas zonas altas, ya que les permite obtener alimentos de origen animal (producto de la cría, caza o pesca), abrigo y otros.

Esto se debe principalmente a que en la cuenca, existen vastos campos naturales de pastoreo (canapas), de los que son parte los bofedales, tholares, chilliwares y otros.

Se ha determinado que las plantas forrajeras nativas que se desarrollan en estos ecosistemas, son más resistentes a la salinidad/alcalinidad y/o exceso de humedad en los suelos, que los cultivos anuales. Así mismo, resisten mejor a las sequías y heladas que se presentan durante gran parte del año. Es por estas razones, que la ganadería se constituye en una de las alternativas reales para la sobrevivencia de sus pobladores.

Como el bofedal, es uno de los ecosistemas más productivos de las tierras altas, el ganado camélido (alpacas y llamas), ovinos y vacunos, se concentran con preferencia en estos sitios, gracias a que la presencia continua de agua favorece el desarrollo continuo de forrajes.

Este ecosistema y los otros existentes en la cuenca del Mauri, en la actualidad se encuentran seriamente amenazados por diferentes causas naturales y antrópicas (cambios climáticos, sobrepastoreo, incremento de la población, cambio del uso de la tierra, etc.).

Sin embargo, una de las mayores amenazas para los ecosistemas y sus pobladores en las cuencas del Mauri y Desaguadero (Altiplano boliviano), son los desvíos de agua que se viene realizando principalmente en la parte alta de la cuenca del Mauri

(Perú y Chile). Estos desvíos, son aún más preocupantes, ante la evidencia de que diferentes estudios y proyectos tienden a incrementar los caudales desviados (principalmente por el Perú).

En ese sentido, a continuación se detallan los posibles impactos que tienen estos proyectos sobre el sector boliviano (Cuencas Mauri y Desaguadero - parte Media y Baja):

Desvíos de aguas hacia la costa peruana. De acuerdo al Plan Director Binacional (2001) del PELT, estudios de la ALT e informes y estudios recientes del Perú, existen diversos proyectos en este país con el propósito de desviar las aguas de algunos ríos de la cuenca del Mauri hacia la costa. Así con el Proyecto de Aprovechamiento de la Cuenca del Maure, Vilavilani II, se pretende en el futuro aprovechar con mayor intensidad las aguas de las partes altas de esta cuenca, esto debido a la gran demanda que existe en la costa por este recurso para poder cubrir los requerimientos para consumo humano, riego y otros.

En la actualidad las aguas desviadas hacia la costa alcanzan los 1000 l/s por parte de Chile (afluentes del Mauri, posiblemente en el Caquena y Achuta) y 1520 l/s (por el Perú). Sin embargo, este último dato, se podría incrementar a 1800 l/s (escenario intermedio) y en futuro alcanzar los 3000 l/s (escenario extremo). Estos desvíos, en la actualidad, se los realiza solo de algunos afluentes del Mauri (principalmente del Uchusuma, afluente del Kaño) y del acuífero El Ayro. Sin embargo a futuro, los desvíos se los realizará directamente del río Mauri y de las represas que se piensa construir sobre este (Chuapalca y Ancomarca), de sus afluentes y también de las aguas del acuífero de Kallapuma, todo esto a través del canal de Calachaca.

Este proyecto, si se lo lleva a cabo en su versión extrema, provocará que el río Mauri ingrese a Bolivia con caudales mucho menores a los actuales. El caudal del Mauri a su entrada en Bolivia llegaría solo a 535 l/s (33 % de la situación actual), aspecto que repercutirá según Peralta (1997), no solo en la parte peruana, sino principalmente en Bolivia.

La disminución marcada del caudal en el río Mauri, incidirá directamente en el desecamiento de los bofedales existentes en sus orillas (en el sector boliviano existen cerca de 910 ha). Esta situación también afectará directamente sobre la composición

vegetal de los mismos (comenzarán a desarrollarse especies que crecen mejor en condiciones de baja humedad) y por lo tanto disminuirá su producción. Bajo estas circunstancias pueden desaparecer los bofedales y por lo tanto la actividad ganadera se verá fuertemente afectada, provocando además la disminución de los ingresos económicos de sus pobladores (Esto por la reducción de la comercialización de los productos derivados de la cría de ganado como carne, cueros, fibra, lana y otros).

Este impacto negativo sobre los bofedales existentes sobre el río Mauri (sector boliviano) también provocará una menor disponibilidad de alimentos de origen animal para los pobladores asentados en sus alrededores: animales criados (llamas, alpacas, ovejas y vacas), como silvestres (aves, peces y otros).

Por otro lado, la disminución de los caudales en el río Mauri y sus afluentes, puede repercutir en la disminución de las recargas de algunos acuíferos (principalmente en las zonas aledañas o en los propios bofedales), provocando una disminución del agua almacenada y sus niveles.

Según los estudios realizados por Salazar et. al. 2003, la vegetación de los bofedales, presenta un coeficiente de cultivo promedio (K_c) entre 4,79 a 6,04 mm/día y por lo tanto los requerimientos de agua en un bofedal de acuerdo a este autor es de aproximadamente 0,8 l/s/ha. Estos altos requerimientos de agua son mayores a los cultivos exigentes en agua como caña de azúcar, arroz, banano y otros.

Estos valores señalados por el autor, parece que solo toma en cuenta el agua que fluye por estos, el mismo que es importante para airearlos y proporcionarles los nutrientes necesarios para su desarrollo. Sin embargo, queda la duda si estos caudales son suficientes para mantener saturado todo el suelo y por consiguiente los niveles de los acuíferos superficiales. Es conocido que los suelos orgánicos de los bofedales, se mantienen saturados de humedad la mayor parte del año, gracias al agua que fluye en los ríos y a la napa freática superficial. En ese sentido, se supone que la disminución marcada de los caudales en el río Mauri, a la larga podrían incidir negativamente sobre la recarga adecuada de los acuíferos superficiales y por lo tanto disminuya sustancialmente el nivel del agua en los bofedales. Esta situación al igual que en el caso de la disminución de los caudales de los ríos, provocará directamente el desecamiento de los bofedales (pérdida de áreas) cambios en su composición

vegetal y consecuentemente la disminución de la producción de forrajes. Esto afectará negativamente la actividad ganadera, los ingresos derivados de esta actividad por la comercialización de productos, alimentación de los pobladores y la fauna silvestre que vive en esta.

En base a los datos determinados por Salazar et.al., sobre los requerimientos de agua por los bofedales, este ecosistema ubicado a largo del Mauri en el sector boliviano, requeriría como mínimo cerca de 1 l/s de agua, sin considerar posibles pérdidas de agua por infiltraciones en el subsuelo, evaporación y otros.

En vista de que el Mauri es el principal afluente del Río Desaguadero y considerando que en algunas épocas del año, las aguas que llegan a la parte baja del Desaguadero y Poopó, en su mayoría son solo las aguas del Mauri, es de esperar que a partir de Calacoto (punto de confluencia con el Desaguadero), habrán también algunos problemas en la parte media y baja del mencionado río (Llanura fluviolacustre).

En las orillas del Desaguadero, existen áreas con praderas nativas de bofedales chillihuales y gramadales, que son utilizadas por los pobladores para la cría de ganado camélido, ovino y vacuno y también por los animales silvestres (vicuñas y otros). Estas praderas, de la misma manera pueden sufrir cambios importantes en su composición y por consiguiente en sus rendimientos.

Por otro lado, de acuerdo al inventario realizado por el estudio, existen en la llanura cerca de 28 Sistemas de Riego Tradicional, las que utilizan las aguas de este río, para el riego complementario de cerca de 7000 ha de forrajes (alfalfa, festuca y cebada) y cultivos anuales (quinua, haba, cebolla y otros). Es de esperar que con la disminución extrema del caudal aportado por el Mauri, provocará una disminución de los caudales en el desaguadero y algunos conflictos entre los regantes por la falta de agua (época seca del año). También esta disminución afectará a sus ecosistemas, la flora y fauna que vive en estos ríos y en sus orillas, se podrían ver afectadas debido a los cambios provocados en su hábitat, por los menores caudales, los que posiblemente afectaran la circulación, aireación, temperatura del agua y otros aspectos. En muchos sitios por las características del cauce del río posiblemente cambiará la profundidad del agua, lo que posiblemente afectará a los ciclos biológicos de algunas especies que viven en este medio acuático.

Otro problema muy serio que está relacionado directamente con el desvío de las aguas del Mauri, es el incremento de la contaminación en las aguas que ingresaran a Bolivia. Esto principalmente, por el aumento de la concentración de algunos contaminantes (principalmente bajo la versión extrema), donde se destaca los contenidos elevados de sales, arsénico y boro (ver variaciones de la concentración de estos parámetros bajo diferentes escenarios). Ver graficos de los escenarios de escenarios en página 92 y Anexos.

De acuerdo a la evaluación de la calidad de las aguas del Mauri, realizadas por varios autores como Peralta (1997), Swedish Geological AB (1995) y otros, muestran que las aguas de este río, ya presentan serios problemas de contaminación a partir del sector de Calachaca. Esto se debe principalmente a que el río Mauri atraviesa en su parte alta, algunas formaciones geológicas pertenecientes a la Era Cenozoica, Periodo Terciario (Epocas del Eoceno, Oligoceno y Mioceno, las mismas que contienen rocas sedimentarias y volcánicas. Estas rocas, de acuerdo a los autores mencionados contienen sales y algunos metales tóxicos como arsénico, antimonio, plomo y otros, los mismos que pueden pasar de manera natural a las aguas de escurrimiento que alimentan la cuenca.

El Mauri, entre Kovire y las quebradas de Mamuta, Kaño y Murmutane, se caracteriza por presentar aguas de buena calidad, pero a partir de la quebrada de Putina estas manifiestan un incremento drástico de su Conductividad Eléctrica y algunos elementos tóxicos. Según Peralta, la calidad de las aguas en este sector presentan las siguientes características: CE 3,29 mS/cm; boro 44,3 mg/l, arsénico 7,7 a 8,9 mg/L, clasificándolas como aguas de deficiente calidad para consumo humano y riego.

Esta situación crítica sobre la calidad de las aguas, se debe a que en este lugar, se encuentran las Borateras de Calachaca, Pampa Samuta Pampa Sapiutapa, Quebrada Putina y Pilar Pampa (ver mapa sobre fuentes de contaminación), donde según este autor, se dan las siguientes formas de contaminación:

- ✓ Surgencia de aguas termales, y su posterior mezcla con las meteóricas infiltradas, las que favorecen la mineralización de las rocas en las fallas existentes, las que van a confluir al Mauri o alimentan las aguas subterráneas.

- ✓ Ascenso de aguas termales desde fallas profundas, las que afloran por entre pequeños domos, formándose flujos pequeños que se colectan formando riachuelos de agua contaminada.
- ✓ Circulación lateral, algunas veces producto de la infiltración de las borateras, o por aguas de lluvias o provenientes del flujo subterráneo, al contactarse con suelos contaminados, drenan subsuperficialmente hacia su nivel base (río Mauri).

También en el sector de Kallapuma –Pilar Pampa y Kallapuma-Juntupujo-Quiane y Chungará, existen fallas importantes que permiten la ascensión de aguas contaminadas que van a dar al Mauri.

De acuerdo al inventario realizado por este autor en esta zona, se identificaron 277 manantiales, los mismos que aportan al Mauri un caudal promedio de aproximadamente 400 l/s, con contenidos importantes de cloruros de sodio, arsénico y boro y otros elementos. Considerando que en la actualidad no se aprovechan directamente las aguas del Mauri por el Perú (no existe ningún desvío importante), las aguas que entran a Bolivia (situación actual) tiene un caudal promedio de aproximadamente 2000 l/s., y según Peralta (1997) con las siguientes características: CE 1.278,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la época seca y 1.199,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en época húmeda; boro 8,65 mg/l (ES) y 11,5 mg/l (EH) y arsénico 2,43 mg/l (ES) y 2,10 mg/l (EH), clasificándolas como aguas de mala calidad.

Si bien, en estos caudales que entran a Bolivia, la concentración de sales, arsénico, boro y otros elementos tóxicos, están diluidas en relación a las zonas principales de contaminación (borateras), estas ya presentan serias limitaciones para su uso (consumo humano y animal, riego y otros).

En el diseño del Proyecto de Aprovechamiento de la Cuenca del Maure, Vilavilani II, el Perú piensa aprovechar directamente las aguas del Mauri (1 m³/s), las aguas del acuífero de Kallapuma (0,5 m³/s). Por otro lado, aprovechando las dos represas a construir sobre el Mauri (Chuapalca y Ancomarca), se piensa bombear al canal de Calachaca cerca de 1,5 m³/s, lo que permitirá aprovechar un total de 3000l/s.

A fin de no contaminar las aguas desviadas hacia la costa peruana, el proyecto pretende aislar las aguas provenientes de las borateras, manantiales e hidrotermales

y otras fuentes de contaminación, y luego a través de un canal paralelo al de Calachaca, conducir estas aguas contaminadas de vuelta al Mauri (antes de la frontera con Bolivia).

En ese sentido, ingresara a Bolivia un caudal de solo 535 l/s (50 % de las borateras y 50% de las represas del Mauri. Este caudal, solo representa el 30% de las aguas que ingresaban bajo la situación actual y por consiguiente presentarán una mayor concentración de contaminantes.

Si se da esta situación, las aguas del Mauri ingresarán a Bolivia con una concentración muy elevada de elementos tóxicos como el arsénico, boro, antimonio, y otras características. De acuerdo a los estudios de simulación las aguas del Mauri presentarían estas características: CE 1770 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en época seca y 1665,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en época húmeda; boro 13,59 mg/l (ES) y 16,98 mg/l (EH) y arsénico 3,11 mg/l (ES) y 2,9 mg/l (EH).

Estas altas concentraciones de contaminantes en las aguas del Mauri, incidirán directamente sobre la vegetación de los bofedales del sector boliviano (tanto en composición, calidad y cantidad). También esta contaminación afectará la flora y fauna que vive en este río y que es parte de la cadena trófica para peces, aves y animales. Según los estudios realizados por la Swedish Geological AB, tanto en el Mauri como Desaguadero algunas especies de la fauna béntica, no se encuentran normalmente (anfípodos, gastrópodos, ostrácodos y otros), posiblemente esto se deba a los altos contenidos de arsénico y otros contaminantes no estudiados. De la misma manera, según esta institución sueca, la flora acuática, ya presentan contenidos importantes de metales (En el Desaguadero la planta acuática *Myriophyllum* y en el Mauri la alga conocida como Cochayuyo).

También la fauna silvestre (peces, aves, vicuñas, etc.) y la ganadería de camélidos y otros (ovinos y vacunos), que viven en las aguas, o que se crían en bofedales o praderas nativas de sus orillas, pueden verse seriamente afectadas. Uno, por el consumo directo de aguas contaminadas o por ingerir alimentos contaminados que se desarrollan en esta agua o sus orillas.

Considerando que el Mauri, es el principal afluente del Desaguadero, con sus menores caudales y con aguas de peor calidad, afectará también al río Desaguadero y a todas las actividades que se realizan en este a partir de su unión (Calcacoto). De acuerdo a

la Swedish Geological AB (1996), el Mauri aporta al Desaguadero cerca de 90 000 a 180 000 Kg de arsénico por año.

La disminución marcada del caudal en el Mauri (versión extrema) y sus altas concentraciones de contaminantes, es posible que ya no se sufriran una dilución importante una vez que confluya al Desaguadero, como sucedía cuando llegaban cerca de 15,00 m³/s como promedio. Por otro lado, surge la interrogante de que va suceder por debajo de la confluencia de ambos ríos (Calacoto), donde la cuenca media del Desaguadero, recibe importantes cantidades de sedimentos y sales (sulfatos, cloruros y otros) provenientes de las formaciones geológicas de Totora, Caquiaviri y Huayllamarca del Terciario. Por otro lado, entre Calacoto y Ulloma, el Desaguadero recibe al río Tarquiamaya, que según los estudios de ELC Milano-CPL La Paz (1976), presentan elevados contenidos de sales. (Su CE en la época seca es de 150 mmhos/cm y en la época húmeda es de 38 mmhos/cm), lo que permite la explotación y comercialización de sal por parte de los cooperativistas de la zona.

En ese sentido, es posible que las aguas del Desaguadero, por los motivos arriba mencionados, presentaran mayores concentraciones de sales y otros elementos contaminantes. Considerando que a partir de Chilahuala y Huari Belén (llanura fluvioacustre del Desaguadero) se utilizan las aguas de este río para riego de forrajes introducidos y cultivos anuales (En las provincias Aroma y G. Villarroel del departamento de La Paz y T. Barrón, Cercado y Saucarí de Oruro, existen 28 Sistemas de Riego Tradicional, que datan de varias décadas pasadas). En la actualidad y de acuerdo al inventario realizado en la llanura del Desaguadero, se riegan cerca 7000 ha, esto debido principalmente al déficit hídrico marcado que presenta la llanura del Desaguadero, durante los meses de abril a Noviembre.

Considerando que los regantes de la zona utilizan una lámina de riego complementario equivalente a 10 mm (lámina mínima), se requeriría por cada ha y turno cerca de 100 m³/ha, caudal de agua considerable, que no se presenta en el Desaguadero durante los meses secos del año. Sin embargo es necesario aclarar que no se riega de golpe las 7000 ha.

Como en la época seca del año, es donde existe una mayor demanda de agua para riego y otros usos, es importante tomar en cuenta la mayor concentración de algunos

contaminantes que según algunos investigadores (Quintanilla y Otros) existe en esta época del año.

Debido a estos desvíos, es de esperar que la calidad de las aguas para riego empeore y por consiguiente en los suelos regados se podría incrementar paulatinamente la acumulación de sales y metales pesados y otros. Esto puede provocar una aceleración de los procesos de salinización /sodificación de los suelos y su contaminación, disminuyendo su capacidad productiva de los mismos y en el tiempo convertirlos en eriales. Así mismo, algunos contaminantes adsorbidos en los suelos, podrían de acuerdo a su biodisponibilidad pasar a los cultivos, forrajes nativos e introducidos (tal como lo demuestran Orsag y Miranda, 2000 y 2004 en los trabajos de investigación realizados en Chilahuala y El Choro, en suelos con diferentes años de riego). Los metales acumulados en los alimentos de origen vegetal y animal, podrán luego ser ingeridos por el hombre y acumularse paulatinamente en sus órganos y/o tejidos, provocando una serie de enfermedades y problemas de salud.

Por otro lado, las aguas contaminadas en ambas cuencas, de acuerdo a los estudios realizados por la Swedish Geological AB (1996), también incide sobre la acumulación de algunos metales en la flora y fauna acuática, resaltando el arsénico, antimonio, cadmio, mercurio y otros. La disminución de los caudales en el Mauri y Desaguadero y el empeoramiento de su calidad, también incidirá negativamente en el lago Poopó, el mismo que requieren de un caudal ecológico mínimo, para mantener neutralizado los serios problemas de contaminación que existe en toda su cuenca por la actividad minera artesanal y los pasivos ambientales existentes desde hace décadas y otros.

Considerando que la demanda de agua en el futuro se incrementará en la región, debido al crecimiento de la población, es posible que se originen algunos conflictos entre los pobladores aguas arriba y abajo de la cuenca.

Cambios climáticos. Los cambios climáticos que se dan en la región podrían principalmente por la disminución de las precipitaciones pluviales en la región, también incidir directamente sobre el ciclo hidriológico de las cuencas estudiadas.

La degradación de los bofedales y otras praderas a lo largo de los ríos Mauri y Desaguadero por la disminución de sus caudales y empeoramiento de la calidad de sus aguas, puede incidir también sobre la degradación de sus suelos y de las tierras aledañas. Esto debido principalmente a la reducción de los bofedales y de sus

rendimientos, que provocará que los ganaderos concentren su ganado en otras zonas menos afectadas. Esto causará una disminución de la cobertura vegetal (menor protección del suelo) tanto en praderas de otro tipo como en los propios bofedales, provocando el cambio del uso del suelo (de ganadería a agrícola) y el aumento del escurrimiento y la erosión de los suelos.

El incremento del agua de escurrimiento en la época lluviosa del año, puede generar una serie de problemas relacionados al arrastre de sedimentos hacia las partes bajas de la cuenca. Estos sedimentos acumulados en forma de bancos en el cauce del río (parte baja de la cuenca), favorecerá el desborde e inundaciones en la llanura fluviolacustre. Por otro lado, los sedimentos en suspensión en las aguas del Desaguadero empeoran la calidad de las aguas para la flora y fauna acuática y para su uso (en la parte baja).

Al margen de los impactos señalados por el desvío de las aguas en la parte alta de la cuenca (por Perú) en su versión extrema, es importante indicar que también estos desvíos podrían generar una serie de conflictos de tipo internacional entre los países involucrados (Perú, Bolivia y Chile) En ese sentido, este proyecto debe ser considerado por el Gobierno boliviano, para que haga una evaluación profunda de los impactos que tendría este proyecto en su versión extrema.

Tabla 22. Impacto del Desvío de Aguas en la Parte Alta de la Cuenca del Río Mauri (Perú y Chile) sobre los Recursos Naturales y Aspectos Socioeconómicos de las Partes Bajas del Mauri y Desaguadero

Recurso	Impactos Directos	Otros Impactos
Agua	<ul style="list-style-type: none"> -Menores Caudales de Agua en los ríos Mauri *** y Desaguadero ** -Mayor Concentración de Contaminantes en Aguas Mauri *** y Desaguadero **. -Menor Recarga de Acuíferos, sector Mauri *** y Desaguadero * -Contaminación de Acuíferos Mauri *** y Desaguadero * 	<ul style="list-style-type: none"> -Empeoramiento de los hábitat Acuáticos en los Ríos Mauri *** y Desaguadero ** y sitios RAMSAR (Lago Poopó) ** -Menor Cantidad y Calidad de Agua para Riego Mauri *** y Desaguadero **, Consumo Animal (Mauri)*** y Desaguadero **

<p>Flora y Fauna Acuática</p>	<p>-Incidencia Negativa sobre los Ciclos Biológicos en la Fauna Acuática (Béntica) y Desarrollo de la Flora (plancton), Mauri *** y Desaguadero **</p> <p>-Acumulación de Elementos Tóxicos en los Cuerpos de los Organismos Acuáticos, Mauri *** y Desaguadero **</p> <p>-Empeoramiento de la Calidad de Flora (Cochayuyo y otros), Mauri *** y Desaguadero **.</p> <p>-Empeoramiento de la Calidad de Pescados y Otros, Mauri *** y Desaguadero **</p>	<p>Incidencia sobre el Resto de la Cadena Trófica, (Aves, Vicuñas, peces etc.), debido a la Peor Calidad de los Organismos Acuáticos , Mauri *** y Desaguadero **</p> <p>-</p>
<p>Clima Local</p>	<p>-Menor Evaporación, Mauri ** y Desaguadero *</p> <p>-Menor Humedad Relativa en el Ambiente, Mauri *</p>	<p>-Mayor Incidencia de Heladas, Mauri *</p> <p>-Menores Precipitaciones Mauri *</p>
<p>Suelos</p>	<p>-Menor Contenido de Humedad en Suelos de Bofedales (Mauri) ***y Desaguadero **</p> <p>-Mayor acumulación de Arsénico, Boro, Antimonio, Plomo, Sales y Otros en Suelos de Bofedales, Mauri *** y de Cultivo, Desaguadero **</p>	<p>-Incremento de la Degradación de los Suelos (Salinización, Sodificación, Erosión, etc.), Mauri ** y Desaguadero *</p> <p>-Cambio del Uso del Suelo, Mauri ** y Desaguadero *</p> <p>-Incremento del Aporte de Sedimentos a los Ríos , Mauri * y</p>

	-Disminución de la Fertilidad Natural de los Suelos (bofedales) Mauri *** y (cultivos) Desaguadero **	Desaguadero *
Vegetación (Bofedales)	-Cambios en su Composición Vegetal, Mauri *** y Desaguadero * -Menor Producción de Forrajes, Mauri *** y Desaguadero ** -Incremento del Contenido de Contaminantes en Forrajes (Bofedales), Mauri *** y Desaguadero * -Disminución de la Calidad de los Forrajes Nativos, Mauri *** y Desaguadero *	- Desaparición de bofedales y otro tipo de praderas nativas, Mauri *** y Desaguadero * Mayor Presión sobre Pasturas en Zonas no Afectadas, Mauri *** y Desaguadero *
Cultivos	-Menor Producción de Productos Alimenticios y Forrajes Introducidos, Desaguadero * -Incremento del Contenido de Contaminantes en Forrajes introducidos (Alfalfa, Triticale, Otros) y Productos Alimenticios (Papa, Haba, Quinoa, etc.), Desaguadero * -Disminución de la Calidad de los Forrajes Introducidos y Productos Alimenticios,	-Menor Demanda por Productos Agrícolas Regados con Aguas del Desaguadero *

	Desaguadero *	
Animales Domésticos y Silvestres, Ganado Camélido, Ovino, Vacuno y Otros	-Problemas de Toxicidad y Enfermedades por Consumo de Aguas Contaminadas, Mauri *** y Desaguadero **	- Problemas de Toxicidad y Enfermedades por Consumo de Forrajes Contaminados, Mauri *** y Desaguadero **
Hombre (cercanías a los ríos)	-Problemas de Toxicidad y Enfermedades por Consumo agua y Alimentos de Origen Vegetal y Animal, Mauri *** y Desaguadero **	- Disminución de la capacidad de trabajo, Mauri *** y Desaguadero *
Aspectos Socioeconómicos	-Menores Ingresos por Disminución de la Producción y Calidad de los Productos Vegetales y Animales, Mauri *** y Desaguadero * -Incremento de Conflictos por Disminución de Caudales, Mauri *** y Desaguadero *. -Disminución de la Demanda de productos de Origen Animal y Vegetal, Mauri ** y Desaguadero *.	-Migración por Problemas de Degradación y factores Económicos, Mauri *** y Desaguadero * -Pérdida de Identidad y de Lazos Familiares.

Fuente: Elaboración Propia

*** Intensidad Alta

** Intensidad Intermedia

* Intensidad Baja

6.4 SISTEMAS DE RIEGO TRADICIONAL EN LA LLANURA FLUVIO LACUSTRE DEL RÍO DESAGUADERO

Debido al déficit hídrico marcado que se presenta en el Altiplano Central de Bolivia, durante la mayor parte del año (Chuquiña: 288,6 mm; Eucaliptos: 213,9 mm; San José: 207,5 mm y Oruro 333mm), los agricultores se ven obligados a utilizar el riego complementario para garantizar la producción de cultivos y/o forrajes.

En ese sentido, en la llanura fluvio- lacustre del río Desaguadero (zona de interés del presente estudio), los pobladores utilizan las aguas de este río para diferente usos (riego, consumo animal, minería y otros). En el departamento de La Paz (provincias G. Villarroel y Aroma) y en el departamento de Oruro (provincias Cercado, T. Barrón y Saucarí), existen aproximadamente 28 Sistemas de Riego Tradicional. Estos sistemas riegan cerca de 7157 ha, de las cuales, se encuentran en La Paz 2390 ha (33,40 %) y en Oruro 4766 ha (66,60 %)

Tabla 23. Sistemas de Riego y Superficies Regadas en el Río Desaguadero (La Paz)

Sistemas de Riego	Area de riego (ha)
Santiago de Collana	360
Sipa Pampa, Sipa Ayviri Piti	28
Yauri Chambi, Toloma, Chullpa, Patiti	60
Sistema Jaque Pequeña	92
Comunidad Achaviri	76
Comunidad Laymini	54
Comunidad Capitán Castrillo	138
Comunidad Colque Amaya Alta	125
Comunidad Luky Amaya	54
Comunidad Colque Amaya Baja	228
Comunidad Unupata	100
Comunidad Jancoicho	50,46
Comunidad Bolivar	99,54
Comunidad Alto Rivera	256
Comunidad Centro Rivera	195
Comunidad Rivera Alta	135
Comunidad Milla Milla	84,75
Comunidad San Miguel	43,84
Comunidad Janco Piti	78,4
Asociación de Regantes Titusa Alta	69
Comunidad Titusa	63,25
TOTAL:	2390,24

Tabla 24. Sistemas de Riego y Superficies Regadas en el Río Desaguadero (Oruro)

Sistemas de Riego	Área de Riego (ha)
Asociación de Riego Huancaroma	350
Central Challacollo	1284,58
Comunidad Chambi Rancho Chuquilaca	225
Central EL Choro	1478
Central Unificado	978
Chaytavi	450
TOTAL:	4765,58

Tabla 25. Superficies de Riego Total en el Río Desaguadero

Departamento	Área de Riego (ha)	%
La Paz	2390,24	33,40
Oruro	4765,58	66,60
TOTAL:	7155,82	100,00

6.4.1 SISTEMAS DE RIEGO EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO DESAGUADERO

Sistema Capitán Castrillo: Está ubicado en la primera sección de la provincia G. Villarroel, cuenta con dos canales principales de riego de 1,5 y 2 Km. de largo, los caudales fluctúan entre 35 y 45 l/s, las familias afiliadas a este sistema son 50.

Sistema Santa Ana: Cuenta con un canal principal de 2,6 Km. el que se divide en 5 canales secundarios, las zonas regadas son (Zambrana, Patorini, Poca, Herrera y Hanko Piti-Mamani. Existen 68 familias afiliadas.

Sistema Colque Amaya Baja: Esta ubicado en la 2da. Sección de la provincia G. Villarroel, cuenta con dos canales principales de riego de 4 y 3 Km. de largo respectivamente, con caudales equivalentes a 16 y 13 l/s, tanto en la parte baja como central. Con este sistema se benefician 84 familias.

Sistema Alianza- Unupata: está ubicada en la 2da. Sección de la provincia G. Villarroel, cuenta con un canal principal de 14 Km. y 3 canales secundarios que

permiten regar las zonas de Centro Alianza, San Juan y San Felipe. Debido a que este sistema en su fase inicial atravesaba los terrenos de las comunidades de Santa Ana y Colque Amaya Baja y a los problemas surgidos por esta situación, no está funcionando. Este sistema contaba con 64 familias afiliadas.

Sistema Bolívar: Sistema ubicado en la 2da. Sección de la provincia G. Villarroel, su canal principal tiene una extensión de aproximadamente 13 km., el que se divide en dos ramales secundarios. Este sistema riega las zonas de Corani, Cabezas y Cabezas- Solares, beneficiando a aproximadamente 55 familias.

Sistema Rivera Alta: se encuentra al igual que el resto de los sistemas en la misma sección de la provincia Villarroel, cuenta con 3 canales principales, 2 canales sirven para regar la zona de Circuyo y uno para regar la zona de Toloma, con un caudal promedio de 25 l/s. El total de afiliados es de 47 familias (25 en Circuyo y 22 en Toloma).

Sistema de Riego Centro Rivera-Alta: Se encuentra, en la misma provincia y 2da. Sección, actualmente no está en funcionamiento, este sistema permitía regar las áreas de Centro Rivera y Rivera Alta, beneficiando a un total de 60 familias.

Sistema de Bajo Rivera (San Miguel): Pertenece a la segunda sección de la mencionada provincia, en la actualidad se encuentra abandonado, debido a la poca disponibilidad de agua y mucho trabajo para su mantenimiento, este sistema permitía beneficiar a cerca de 20 familias.

Sistema de Riego Centro Unupata-Unión Tholar –Laruta: Este sistema, pertenece a la misma zona, y permite beneficiar a 3 comunidades. El canal principal se divide en 4 canales secundarios que beneficiaban a Centro Unupata (45 familias); Zona Lovera (25); Unión Tholar (15) y Laruta (20), totalizando 105 familias.

Sistema Manquiri-Paxipala: Consta de un canal principal de riego de 7 Km., el que se divide en 2 canales secundarios para regar Manquiri y Paxipala, beneficiando a 37 familias.

Sistema Achaviri: Tiene un canal principal de 8 Km., lo que permite regar las zonas de Choque y Zegarra y beneficiar a aproximadamente 35 familias.

Sistema Laymini: Se encuentra ubicado en la primera sección de la provincia G. Villarroel, tiene un canal principal de 7,5 Km. de longitud y con un caudal de 120 l/s (46 l/s en épocas críticas). Las familias afiliadas a este sistema son 27.

Sistema Jank'ó Huichí: Pertenece a la 2da. Sección de la provincia G. Villarroel, este sistema actualmente está abandonado y contaba con un canal principal de 19 Km y tres secundarios, lo que le permitía regar las zonas de Jank'ó Huichí, Circa Chico y Villa Torini, Las familias beneficiadas alcanzaban las 60 familias.

6.4.2 SISTEMAS DE RIEGO EN EL MARGEN IZQUIERDO DEL RÍO DESAGUADERO

El sistema de riego "Kala Umaña" o Sistema Cordepaz, se encuentra ubicado en el municipio de Umala (provincia Aroma del departamento de La Paz), es conocido como "Canal Cero" en la Dirección Nacional de Riegos y Suelos del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACIA). Este sistema beneficia a los cantones de San José Llanga, Santiago de Collana, Huari Belén y Toloma gracias a un canal principal de aproximadamente 12 Km.

Según la inventariación de sistemas de riego (1997) del Programa Nacional del Riego (PRONAR), este sistema de riego abarca una superficie bruta de 1630 ha, de las cuales 1550 corresponden al área regable (área bruta menos áreas no cultivables). El cultivo de la alfalfa es el más regado y ocupa la mayor superficie, seguido de la cebada, avena y haba.

En el departamento de Oruro, existen los siguientes sistemas de riego:

Provincia Tomás Barrón, existen 2 sistemas de riego. En el margen izquierdo del Desaguadero el sistema de riego Huancaroma (Sistema privado para regar la hacienda Huancaroma) y otro canal para regar la comunidad del mismo nombre.

En la provincia Cercado, el sistema de riego El Choro (margen derecho), es uno de los más antiguos del Altiplano boliviano ya que utilizan las aguas del río Desaguadero por más de 40 años. Este sistema permite beneficiar a cerca de 1000 familias, a través de varios canales principales, siendo el principal de aproximadamente 40 Km. de largo. Este sistema consta de las siguientes Centrales:

Central Challacollo, este sistema cuenta con aproximadamente 200 usuarios, los mismos que almacenan agua en vigiñas para la ganadería.

Central Unificada, esta central abarca 5 zonas de riego (Rancho Grande, Chaytavi, Kochi Piacala, Crucero Belén, Hostipaya y Chojaya), beneficiando a cerca de 320 usuarios, los mismos que utilizan las aguas del Desaguadero para riego y animales.

Central El Choro, Abarca 5 zonas de riego: Japo, Santa María, Cocapata, Cruz Choro y Cholapata), beneficiando a cerca de 330 usuarios.

Central Choquecaca, beneficia a cerca de 60 familias.

Central Nekejawira, tiene cerca de 50 familias beneficiadas.

El sistema de riego de la Central de Riego Unificada y El Choro, utilizan un solo canal matriz (principal), que se inicia sobre el río Desaguadero en Puman Ch'alla (toma) hasta Palli Balsa con una extensión de 11.95 Km. de largo, un ancho de 3 m y una profundidad de 1.50 m., a partir de éste canal se distribuye el agua a las demás zonas de canalización.

En Palli Balsa, esta matriz se bifurca en dos canales principales. Uno sirve para la distribución de agua a la Central Unificada, permitiendo distribuir el agua a sus 5 zonas afiliadas: Rancho Grande, Crucero Belén, Chocaya, Ospitaya, K'ochi Piakala y Pallquiri.

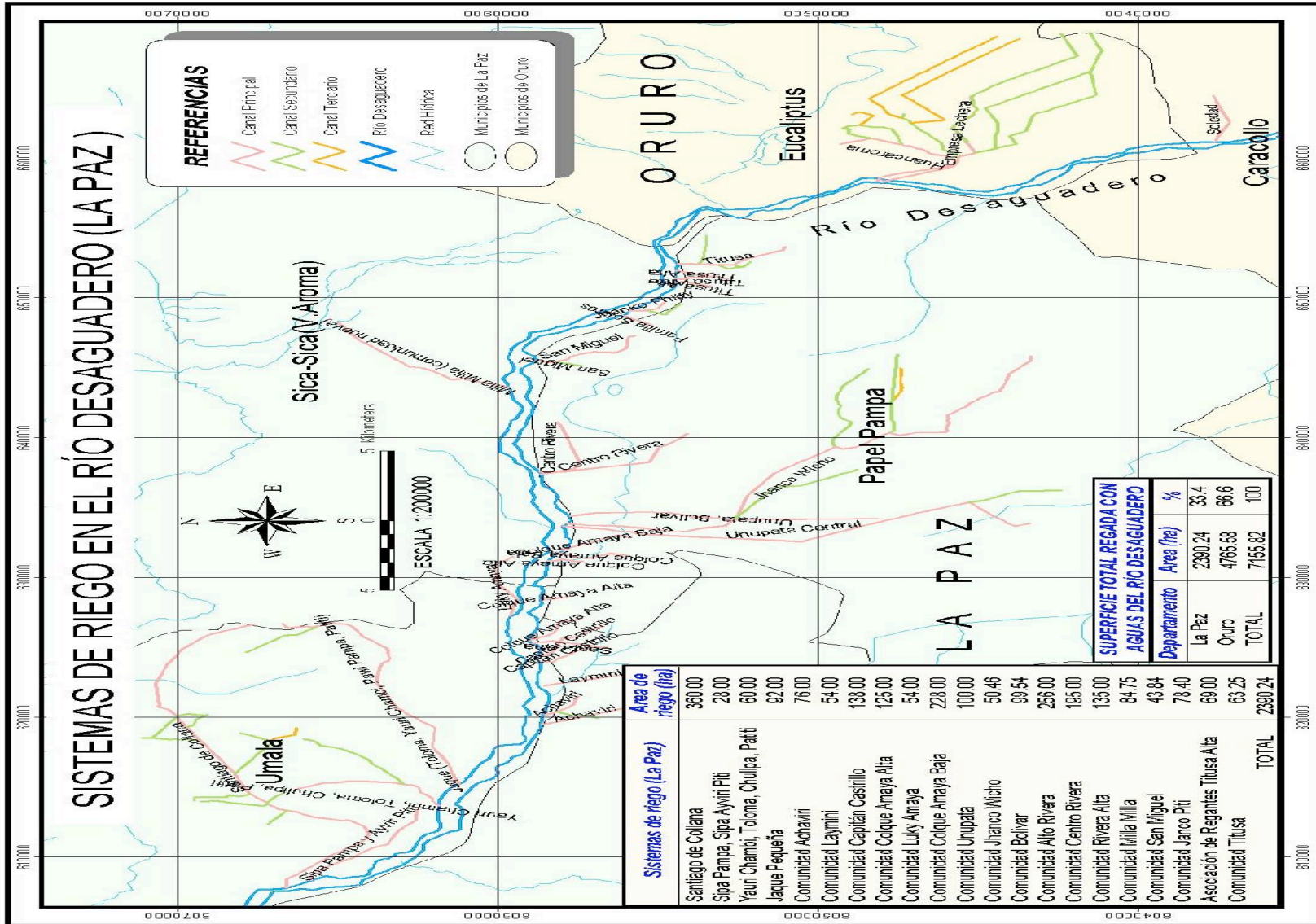
La extensión de los canales de riego en la Central Unificada son los siguientes:

Tabla 26. Longitud de los Canales de Riego en la Central Unificada (Oruro)

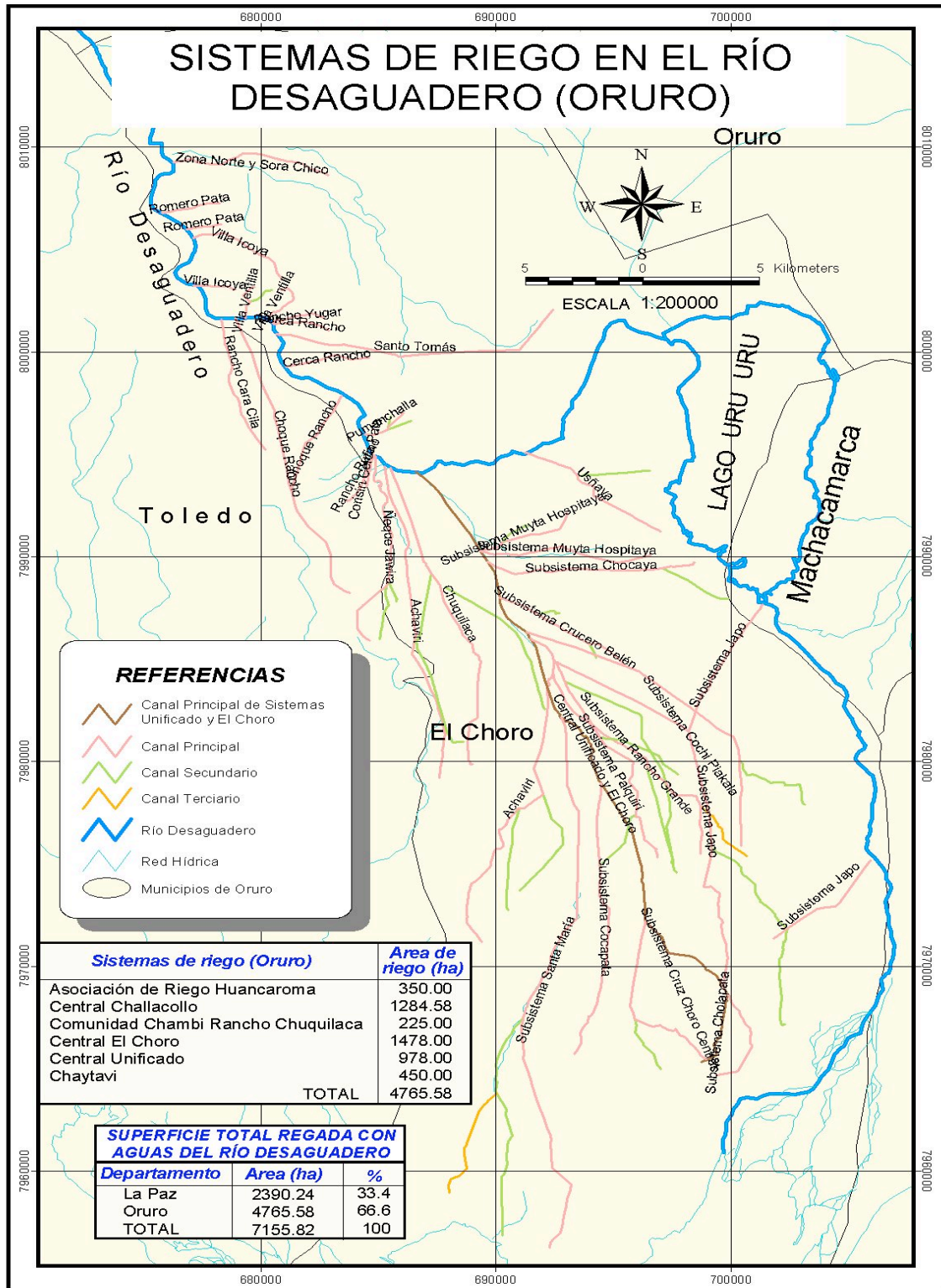
Canales	Longitud en Km
Matriz	11,95
Primarios	33,10
Secundarios	35,95
Total	80,95

Fuente Vásquez,2002

Mapa 5.- Sistemas de riego tradicional en el río Desaguadero.



Mapa 6. Sistemas de Riego Tradicional en el río Desaguadero, sector Oruro.



El agua de este Sistema beneficia a sus socios, no solo con agua para riego y consumo animal, sino también en algunos casos para consumo humano, el resto de los socios y pobladores que viven en el área de influencia, se benefician también de manera indirecta, a través de las organizaciones de canalización mediante la cooperación que realiza la Alcaldía, el Programa de Alimentos y otras instituciones que cooperan en la limpieza de los mismos.

Es por esta razón que todos los trabajos de mantenimiento del canal matriz, se hace de manera consensuada entre las dos Centrales de Riego (Unificada y El Choro).

Las características de los canales principales son las siguientes:

Canal de Rancho Grande

Este canal está compuesto por un canal primario de aproximadamente 6,80 Km de longitud, para luego dividirse en tres canales secundarios o ramales. El primer canal secundario denominado canal Temple Jahuirá tiene una extensión de 4.90 Km. El segundo canal secundario es denominado canal Rancho Grande con una extensión de 5.65 Km, del que nace un tercer canal secundario denominado canal Chambí Balsa con una longitud de 3.00 Km.

El canal de Rancho Grande distribuye agua a un total de 27 socios regantes distribuidos a lo largo del canal primario y los canales secundarios.

Los socios de la zona de canalización de Rancho Grande han construido entre su canal primario y sus tres canales secundarios una extensión de 20.35 Km.

Canal Crucero Belén

El canal primario tiene 4,60 Km. de longitud., el mismo que se divide en dos canales secundarios o ramales. El primer canal secundario denominado canal Calpaya es de 4.45 Km. El segundo canal es denominado canal al Sur y tiene una longitud de 1,70 Km.

El canal de Crucero Belén distribuye agua a un total de 22 socios regantes distribuidos a lo largo del canal primario y los canales secundarios.

Canal K'ochi Piakala

El canal primario tiene una longitud de 13.00 Km., a partir del cual se divide en dos canales secundarios o ramales. El primer canal secundario denominado canal Baño Antisárnico tiene 1,75 Km. El segundo canal secundario denominado canal Taro tiene una longitud de 6,65 Km.

El canal de K'ochi Piakala distribuye agua a un total de 22 socios regantes distribuidos a lo largo del canal primario y los canales secundarios.

La longitud total del canal K'ochi Piakala (canal primario y sus dos canales secundarios) es de 21,40 Km.

Canal Pallquiri

Este canal está compuesto por un canal primario que tiene una longitud de 8,70 Km., a partir del cual se divide en tres canales secundarios o ramales. El primer canal secundario (primer ramal) tiene 2,50 Km. de longitud. El segundo canal secundario (segundo ramal) tiene 2,30 Km. y por último el tercer canal denominado (tercer ramal) tiene una longitud de 3,05 Km., Todo el sistema tiene una longitud total de 16.55 Km. (canal primario y sus tres canales secundarios).

El canal de Pallquiri distribuye agua a 29 socios regantes, distribuidos a lo largo del canal primario y los canales secundarios.

En la zona de El Choro, existe las siguientes zonas de Riego y número de afiliados:

El Choro:

Japo (70); Cocapata (68/35); Cholapata (20) y Santa María (60), donde el promedio de la superficie regada es de 6 ha/familia.

Central Unificada:

Crucero Belen: Chuquilaka (75 familias); Crucero Belén (25); Ospitaya y Chocaya (30) y Chaytavi (50).

Rancho Grande:

Kochi Piakala (25); Rancho Grande (30) y Palquiri (20). totalizando 255 familias y como promedio 5,48 ha regadas por familia.

Challacollo:

Challacollo (70); Villa Icoya (27); Norte (60); Pumanchalla (20); Rancho Choque (30); Rancho Rufino (30), y Rancho Huaka (30). Totalizando un total de 267 familias con un promedio regado de 2ha/familia).

El total de familias beneficiadas en la sección municipal de El Choro asciende a aproximadamente 826 familias con un promedio total de 5 ha regadas.

La superficie total del área regada por centrales de riego es la siguiente:

El Choro 1476 ha, Unificada 1036 y Challacollo 396 ha, haciendo un total de 2908 ha. De acuerdo al Plan Director Binacional y a la Carpeta Bancable de El Choro, en esta zona se piensa regar una superficie aproximada de 4.200 ha.

6.4.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

Todos los sistemas de riego tradicional existentes sobre el río Desaguadero, tienen por lo general tomas rudimentarias de agua sobre el río Desaguadero. Esta situación, por consiguiente, no permite garantizar y controlar adecuadamente el flujo de agua a las zonas de riego.

Como en la época lluviosa del año no se requiere agua para riego, ya que la humedad del suelo alcanza humedades cercanas a la Capacidad de Campo (CC); Orsag 1998 y Orsag y Tito 2002, las bocatomas se cierran con ayuda de amarres de vegetación (paja brava y thola) y tierra, las mismas que pueden ceder especialmente durante las crecidas del Desaguadero. Esto puede provocar la entrada de caudales innecesarios de agua hacia las zonas de cultivo y pastoreo e inundarlas. En el año 2000, se han producido en las áreas bajo riego serios problemas de contaminación, debido a la ruptura del oleoducto (Sica Sica –Arica), provocando la dispersión del petróleo a través del río y luego por los canales de riego hacia las tierras de cultivo y vigiñas.

Los canales de riegos (principales, secundarios y terciarios) de los diferentes sistemas tradicionales de la llanura, se caracterizan por presentar taludes demasiado pronunciados, los mismos que no tienen ningún tipo de revestimiento. En ese sentido, estos canales sufren derrumbes continuos y su colmatación respectiva, lo que impide el flujo normal de agua.

Debido a la topografía plana de la llanura y al plano del agua en el río, los canales en algunos sectores tienen que ser bastante profundos para alcanzar la pendiente adecuada y así garantizar el flujo de agua. En algunos casos, este aspecto disminuye considerablemente la posibilidad de utilizar el riego tradicional, en razón de que las tierras de cultivo se encuentran muy por encima de los niveles de agua en los canales y no todos los pobladores cuentan con motobombas.

La sedimentación continua que sufren los canales y por otro lado, la disminución de los caudales en el Desaguadero (especialmente antes del año 2002), ha provocado que en algunos casos, los canales principales queden muy por encima de los niveles del río, lo que no permite el flujo de agua hacia estos. Esta situación ha provocado que varios sistemas a lo largo del río se cierren temporalmente o hayan sido abandonados.

Debido a la escasez de agua durante la época seca del año, y por otro lado, como el ancho del río es muy amplio (entre Chilahua y Eucaliptos), el recorrido del agua en su propio cauce sufre cambios importantes, quedando algunas tomas completamente aisladas. Así mismo, debido a la acumulación de sedimentos en el lecho del río en forma de bancos (brazo izquierdo), el agua no circula libremente y la falta de agua se hace más notoria en la zona baja de la cuenca, generando una serie de conflictos entre los usuarios.

En ese sentido, la limpieza y mantenimiento que realizan los usuarios periódicamente, no solo es importante en las tomas, canales principales, secundarios y terciarios de cada Sistema de Riego, sino también, en el propio río Desaguadero. Así, la limpieza y mantenimiento del Desaguadero en el tramo (Chuquiña, Burguillos y Pumanchalla), es de suma importancia para que el agua llegue a las zonas de riego de El Choro. El mantenimiento del canal principal (entre Pumanchalla a Pallybalsa) lo llevan a cabo las dos Centrales de El Choro y Unificada que utilizan este canal. De la limpieza de los canales secundarios, se encargan las zonas involucradas en el riego y de los canales terciarios los comunarios directamente involucrados.

Los problemas de escasez de agua que se presentaba con frecuencia en el periodo de estiaje en la parte baja de la cuenca, están tratando de ser

controladas actualmente por la Autoridad Binacional del lago Titicaca (ALT), gracias a las obras de regulación en Puente Internacional y al dragado del río Desaguadero, que se están llevando a cabo de acuerdo a las recomendaciones del Plan Director Binacional. Estas obras están permitiendo que se incrementen los caudales de agua en el Desaguadero principalmente en la época seca del año (época de mayor demanda), gracias a los aportes del Titicaca, Estos aportes del lago además están permitiendo mejorar la calidad de las aguas del Desaguadero, gracias a la dilución que sufren las aguas río abajo.

Otro problema que se presenta en la zona, es que los canales primarios, secundarios y terciarios de los diferentes sistemas, cortan indiscriminadamente los caminos y como en la mayoría de los casos no existen puentes o accesos, perjudican el libre tránsito de moviidades, personas y animales.

6.4.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ORGANIZACIONES DE RIEGO Y SU FUNCIONAMIENTO

Los Sistemas de Riego Tradicional existentes en el área, en la mayoría de los casos cuentan con sus organizaciones respectivas de riego y su reglamentación para el funcionamiento.

La estructura organizativa de los diferentes comités de riego en la provincia G. Villarroel del departamento de La Paz, está conformado de la siguiente manera (Ejemplo Santa Ana, Ledesma 2000):

- ✓ Presidente
- ✓ Alcaldes de riego
- ✓ Jefes de riego zonales
- ✓ Afiliados

El presidente tiene como función:

- ✓ Llamar a reuniones a los afiliados para trabajos de limpieza y mantenimiento y/o definición de riego.
- ✓ Solucionar conflictos.
- ✓ Sancionar a los que cometen faltas.
- ✓ Controlar la labor de los alcaldes.
- ✓ Controlar el caudal de agua en los ramales (canales secundarios).
- ✓ Distribuir el agua a los diferentes zonas

- ✓ Verificar el estado de la toma principal y canal principal.

Los alcaldes de riego tienen las siguientes funciones:

- ✓ Controlar la distribución del agua en su zona.
- ✓ Dar parte al presidente sobre problemas o irregularidades surgidas.
- ✓ Llamar a los afiliados de su zona a los trabajos de limpieza y mantenimiento del canal principal.

Los Jefes zonales al margen de ser representantes de su zona, cumplen las siguientes funciones:

- ✓ Llamar a las reuniones de los afiliados de su zona para riego y trabajos de mantenimiento y limpieza.
- ✓ Controlar la distribución de turnos y tiempos de riego.
- ✓ Dar parte a los alcaldes de riego.
- ✓ Arreglar conflictos internos.

De modo general se puede indicar que todas las personas que pertenecen a una comunidad o esté de residente permanente en ella, tiene derecho al uso del agua siempre y cuando cumpla con las siguientes obligaciones:

- ✓ Acudir a las reuniones que convoquen el presidente, alcalde de la zona o jefe de zona de manera obligatoria.
- ✓ Asistir y participar de los trabajos de limpieza y mantenimiento del canal principal.
- ✓ Cumplir con las funciones que se le encomienden
- ✓ Controlar que otros vecinos no estén abusando de los tiempos y turnos asignados.

La estructura organizativa de riego en una zona de El Choro (Japo), está conformada de la siguiente manera:

- ✓ Presidente
- ✓ Vicepresidente
- ✓ Secretario de Actas
- ✓ Secretario de Hacienda
- ✓ Vocal
- ✓ Juez de Aguas

Las funciones del presidente son las siguientes:

- ✓ Dirigir los destinos de la zona.
- ✓ Estar en contacto con el presidente de la Central El Choro.

- ✓ Convocar a reuniones.
- ✓ Presidir las reuniones.
- ✓ Cumplir y hacer cumplir las determinaciones de las reuniones.
- ✓ Velar por la distribución equitativa del agua.
- ✓ Sancionar a los usuarios que perjudiquen los turnos o incurran en faltas.

Vicepresidente:

- ✓ Reemplazar al vicepresidente.
- ✓ Ayudar al presidente en sus funciones.

Secretario de Actas:

- ✓ Elaborar las actas correspondientes.
- ✓ Archivar documentos y responsabilizarse del libro de actas
- ✓ Elaborar cartas, oficios, memorandums y otros.
- ✓ Recibir y expedir correspondencia.
- ✓ Llevar el control de turnos.

Secretario de Hacienda:

- ✓ Responsabilizarse del manejo económico.
- ✓ Realizar reembolsos.
- ✓ Llevar a detalle el libro de cuentas.
- ✓ Brindar informes económicos.
- ✓ Cobrar cuotas a los usuarios.

Vocal:

- ✓ Colaborar con el Directorio.
- ✓ Asumir alguna vacancia inferior.

Juez de Aguas:

- ✓ Recoger las órdenes del servicio de riego.
- ✓ Informar al Directorio sobre el servicio de aguas.
- ✓ Vigilar la entrega de agua a cada usuario de acuerdo al turno establecido y en base a las normas.

Usuarios:

- ✓ Cumplir con todas las costumbres de la zona y hacerse cargo de las funciones encomendadas.
- ✓ Realizar el pago de aportes de manera puntual.
- ✓ Cumplir con las tareas de mantenimiento en la infraestructura de riego.

- ✓ Cumplir con todos los compromisos que adquiera la organización.

6.4.5 GESTIÓN DEL AGUA EN LOS SISTEMAS DE RIEGO TRADICIONAL.

La mayoría de los Sistemas de Riego Tradicional existentes en la llanura y fluviolacustre del río Desaguadero y principalmente las ubicadas en el departamento de La Paz, tienen sus propias Organizaciones de riego, ya que cada Sistema es independiente, gracias a que cada una de ellas tiene su propia toma sobre el Desaguadero, y por lo tanto cuentan con su propia reglamentación para el manejo del agua.

En El Choro (Oruro), las dos Centrales principales de riego (Central Unificada y El Choro), tienen una sola toma de agua sobre el Desaguadero y por consiguiente utilizan el mismo canal matriz, favoreciendo el manejo coordinado del agua entre varias zonas y principalmente todo lo relacionado a los trabajos de mantenimiento que requiere este canal principal, sin embargo, siempre se genera una serie de conflictos entre las comunidades involucradas por la falta de agua.

La utilización de las aguas del mencionado río se inicia en el mes de abril-mayo para el llenado de las vigiñas y un poco más tarde para el riego de forrajes (junio-julio), cuando los suelos ya han perdido parte de su humedad residual (acumulada en la época lluviosa del año). El llenado de los reservorios de agua e inicio del riego están estrechamente relacionados con el estado de los canales, es decir, si se han realizado las limpiezas necesarias en los canales primarios secundarios y otros puntos (principios del periodo seco del año).

Como en toda la zona, los caudales de agua para riego son insuficientes para cubrir las demandas de la mayoría de los pobladores, el riego en la mayor parte de la llanura tiene un carácter complementario.

La cantidad de turnos de riego que recibe cada usuario al año en un sistema, depende principalmente de la:

- ✓ Disponibilidad de agua en el Desaguadero, la misma que está en función de las características climáticas del año.
- ✓ Número de usuarios en el sistema (Una mayor cantidad de regantes en un sistema, obliga a que los turnos de riego sean más distanciados).

- ✓ Ubicación de sus parcelas de riego (Las parcelas más alejas del canal secundario y terciario, reciben menos agua de las que están mas cerca de la toma o del canal principal).

En general los turnos (mitas) de riego en los diferentes sistemas de riego, varían de uno hasta cuatro veces al año, con espacios entre 15 a 40 días, además cada agricultor puede dividir su turno entre sus parcelas de riego. Cada turno de agua varía entre 3 a 24 horas de acuerdo a los factores arriba mencionados. El riego en general se empieza por las partes bajas de los sistemas para aprovechar la fuerza del agua de la primera entrada, la misma que permite llegar a los lugares más alejados.

En todas las zonas de riego, se ha podido constatar pérdidas importantes de agua en los canales primarios, secundarios y terciarios por infiltraciones, debido a la permeabilidad elevada que presentan los suelos en algunos sectores (texturas gruesas en el subsuelo), también existe pérdidas de agua por la evaporación excesiva del agua de la superficie de los canales (humedad relativa del ambiente muy baja) y por desbordamientos continuos (canales de riego con bordos demasiado bajos e inestables).

Como los canales de riego atraviesan unidades de suelo con diferentes grados de salinidad o alcalinidad, el lavado de estas de alguna manera repercute en el aumento de estos problemas en las aguas de riego y por consiguiente pueden afectar aún más los suelos regados.

Entre los problemas más frecuentes que se tiene en las zonas de riego se puede mencionar:

- ✓ Baja calidad del agua de riego.
- ✓ Baja disponibilidad de agua que incide en el cierre temporal o total de los sistemas.
- ✓ Baja eficiencia del riego por pérdidas de agua (desbordes, infiltraciones y otros).
- ✓ Robos de agua durante la noche
- ✓ Conflictos entre comunidades o regantes.
- ✓ Caída de animales en los canales.
- ✓ Inasistencia a los trabajos de mantenimiento.
- ✓ Destrozo de los puentes o canales.

- ✓ Atraso en el pago de cuotas .
- ✓ Faltas a asambleas y reuniones.
- ✓ Inasistencia a trabajos.
- ✓ Trabajo excesivo en las limpiezas y mantenimiento.

Se ha visto que en algunas zonas de riego, se practica el alquiler de terrenos (500 a 1500 Bs. por 10 meses y de acuerdo a que si tienen cultivos o forrajes), también se ha visto que existe venta de aguas para riego o animales (venta de turnos), los mismos que ascienden a cerca de 50 a 80 bolivianos.

Tabla 27. Calendario del Manejo del Agua de Riego en El Choro (Oruro)

Id	Nombre de tarea	abril	mayo	junio	julio	agosto	septie	octubr	novie	diciem	enero	febrer	marzo	abril	
		04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	
1	LIMPIEZA DEL CANAL MATRIZ Y CANALES DE LAS ZONAS	[Barra hachurada]													
2	APERTURA DEL TAPETE DE PUMANCHALLA		[Barra hachurada]												
3	TURNAJE DE AGUA	[Barra hachurada]													
4	TAPETE DE BURGUILLAS			[Barra hachurada]	[Barra hachurada]										
5	TAPETE DE CHUQUIÑA			[Barra hachurada]	[Barra hachurada]	[Barra hachurada]	[Barra hachurada]	[Barra hachurada]	[Barra hachurada]						
6	REGULACIÓN DE AGUAS							[Barra hachurada]	[Barra hachurada]						
7	TURNAJE DE AGUAS							[Barra hachurada]	[Barra hachurada]						
8	TAPETE DEL CANAL MATRIZ Y CIERRE DE CANALES									[Barra hachurada]	[Barra hachurada]	[Barra hachurada]	[Barra hachurada]	[Barra hachurada]	

Fuente: Vásquez 2002

6.4.6 CARACTERÍSTICAS DEL MANEJO DE CULTIVOS, SUELOS Y GANADERÍA EN LA ZONA DE ESTUDIO.

El tipo de cultivos que se siembra en la mayor parte de la Llanura fluvio lacustre del río Desaguadero, dependen en gran manera de los siguientes aspectos:

a) Disponibilidad de Agua para Riego

La disponibilidad de agua para riego en la llanura del Desaguadero, son las que determinan el tipo de cultivos que se puede sembrar en la zona. En ese sentido, en las áreas donde no hay disponibilidad de agua para su aplicación, se siembra cultivos a secano como cebada, quinua y papa, mientras que en las áreas donde se dispone de agua se da énfasis a los forrajes (alfalfa, triticale, agropirum y trébol) y algunos cultivos ocasionales (habas, cebada y otros).

b) Clima

El clima que presenta el Altiplano Central (déficit hídrico; heladas, sequías y granizadas) durante el año, hace que la agricultura en el área sea muy riesgosa y por consiguiente esta actividad tenga un carácter de subsistencia y sea complementaria a la actividad ganadera.

Como los cultivos de papa, haba y cebada, son susceptibles a las heladas y/o salinidades suelo, se siembran con preferencia en la época húmeda del año y cuando la incidencia de las heladas tardías o tempranas no es tan marcada. Mientras que las forrajeras perennes (alfalfa, trébol y otros como el agropirum), se cultivan necesariamente bajo riego aplicado como riego complementario en la época seca del año.

c) Suelos

La ubicación de los suelos en el paisaje, definen sus características y por consiguiente los cultivos que se pueden sembrar, ya que su ubicación incide no solo sobre su textura, concentración de sales/ sodio y régimen de humedad y temperatura, sino también sobre la incidencia de heladas, sequías o inundaciones. Estos aspectos más el tipo de cultivos que se sembrará definirá al final el manejo de suelos y agua que es necesario implementar en una zona para garantizar de alguna manera la producción agrícola.

d) Producción a Secano

La siembra de cultivos (a secano) de manera temporal, se realiza principalmente en aquellos sitios donde no se dispone de agua para riego (partes altas de la llanura: terrazas no inundables y laderas). Bajo esta situación, los periodos vegetativos de los cultivos sembrados coinciden con la época de lluvias (diciembre a marzo), es decir aprovechando al máximo las escasas lluvias y su almacenamiento en el suelo, situación que además permite diluir la concentración de sales acumuladas en las capas superficiales del suelo.

Para tal efecto, los agricultores de la zona han desarrollado una serie de tecnologías que permiten:

- ✓ Captar la mayor cantidad de agua de lluvia en el suelo y subsuelo para beneficio de los cultivos.

- ✓ Desplazar las sales de las capas superficiales (rizósfera).

Entre las prácticas utilizadas en la zona para cultivar, es necesario destacar:

Cultivo en Zanjas

Este tipo de práctica se utiliza principalmente en suelos salino sódicos, de texturas pesadas (arcillosas o franco arcillosas), con problemas de drenaje e infiltración, y por consiguiente con limitaciones de almacenamiento de agua en el perfil del suelo, ya que gran parte de las lluvias se pierden por escurrimiento y evaporación.

Esta práctica es utilizada para la siembra de cultivos resistentes a la salinidad/alcalinidad de suelos como la quinua y consiste en la apertura de zanjas de aproximadamente 0,40 a 0,60 m de ancho y distanciadas cada 2 a 4 metros (de acuerdo al suelo y pendiente del terreno). Estas zanjas de infiltración permiten cosechar el agua de lluvia de todo el espacio existente entre dos zanjas vecinas y que se escurre hacia la zanja. La cosecha de agua de lluvia de la zona aledaña (aumenta en aproximadamente 5 veces), permitiendo desplazar las sales fuera de la zona radicular y proveer con agua a los cultivos sembrados en el lomo de la zanjas. Esta práctica es fundamental para la siembra de algunos cultivos a secano, ya que permite garantizar la germinación de los cultivos que son bastante sensibles a las sales.

También se utilizan las zanjas de infiltración para la siembra de especies forrajeras resistentes a la salinidad como el cauchi y atriplex.

Cultivo en Hoyos.

Al igual que en el caso anterior, esta práctica de labranza conservacionista, se utiliza en terrenos con problemas de drenaje en cultivos como la quinua y cañahua (principalmente en las zonas de G. Villarroel).

Esta práctica de labranza conservacionista consiste en la apertura de hoyos de 0,30 a 0,40 m de diámetro y de 0,10 a 0,15 m de profundidad con el objeto de crear una zona apta para el desarrollo del cultivo. Estos hoyos permiten captar el agua de lluvia de los alrededores del hueco y al igual que el caso anterior, esta práctica permite desplazar las sales de la zona radicular gracias al agua acumulada.

Estas dos prácticas de labranza mínima, están permitiendo de alguna manera utilizar estos suelos degradados, ya que en general no pueden ser utilizados para la producción agrícola de cultivos sensibles a la acumulación excesiva de sales y/o sodio.

Los principales cultivos que se cultivan en la zona son:

Quinua (Real, Amarilla, Chully, Tupi).

Cañahua (Katamary, Choca calan, Koyta).

Cebada

Papa (Imilla, Sultuma, Sani Sakampaya) y amargas (Lucky y Pali).

Cebadilla

Los trabajos para la producción agrícola son manuales y mecanizados:

En la mayoría de los casos la preparación y roturado del suelo es mecanizado, mientras que las labores de cultivo (aporques y deshierbes) son realizadas principalmente, con mano de obra familiar.

La utilización de mano de obra extra familiar generalmente se practica con preferencia en los estratos económicos medios y ocasionalmente en los más altos y principalmente para la cosecha y preparación de suelos.

La rotación y manejo de suelos en el área es tal como sigue:

Primer año: papa, cebada o quinua.

A partir del segundo año: Alfalfa (por 15 a 20 años).

Generalmente en la zona, el siguiente año luego del último cultivo anual, se siembra alfalfa, aunque algunas veces a fin de no tener que realizar dos preparaciones del terreno se siembra con el último cultivo de la rotación en forma conjunta, quedando luego de la cosecha del cultivo anual la alfalfa por varios años.

La superficie promedio cultivada en la zona por familia de los principales cultivos es la siguiente: Alfalfa 2,53 ha, quinua 1,19 ha; cebada 1,23 ha; papa 0,68 ha y agropirum y otros 1,09 ha. Estas superficies promedio pueden variar de un año a otro en función del comportamiento climático, en años con bastante

lleva el cultivo que más se siembra es la alfalfa, en años secos el cultivo que se siembra con preferencia es la quinua.

Los cultivos de quinua, papa, cebada y alfalfa, principalmente se destinan para uso doméstico y no tanto para el mercado.

Las principales plagas y enfermedades detectadas en la zona son:

Alfalfa: pulgones, liebre silvestre, *tuju* y *kanchawira*.

Quinua: *kcona kcona*, *ticona*, *llaja*, *khuru*, *piki piki*.

Cebada: liebre silvestre

Papa: gusano de la papa, liebre.

Entre las causas más frecuentes que inciden en la pérdida de la producción tenemos: sequías (57,6%), heladas (22,7%), plagas (1,5%) lluvias 1,5 % y otros, por consiguiente el riego es fundamental para garantizar de alguna manera la producción agrícola.

Respecto a la tenencia de la tierra, la superficie máxima que disponen algunas familias es de 169 ha y como promedio por familia se tiene 29,20 ha, superficie que es utilizada principalmente para el pastoreo del ganado y un área menor para el cultivo de forrajes y cultivos anuales. Es necesario indicar que en la mayoría de los casos estas superficies no se encuentran en un solo sitio.

Respecto a la legalidad de la tierra, se ha visto que gran parte de las propiedades individuales no tienen carácter legal (27,3 % con título y 72,7 sin título). Por otro lado, los que tienen áreas demasiado pequeñas acceden a otras tierras de cultivo como alquiler de tierras (56,5%); alquiler anticrético (21,7%); anticrético (6,5) y al partir (15,3%). Esta situación incide de gran manera sobre el poco cuidado que se da al manejo racional de este recurso, ya que al trabajar en suelos alquilados o "al partir", se lo trata de explotar al máximo sin invertir en su manejo y conservación.

La propiedad de las tierras comunales en la zona de interés va desapareciendo paulatinamente como consecuencia de varios factores y la nueva visión que se tiene en las comunidades, aspecto que desde el punto de vista de conservación de este recurso puede ser más provechoso.

Tabla 28. Calendario Agrícola en las Zonas de Riego (Río Desaguadero)

CULTIVO	ACTIVIDAD	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PAPA	ROTURADO			■	■					■	■		
	SIEMBRA												
	COSECHA			■	■								
	ELABORACIÓN DE CHUÑO					■	■	■					
QUINUA	ROTURACIÓN			■	■					■	■		
	SIEMBRA									■	■	■	
	COSECHA				■								
CAÑAHUA	TRILLA					■	■						
	ROTURADO			■	■					■	■		
	SIEMBRA												■
	COSECHA			■	■								
CEBADA	TRILLA					■	■						
	ROTURADO			■	■					■	■		
	SIEMBRA											■	■
CEBADA	COSECHA			■	■								
CULTIVO	ACTIVIDAD	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PAPA	ROTURADO			■	■					■	■		
	SIEMBRA												
	COSECHA			■	■								
	ELABORACIÓN DE CHUÑO					■	■	■					
QUINUA	ROTURACIÓN			■	■					■	■		
	SIEMBRA											■	
	COSECHA				■								
	TRILLA					■	■						
CAÑAHUA	ROTURADO			■	■					■	■		
	SIEMBRA												■
	COSECHA			■	■								
	TRILLA					■	■						
CEBADA	ROTURADO			■	■					■	■		
	SIEMBRA											■	■
	COSECHA			■	■								

Fuente: Vásquez 2002.

e) Producción Agrícola Bajo Riego

Considerando las serias limitaciones (climáticas) que presenta la llanura fluvio lacustre del Altiplano Central (departamentos de Oruro y La Paz), los agricultores se ven obligados a utilizar la principal fuente de agua disponible (río Desaguadero) para el riego de forrajes perennes y algunos cultivos anuales. En este sentido, en el área se utilizan los siguientes métodos de riego:

Riego por Inundación no Controlada

Este método de riego, tal como su nombre lo indica, permite regar las parcelas en base a la inundación. Sin embargo, este método, no permite una buena distribución del agua sobre las parcelas, debido a las irregularidades que presentan los terrenos (esto se nota principalmente en los alfares jóvenes, donde el suelo removido no ha sido nivelado de manera adecuada y suficiente). Por otro lado, en los suelos arenosos, existe también una baja eficiencia del riego, debido a la permeabilidad del mismo que evita una distribución del agua en toda la parcela (ver evaluación del riego parcelario).

Así mismo, se ha visto que este método (especialmente cuando no hay suficiente agua), no permite regar toda la parcela uniformemente, ya que el agua se mueve lentamente sobre ella (por mala nivelación del terreno y variación textural). Esto trae como consecuencia de que algunas zonas de la parcela, se encuentren muy irrigadas y otras insuficientemente, lo que disminuye la uniformidad de desarrollo del cultivo.

Por otro lado, este método de riego permite favorecer la salinización/alcalinización de los suelos, ya que las láminas de agua utilizadas favorece que los frentes de humedad alcancen las capas inferiores del suelo, donde existe una mayor acumulación de sales y carbonatos, diluyendo las sales contenidas en estas, las mismas que pueden ascender a la superficie del suelo en la época seca del año por ascensión capilar.

Este método de riego, se utiliza principalmente para el riego de cultivos al voleo o en surcos como la alfalfa, haba y a veces cebada.

Entre las ventajas de este método está en su bajo costo, necesario para el riego (tiempo) y la preparación de las parcelas, mientras que sus desventajas se tiene el uso excesivo de agua y su deficiente uniformidad y distribución del agua sobre la parcela. Por consiguiente este método tiene una baja eficiencia de aplicación y lentitud de avance del agua, lo que incide en la producción irregular de los cultivos.

Riego en Camellones

Este método de riego es utilizado principalmente en las provincias G. Villarroel y Aroma (La Paz) y T. Barrón (Oruro), para la siembra de cultivos en camellones como: haba con quinua y quinua con cebada. Los camellones utilizados en la zona generalmente son de aproximadamente 0,80 m a 1,2 m de ancho y unos 0,30 m de altura sobre el nivel original del suelo.

Como la preparación del terreno de los camellones es deficiente y la apertura de surcos y canales de riego en los camellones no es uniforme, la aplicación del agua de riego con este método no es eficiente y además se perjudica el avance regular del agua por los surcos y entre los camellones. En ese sentido, una de las principales condiciones que presenta este método de riego, es que previamente el camellón y sus canales tengan una buena construcción y nivelación.

Entre las ventajas que presenta este método, se puede indicar una mejor eficiencia del riego en comparación al riego por inundación no controlada, por otro lado, permite que las sales se localicen en determinados lugares del camellón, lo que permite obviar estas zonas para la siembra. Las desventajas más importantes que se tiene para este método de riego son las relacionadas a la alta inversión en mano de obra para la construcción de los camellones y los canales de riego. Además como presentan baja uniformidad el flujo del agua por sus canales y surcos es irregular.

A fin de que este método de riego funcione de manera más efectiva es necesario darles a los canales y surcos la pendiente adecuada y hacer que los camellones sean uniformes.

Riego por Inundación en Tablones

Este método de riego es más difundido en las zonas donde se utiliza agua subterránea, sin embargo requiere dar más énfasis a la preparación del terreno (nivelación), para lograr un riego uniforme. Como las parcelas no son niveladas suficientemente para la siembra de alfalfa, este método no es eficiente en suelos recién sembrados por las altas irregularidades que presenta. Sin embargo, si la parcela esta nivelada adecuadamente permite un riego eficiente de la misma.

El riego practicado en la llanura fluviolacustre del río Desaguadero, tal como se menciona anteriormente, se realiza principalmente en los meses secos del año (Junio a Noviembre), es decir cuando existe un déficit hídrico marcado.

El número de riegos y láminas de agua que se aplican a las parcelas de cultivo, tanto en el sector de Chilahuala y El Choro, varían de un sistema a otro (localidades) y en un mismo sistema (entre parcelas con diferentes años de riego), dependiendo de varios factores entre los que cabe resaltar:

- ✓ Disponibilidad de agua en el Desaguadero y el sistema.
- ✓ Número de usuarios en el sistema de riego.
- ✓ Áreas de riego que dispone cada familia y ubicación de sus parcelas.

El riego en toda la zona de estudio, en general tiene un carácter complementario, ya que solo se riega en la época seca del año y no durante la época de lluvias (diciembre a abril), debido a que los suelos del Altiplano presentan en un año normal humedades alrededor de la capacidad de campo, por consiguiente con suficiente humedad para favorecer el desarrollo de los cultivos anuales (Orsag,1988 y Orsag y Tito,2000).

En la mayor parte de los sistemas de riego existentes en la llanura del Desaguadero, se aplican láminas de riego promedio que oscilan entre 10 a 50 mm (lo que significa 10 a 50 litros /m²), y con frecuencias (turnos) entre 1-2 (años malos) y de 3-4 (años buenos). Considerando la gran cantidad de agua que se requiere para todos los Sistemas de riego a lo largo del Desaguadero, se utilizan periodos de turno entre 20, 40 o más días. La duración del riego en la parcela es de 12, 24 o 48 horas, la misma que depende de la cantidad de agua disponible, características de la parcela (área, nivelación, etc.). Cuando los periodos entre

riegos son demasiado largos, los cultivos pueden sufrir cierto déficit de humedad por la falta de aportes de agua a la zona radicular.

El primer riego en el cultivo de alfalfa generalmente se lo realiza en los meses de julio, agosto o inicios de septiembre (de acuerdo a la disponibilidad de agua y que los canales hayan sido limpiados), aspecto que incide favorablemente en el rebrote de este cultivo.

En la quinua, el primer riego se lo lleva a cabo en el mes de agosto para la labranza del terreno, y en octubre y noviembre el segundo riego para la siembra, con el objeto de garantizar la germinación. Esta práctica permite disminuir por lavado el contenido de sales en la capa superficial, ya que las semillas en este periodo son más sensibles a la salinidad del suelo.

El método de riego más utilizado en la llanura es el riego por inundación, donde las láminas y turnos de agua aplicados en las parcelas de estudio varían de una localidad a otra y en las parcelas de una misma localidad. Así, se ha visto que las parcelas seleccionadas durante el año 2002 y 2003, han recibido diferentes turnos de riego, con láminas que fluctúan entre 10 a 50 mm, o sea 10 a 50 litros por m².

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al estudio realizado sobre "ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUAS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA CUENCAS DE LOS RÍOS MAURI Y BAJO DESAGUADERO", se han llegado las siguientes conclusiones y recomendaciones:

La existencia de vegetación fresca y abundante durante todo el año, permite a los pobladores rurales de las partes altas del Mauri criar en los bofedales y otras pasturas ganado camélido (principalmente alpacas y llamas), ovinos y vacunos de manera intensiva. Según algunos autores los bofedales permite la cría de 2,80 ovinos/ha/año, ó 2,94 vicuñas /ha /año, en comparación a un pajonal o arbustal de kanlli donde la carga animal es solo de 1,39 y 0,39 de ovinos y 1,59 y 0,53 de vicuñas respectivamente.

En los bofedales más productivos (donde predomina la *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina*), en promedio se puede alcanzar una capacidad de carga de 3.75 unidades alpaca (UAL/ha) y 2.71 unidades llama por hectárea (ULL/ha). En los bofedales promedio (con especies como: *Scirpus* sp., y *Plantago tubulosa*, y/o *Deyeuxia curvula*), el promedio de capacidad de carga es de 1.84 ULL/ha año y de 2.54 UAL/ha año. En los bofedales menos productivos (predominan especies como: la halófila *Deyeuxia* en el estrato alto y *Plantago rigida* y *Mucus stipulatus* en el estrato bajo), la capacidad de carga estimada es 1.69 UAL/ha.

La producción de pasto en materia seca, en bofedales hidromórficos es de 2423.0 kg/ha en promedio, independientemente de los pisos altitudinales. En los bofedales méxicos, se registran rendimientos por debajo de 1200.00 Kg/ha.

De acuerdo al censo realizado en 1992, en la 5ta Sección de Pacajes, existe cerca de 8680 pobladores (tanto en el área urbana como rural). En la parte alta de la cuenca del Mauri (sector boliviano), se crían la siguiente cantidad de cabezas de ganado: Llamas 75.640, alpacas 47.393, vicuñas 2425 y ovinos 37.348.

Se ha determinado que los bofedales en la cuenca del Mauri, ocupan una superficie total de aproximadamente 11 874 ha, de las cuales en la parte peruana existen cerca

de 5 222 ha, en Bolivia 4 202 ha y Chile 2 449 ha. Si bien, la superficie que ocupa este ecosistema es pequeña (1,21%) en relación a todo el área de la cuenca, Sin embargo este ecosistema permite la cría de ganado camélido, ovino y vacuno de manera intensiva.

El Bofedal, al margen de permitir la cría intensiva de ganado camélido y otros, juega un papel importante en lo que se refiere a la conservación y funcionamiento del medio ambiente en general como ser: La conservación del recurso suelo, La conservación del agua en las microcuencas, subcuencas y cuencas. La formación de un microclima diferente al resto de las partes altoandinas. La conformación de un hábitat diferente y específico con una biodiversidad rica y particular (flora y fauna). La fijación del carbono atmosférico y el Mejoramiento del ciclo hidrológico.

Entre las especies vegetales que forman la configuración almohadillada de carácter permanente lo constituyen especies propias de ambientes húmedos, compuesta generalmente por: *Distichia muscoides*, *Oxychloe andina*, *Lucilia tunaerensis*, *Azorella diapensoides*, *Festuca rigescens* y otras como *Poa aequigluma*, *Calamagrostis rígida*, *Hipochocris sp.* *Calamagrostis densiflora*, *Lysiponia*, entre otras de gran riqueza forrajera para la ganadería de camélidos sudamericanos.

Los Bofedales y otros ecosistemas existentes en la cuenca del Mauri y Desaguadero, en la actualidad se encuentran seriamente amenazado por diferentes causas naturales y antrópicas (cambios climáticos, sobrepastoreo, incremento de la población, cambio del uso de la tierra, etc.).

Sin embargo, una de las mayores amenazas para estos y sus pobladores en el sector boliviano, son los desvíos de agua que vienen realizando principalmente Perú y Chile.

Existen diversos proyectos en Perú con el propósito de desviar las aguas de algunos ríos de la cuenca del Mauri hacia la costa, tal es el caso del Proyecto de Aprovechamiento de la Cuenca del Maure, Vilavilani II.

En la actualidad las aguas desviadas hacia la costa alcanzan los 1000 l/s por parte de Chile (afluentes del Mauri) y 1520 l/s (por el Perú). Sin embargo, esta última cifra, se podría incrementar a 1800 l/s (escenario intermedio) y en futuro alcanzar los 3000 l/s (escenario extremo).

El I desvío extremo de las aguas hacia el Perú, puede incidir en el desecamiento de los bofedales existentes en sus orillas (en el sector boliviano existen 910 ha). Por otro lado, esta situación también afectará negativamente sobre la composición vegetal de los mismos y su producción, los que con el tiempo pueden desaparecer.

Esto provocará la disminución de la actividad ganadera, provocando además una disminución de los ingresos económicos de los pobladores debido a la disminución de la comercialización de los productos derivados de la cría de ganado (carne, cueros, fibra, lana y otros).

Así mismo, se producirá una menor disponibilidad de alimentos de origen animal para los pobladores asentados en su alrededores: animales criados (llamas, alpacas, ovejas y vacas), como silvestres (aves, peces y otros).

La disminución de los caudales en el río Mauri y sus afluentes, puede repercutir en la disminución de las recargas de algunos acuíferos (principalmente en las zonas aledañas o en los propios bofedales, provocando una disminución del agua almacenada y sus niveles y al igual que la reducción de los caudales afectar todo lo relacionado con la ganadería y su economía.

En base a los parámetros determinados por Salazar et.al., sobre los requerimientos de agua por los bofedales, en el Mauri (sector boliviano), se requiere cerca de 900 l/s, de agua para alimentar a los bofedales, sin considerar posibles pérdidas de agua por infiltraciones en el subsuelo, evaporación y otros.

En vista de que el Mauri es el principal afluente del Río Desaguadero es de esperar que a partir de Calacoto (punto de confluencia con el Desaguadero), habrán también algunos problemas en la parte media y baja del mencionado río.

En las orillas del río Desaguadero, existen extensas áreas con praderas nativas (chillihuales, gramadales, bofedales, etc.) que son utilizadas para la cría de ganado camélido, ovino y vacuno y también por los animales silvestres (vicuñas y otros), Estos también pueden sufrir los mismos impactos.

De acuerdo al inventario realizado por el estudio, existen cerca de 28 Sistemas de Riego Tradicional sobre el Desaguadero, los mismo que utilizan las aguas de este

río, para el riego de cerca de 7000 ha de forrajes (alfalfa, festuca, cebada y otros) y cultivos anuales (quinua, haba, cebolla y otros).

La flora y la fauna acuática que viven en este río y en sus orillas, también podrían verse afectadas debido a los cambios provocados en su hábitat, por los menores caudales, aspecto que afectará posiblemente los ciclos biológicos de algunas especies que viven en este medio acuático.

Otro problema muy serio que está relacionado directamente con el desvío de las aguas, es el incremento de la contaminación, por el aumento de la concentración de contaminantes que ingresará a Bolivia (principalmente bajo la versión extrema).

Las fuentes de contaminación natural y antrópica en el río Mauri son:

En la parte alta de la cuenca (Perú), el río Mauri atraviesa algunas formaciones geológicas pertenecientes a la Era Cenozoica, Periodo Terciario (Epocas del Eoceno, Oligoceno y Mioceno, las mismas que contienen rocas sedimentarias y volcánicas. Estas rocas, contiene sales y algunos metales tóxicos como arsénico, antimonio, plomo y otros como el boro.

A partir de la quebrada de Putina, presenta un incremento drástico de su Conductividad Eléctrica y algunos elementos tóxicos. En este sector, se encuentran las Borateras de Calachaca, Pampa Samuta Pampa Sapiutapa, Quebrada Putina y Pilar Pampa. También en el sector de Kallapuma –Pilar Pampa y Kallapuma-Juntupujo-Quiane y Chungara, existen fallas importantes que permiten la ascensión de aguas contaminadas que van a dar al Mauri.

En esta zona, se han identificado 277 manantiales, los mismos que aportan al Mauri un caudal promedio de aproximadamente 400l/s, con contenidos importantes de cloruros de sodio, arsénico y boro y otros elementos. La calidad de las aguas en este sector presentan las siguientes características: CE 3290 $\mu\text{S}/\text{cm}$ boro 44,3 mg/l, arsénico 7,7 a 8,9 mg/L, clasificándolas como aguas de deficiente calidad para consumo humano y riego.

Las aguas que entran a Bolivia (situación actual), tiene un caudal promedio de aproximadamente 2500l/s, y de acuerdo al promedio de los diversos estudios

presentan las siguientes características: CE 1.270 $\mu\text{S}/\text{cm}$; boro 9,20 mg/l y arsénico 2,20 mg/L, clasificándolas como aguas de mala calidad.

Con el Proyecto de Aprovechamiento de la Cuenca del Maure, Vilavilani II, el Perú piensa aprovechar directamente 3000 l/s, del río Mauri ($1\text{m}^3/\text{s}$), del acuífero de Kallapuma ($0,5\text{m}^3/\text{s}$). Por otro lado, aprovechando las dos represas a construir sobre el Mauri (Chuapalca y Ancomarca) el caudal a bombear será 1, 5 m^3/s . En ese sentido, ingresara a Bolivia, un caudal de solo 535 l/s (50 % de las borateras y 50% de las represas del Mauri. Este caudal, solo representa el 30% de las aguas que ingresaban bajo la situación actual y por consiguiente presentarán una mayor concentración de contaminantes.

Bajo esta situación, estas aguas ingresarán a Bolivia con una concentración muy elevada de elementos tóxicos cómo el arsénico, boro, antimonio, y otros(CE 1770 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en época seca y 1665,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en época húmeda; boro 13,59 mg/l ES y 16,98 mg/l EH y arsénico 3,11 mg/l ES y 2,89 mg/l en EH).

Esta alta concentración de contaminantes en las aguas del Mauri, incidirá de gran manera sobre la vegetación de los bofedales (tanto en composición, calidad y cantidad). También esta contaminación afectará la flora y fauna que vive en este río y que es parte de la cadena trófica para peces, aves y animales.

La fauna silvestre (peces, aves , vicuñas, etc.) y la ganadería de camélidos y otros (ovinos y vacunos), que viven o se crían con las aguas y pastos de los bofedales y praderas nativas, pueden verse afectadas, uno, por el consumo directo de aguas contaminadas y microorganismos que viven en estas, y otro por el consumo de pastos, forrajes.

De acuerdo a la inventariación y sistematización de los depósitos de metales, realizados, en la parte boliviana del Mauri y Desaguadero, existen importantes yacimientos (distritos) de metales, principalmente como minerales de Cu (ej: Distrito minero de San Silvestre, Challapa-Chacarilla y Corocoro), Distritos Chicuani-Taricoya, Laurani y otros, donde el cobre se encuentra ligado a otros elementos como plata, plomo y otros. En algunos casos van asociados al arsénico (distrito Chicuani-Taricoya en Tomuyo).

Por otro lado, el río Mauri en territorio, cruza algunas formaciones geológicas como Berenguela, Mauri, etc, las que están constituidas principalmente de rocas sedimentarias y volcánicas del Terciario, las mismas que contienen minerales polimetálicos (plata, oro, cobre, arsénico, zinc, cadmio, plomo, antimonio y otros).

En la parte alta del Mauri (Bolivia), no se ha detectado evidencias o noticias sobre actividades mineras importante. Sin embargo, desde hace una década, existen intentos para explotar oro en algunas localidades. En la actualidad se está explotando oro aluvial en la comunidad de Tiquerani.

Así mismo, en el sector boliviano del Mauri, existen importantes concesiones mineras otorgadas a empresarios y mineros.

El río Desaguadero en territorio boliviano, además recibe directamente importantes cantidades de sedimentos y sales de (sulfatos, cloruros y otros), provenientes de las formaciones geológicas de Totorá, Caquiaviri y Huayllamarca del Terciario. Entre Calacoto y Ulloma, también recibe al río Tarquiamaya, que presenta elevados contenidos de sales. (Su CE en la época seca es de 150 mmhos/cm y en la época húmeda es de 38 mmhos/cm),

En las zonas de riego del Desaguadero (departamentos de La Paz y Oruro), existen 28 Sistemas de Riego Tradicional que utilizan estas aguas por varias décadas. En ese sentido, se podría incrementar la acumulación de sales y metales en los suelos regados, disminuyendo su capacidad productiva de los mismos. Así mismo, algunos contaminantes adsorbidos en los suelos, podrían de acuerdo a su biodisponibilidad pasar a los cultivos, forrajes nativos e introducidos.

La disminución de los caudales en el Mauri y Desaguadero y el empeoramiento de su calidad, también incidirá negativamente en el lago Poopó, el mismo que requieren de un caudal ecológico mínimo, para mantener neutralizado los serios problemas de contaminación que existe en toda su cuenca.

La degradación de los bofedales y otras praderas, también puede incidir sobre la degradación de los suelos y de las tierras aledañas. Esto causará una disminución de la cobertura vegetal (menor protección del suelo), provocando el cambio del uso del

suelo (de ganadería a agrícola) y el aumento del escurrimiento y la erosión de los suelos.

El incremento del agua de escurrimiento en la época lluviosa del año, puede generar una serie de problemas relacionados al arrastre de sedimentos hacia las partes bajas de la cuenca. Estos sedimentos acumulados en forma de bancos en el cauce del río (parte baja de la cuenca), favorecerá el desborde e inundaciones en las partes bajas de la cuenca.

En la cuenca del río Desaguadero (parte media), desde hace décadas, se ha practicado la minería (Corocoro, Chacarilla, etc.), las mismas que en la actualidad piensan se reactivadas y explotar principalmente cobre. Estas actividades mineras, tal como sucede en el resto del Altiplano, han dejado en sus alrededores importantes depósitos de colas y desmontes (pasivos ambientales), los mismos que se siguen constituyendo en importantes fuentes de contaminación para los recursos naturales (agua y suelos), la flora y fauna del resto de la cuenca.

Así mismo el Desaguadero atraviesa entre Calacoto- Ulloma y Chilahuala importantes yacimientos del Terciario, esta zona aporta al mencionado río importantes cantidades de yeso, sales y boro.

Por otro lado, es necesario mencionar que en el sector de La Joya, el río Desaguadero drena algunas zonas cubiertas con sedimentos cuaternarios. tobas dacíticas y sedimentos del Silúrico, donde en algunos sectores los contenidos en las rocas son muy altos: plomo 7000 ppm, zinc 2000 ppm, 25 ppm de cadmio. De la misma manera aguas abajo las rocas contienen elevados contenidos de As (28-1500 ppm).

Debido al déficit hídrico marcado que se presenta en el Altiplano Central de Bolivia, durante la mayor parte del año, los agricultores se ven obligados a utilizar el riego complementario para garantizar la producción de cultivos y/o forrajes.

En la Llanura fluviolacustre del río Desaguadero, los pobladores utilizan las aguas de este río para diferente usos (riego, consumo animal, minería y otros). En el departamento de La Paz (provincias G. Villarroel y Aroma) y en el departamento de Oruro (provincias Cercado, T. Barrón y Saucarí), existen aproximadamente 28

Sistemas de Riego Tradicional. Estos sistemas riegan cerca de 7157 ha, de las cuales, se encuentran en La Paz 2390 ha (33,40 %) y en Oruro 4766 ha (66,60 %)

Los sistemas de riego tradicional existentes sobre el río Desaguadero, se caracterizan por tener tomas rudimentarias.

Los Sistemas de Riego Tradicional existentes en el área, en la mayoría de los casos cuentan con sus organizaciones respectivas de riego y su reglamentación para el funcionamiento.

Los caudales de agua para riego en toda la llanura, son insuficientes para cubrir las demandas de la mayoría de los pobladores, en es e sentido el riego tiene un carácter complementario.

La cantidad de turnos de riego que recibe cada usuario al año en un sistema, depende principalmente de la:

- Disponibilidad de agua en el Desaguadero, la misma que está en función de las características climáticas del año.
- Número de usuarios en el sistema (Una mayor cantidad de regantes en un sistema, obliga a que los turnos de riego sean más distanciados).
- Ubicación de sus parcelas de riego (Las parcelas más alejas del canal secundario y terciario, reciben menos agua de las que están mas cerca de la toma o del canal principal).

Entre los problemas más frecuentes que se tiene en las zonas de riego se puede mencionar:

- ◆ Baja calidad del agua de riego.
- ◆ Baja disponibilidad de agua que incide en el cierre temporal o total de los sistemas.
- ◆ Baja eficiencia del riego por pérdidas de agua (desbordes, infiltraciones y otros).
- ◆ Robos de agua durante la noche

- ◆ Conflictos entre comunidades o regantes.
- ◆ Caída de animales en los canales.
- ◆ Inasistencia a los trabajos de mantenimiento.
- ◆ Destrozo de los puentes o canales.
- ◆ Atraso en el pago de cuotas.
- ◆ Faltas a asambleas y reuniones.
- ◆ Inasistencia a trabajos.
- ◆ Trabajo excesivo en las limpiezas y mantenimiento.

En la Llanura del Desaguadero, se utilizan los siguientes métodos de riego:

El Riego por Inundación no Controlada, El Riego en Camellones y el Riego por Inundación en Tablones.

En la mayor parte de los sistemas de riego existentes en la llanura del Desaguadero, se aplican láminas de riego promedio que oscilan entre 10 a 50 mm (lo que significa 10 a 50 litros /m²), y con frecuencias (turnos) entre 1-2 (años malos) y de 3-4 (años buenos).

RECOMENDACIONES

En vista de que los estudios considerados sobre calidad de aguas en los ríos Mauri y Desaguadero (Perú y Bolivia), ha sido realizada por diferentes instituciones que toman en cuenta diferentes puntos y épocas de muestreo y aforamiento, por otro lado, los métodos de laboratorio utilizados son muy heterogéneos, la información clasificada es muy dispersa tanto a nivel espacial como temporal, situación que no ha permitido obtener tendencias precisas de los impactos de la contaminación que se tiene en territorio boliviano.

En ese sentido, ante la gravedad del problema y ante la posibilidad de que los países vecinos sigan desviando las aguas de la cuenca del Mauri, se recomienda establecer un Plan de Monitoreo de la calidad de las aguas en los mencionados ríos y sus afluentes principales. La misma que debería estar a cargo de una sola institución, los puntos de muestreo a ser considerados son: Río Mauri (Frontera, Mauri-Abaroa , Mauri-Calacoto) y en sus principales afluentes (ríos Cusicusini, Caquena y Blanco), en el río Desaguadero (Desaguadero- Calacoto, Ulloma, Puente Japonés y Chuquiña) y en sus principales afluentes (Cañuma, Tarquiamaya, Caranguillas y Kheto), haciendo un total de 14 puntos de muestreo, los mismo que deberán ser muestreados en forma permanente (cada 2 meses en la época seca (3) y cada mes en la época húmeda (5), haciendo un total de 8 campañas anuales. Por otro lado, en estos puntos se deberán tomar muestras de sedimentos. Además para contar con toda la información hidrométrica, se deberá instalar limnímetros en los puntos faltantes (Cusicusini y Blanco, Puente Japonés, Cañuma, Caranguillas y Kheto). En estos puntos los parámetros a medir serán Los parámetros básicos indicados por la Ley 1333 y además parámetros nutrientes (fósforo y nitrógeno), parámetros metálicos (manganeso, zinc, cromo, cobre, selenio, antimonio y níquel) y otros parámetros como pH, Sólidos disueltos totales, Aceites y grasas, nitratos, cloruros, sulfatos, boro, sodio, potasio, calcio, magnesio, alcalinidad total y turbidez. El costo total aproximado para toda la campaña anual es de aproximadamente 16000 dólares.

Para este monitoreo, es necesario contar con métodos uniformes y estandarizados de muestreo y análisis de aguas (in situ y laboratorio).

Por otro lado, es necesario que la Cancillería con las Prefecturas de La Paz y Oruro, deben primero realizar un contacto con los países vecinos para conocer la situación actual de los proyectos existentes y de los proyectados. Así, mismo es necesario que la cancillería delegue a una Institución estudios sobre el impacto real que tendrán estas obras en territorio boliviano y revisar los convenios vigentes sobre estos casos (Uso de aguas internacionales).

Como no existen estudios sobre los impactos reales de la utilización de aguas contaminadas en agricultura, ganadería, consumo humano y animal en las cuencas de los ríos mencionados , es necesario realizar trabajos de investigación más profundos,

en toda la cadena trófica (aguas, plancton, fauna béntica, forrajes de bofedales, productos agrícolas, peces, aves, animales silvestres y ganadería), con el propósito de determinar su posible impacto sobre el hombre que habita estas zonas, en razón de que consume productos alimenticios (de origen animal y vegetal) generados en el lugar.

Es necesario que Agua Sustentable, continúe con este trabajo de investigación y se siga difundiendo los resultados en la región a través de talleres de difusión y concientización, para los pobladores y autoridades originarias y reuniones técnicas para profesionales entendidos en la materia, dando énfasis a los problemas ambientales generados por la contaminación de sus recursos hídricos.

Por otro lado, es necesario que esta problemática y la búsqueda de soluciones a sus impactos, deben ser solucionados dentro de una visión de manejo de cuenca integral, con la participación de todos los actores involucrados. Así mismo es necesario que el gobierno nacional y departamental impulse proyectos de desarrollo para el bienestar de sus habitantes y evitar de esta manera el abandono y la migración hacia las ciudades principales del país.

Considerando que en las cuencas mencionadas, existen actividades mineras (principalmente en la cuenca del Desaguadero), que afectan el medio ambiente por la existencia de pasivos ambientales (colas y desmontes), tecnologías poco adecuadas o artesanales, es necesario hacer cumplir la reglamentación ambiental existente, para no agravar esta situación crítica.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Atlas Estadístico de Municipios. 1999. Bolivia un mundo de potencialidades. Instituto Nacional de Estadísticas-INE, Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación-MDSP, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación-COSUDE. La Paz, Bolivia. pp: 199-273.

Atlas Estadístico de Municipios. 2005. Atlas Estadístico de Municipios de **Bolivia**. Instituto Nacional de Estadística-INE, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD. La Paz, Bolivia. pp: 84-245.

Autoridad Binacional del Lago Titicaca – río Desaguadero – Lago Poopó – Salar de Coipasa (ALT), 2000. Diagnóstico de la Subcuenca del Río Kheto – Cuenca Río Desaguadero. Ministerio de Desarrollo Sostenible.

Inventario Nacional de Sistemas de Riego. 2000. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Vice Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Dirección General de Suelos y Riego. Programa Nacional de Riego-PRONAR. Cochabamba, Bolivia. pp: 89-112.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura – FAO. 1987. La Calidad del agua en la Agricultura. Estudio FAO, riego y Drenaje; 29 rev. 174 p.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 1998. Guías para la Calidad del agua potable. 2º Ed. Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad., Volumen 3. Ginebra, Suiza. 255 p.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 1995. Guías para la calidad del agua potable. 2da. Ed, Vol 1, recomendaciones. Ginebra, Suiza. 195 p.

Pizarro C., Fernando. 1987. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF), goteo, micro aspersión, exudación. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. pp: 125 – 162.

Proyecto Especial Lago Titicaca (P.E.L.T.) 1993. Inventario y evaluación de Proyectos de Riego en el Sistema T.D.P.S. Subcomisión Mixta Peruano – Boliviana para el desarrollo de la zona de integración del Lago Titicaca. P.E.L.T. – Bolivia. p. irreg.

Programa de las de las NNUU para el medio Ambiente, Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente, OEA ,1996. División de Aguas continentales. Diagnóstico Ambiental del Sistema Titicaca-Desaguadero-Poopó –Salar de Coipasa (Sistema TDPS), Perú – Bolivia, 193.

Autoridad Autónoma Binacional del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó, Salar de Coipasa (TDPS), 2000. Estudio Técnico de utilización de los Recursos Hídricos de la Cuenca Alta del Río Mauri, Tomo 3: Inventario de Bofedales. La Paz-Bolivia

Abdón Ranulfo Vasquez Espinoza. 2005. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Carrera Ingeniería Agronómica. Tesis de Grado, Evaluación Económica del Impacto del Riego Tradicional en los Sistemas de Producción de la Central de Riego Unificada de El Choro (Provincia Cercado, Oruro). La Paz-Bolivia

Autoridad Autónoma Binacional del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó, Salar de Coipasa (TDPS), 2000. Estudio Técnico de utilización de los Recursos Hídricos de la Cuenca Alta del Río Mauri, Tomo 2: Estudio Agrostológico. La Paz-Bolivia,

Autoridad Autónoma Binacional del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó, Salar de Coipasa (TDPS), 2000. Estudio Técnico de utilización de los Recursos Hídricos de la Cuenca Alta del Río Mauri, Tomo 1: Estudio de Suelos a nivel Semidetadallado. La Paz-Bolivia.

Amilcare Gaita Zanatti, Vladimir Orsag, Rubén D. Ledezma. 1997. Riego en el Sistema TDPS-Altiplano Peruano-Boliviano, limitaciones y potencialidades de los Sectores de Chilahuala y El Choro (Altiplano Boliviano) para el Riego con aguas del Río Desaguadero. La Paz-Bolivia, Autoridad Autónoma Binacional del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó, Salar de Coipasa (TDPS), Evaluación de la gestión de Riego tradicional con las Aguas del río Desaguadero en la región de Chilahuala y El Choro. Altiplano Central-Bolivia. La Paz-Bolivia.

Autoridad Autónoma Binacional del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó, Salar de Coipasa (TDPS), 2000. Evaluación del Impacto del Riego con aguas del Río Desaguadero sobre la salinización, sodificación y acumulación de

metales pesados en suelos de vegetación. Sectores Chilahuala y El Choro. Altiplano Central-Bolivia. La Paz-Bolivia.

Vladimir Orsag. Octubre, 2003. ¿Habilitación de tierras agrícolas en bofedales?

Autoridad Autónoma Binacional del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó, Salar de Coipasa (TDPS). 1998. Estudio técnico de Utilización de los Recursos Hídricos de la Cuenca Alta del Río Mauri en beneficio de Bolivia y Perú. Diagnóstico Socioeconómico. La Paz-Bolivia

A N E X O S

ANEXO

CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

PM-01 Río Ancoaque Túnel Kovire. Perú

CLASIFICACIÓN LEY 1333

Parámetro	Valor	Unidad	ÉPOCA SECA							
			CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	8.713		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		10000	
Total sólidos disueltos	104.667	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	8.700	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	26.325	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	5.213	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	3.375	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	24.000	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.086	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	0.228	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0,005		0,005		0,005		0,005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente	<0.005	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.290	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso	<0.1	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

ÉPOCA HÚMEDA										
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	9.519		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		< 200 < 10000	
Total sólidos disueltos	136.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	5.500	mg/l	250 c. Cl	Cumple	300 c. Cl	Cumple	400 c. Cl	Cumple	500 c. Cl	Cumple
Sulfatos	16.300	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	4.800	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	2.000	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	17.500	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.040	mg/l	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple
Boro	0.200	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	< 0.01	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo	< 0.01	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble		mg/l	0,3 c Fe		0,3 c Fe		1,0 c Fe		1,0 c Fe	
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		< 30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		< 40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Ancoaque			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
pH		6,5 - 9,5	8.713	Cumple	9.519	No cumple
Turb	FTU	< 1,0				
TDS	mg/l	1000	104.667	Cumple	136.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	8.700	Cumple	5.500	Cumple
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	26.325	Cumple	16.300	Cumple
Dureza	mg/l	500	42.500	Cumple		
NO ₃ ⁻	mg/l	10				
Na	mg/l	200	24.000	Cumple	17.500	Cumple
As	mg/l	0.05	0.086	No cumple	0.040	Cumple
B	mg/l	0.3	0.228	Cumple	0.200	Cumple
Cd	mg/l	0.005			< 0.01	Cumple
Cu	mg/l	2				
Cr	mg/l	0.05			< 0.01	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05	<0.005	Cumple		
Fe	mg/l	0.3	0.290	Cumple		
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1	<0.1	Cumple		
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Ancoaque			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
Cond	µS/cm	1500	807.900	No cumple	1085.000	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.713	No cumple	9.519	No cumple
Turb	FTU	5				
TDS	mg/l	1000	104.667	No cumple	136.000	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	8.700	No cumple	5.500	No cumple
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	26.325	No cumple	16.300	No cumple
Alk	mg/l	370	55.875	No cumple	37.500	No cumple
Dureza	mg/l	500	42.500	No cumple		
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45				
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	24.000	No cumple	17.500	No cumple
As	mg/l	0.05	0.086	No cumple	0.040	No cumple
B	mg/l	0.3	0.228	Cumple	0.200	No cumple
Cd	mg/l	0.005			< 0.01	Cumple
Cu	mg/l	1				
Cr total	mg/l	0.05			< 0.01	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.290	No cumple		
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1	<0.1	Cumple		
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01				
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	PM-01					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3,00	1148,500	1,149	Ligera	1085,000	1,085	Ligera
pH		6,5 - 8,4	9,180	9,180	No cumple	9,520	9,520	No cumple
TDS	mg/l	2000,00	104,667	104,667	Cumple	136,000		
Cl ⁻	me/l	30,00	8,700	0,245	Cumple	5,500	0,155	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10,00						
NH ₃	mg/l	5,00						
P	mg/l	2,00						
Ca	me/l	20,00	5,213	0,260	Cumple	4,800	0,240	Cumple
Mg	me/l	5,00	3,375	0,278	Cumple	2,000	0,164	Cumple
Na	me/l	40,00	24,000	1,044	Cumple	17,500	0,761	Cumple
As	mg/l	0,10	0,086	0,086	Cumple	0,040	0,040	Cumple
B	mg/l	2,00	0,228	0,228	Cumple	0,200	0,200	Cumple
Cd	mg/l	0,01				<0,01	0,010	Cumple
Cu	mg/l	0,20						
Cr	mg/l	0,10				<0,01	0,010	Cumple
Cr+6	mg/l	0,10	<0,005	0,005	Cumple			
Fe	mg/l	5,00	0,230	0,230	Cumple			
Mn	mg/l	0,20	<0,10	0,100	Cumple			
Ni	mg/l	0,20						
Pb	mg/l	5,00						
Zn	mg/l	2,00						
RAS		9,00		2,013	Ninguno		1,694	Ligera
Colif Term	No./ml	10000,00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁ METRO	UNIDAD	PM-01					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	1148,500	1,149	Ligera	1085,000	1,085	Ligera
RAS			2,013	Ninguno		1,694	Ligera

Conductividad

RAS

Límite de clasificación

Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada

Baja

C3 - S1

BAJA

Media elevada

Baja

C3 - S1

BAJA

PM-02 Río Maure Aguas abajo de los baños Calachaca. Perú

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	17.500	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	7.576		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	1.200	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	1502.000	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	No cumple	1500	No cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	685.128	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	No cumple	500	No cumple
Sulfatos	64.808	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos	0.640	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	33.124	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	14.864	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	397.725	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	4.234	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	23.320	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.002	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	<0.001	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	< 0.01	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	<0.015	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.115	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	0.220	mg/l	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple
Manganeso	0.109	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo	0.027	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc	0.029	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0,3		1	
Detergentes		mg/l	0,5		0,5		0,5		0,5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HÚMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg PUI		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	7,649		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		2000		10000	
Total sólidos disueltos	1200,000	mg/l	1000	No cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	535,400	mg/l	250	No cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	54,900	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cenizas totales		mg/l	0,02		0,1		0,2		0,2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoníaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuro		mg/l	0,1		0,1		0,5		1	
Calcio	4,700	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	3,800	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	390,000	mg/l	200	No cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	6,300	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple
Boro	23,100	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	< 0,01	mg/l	0,005	Cumple	0,005	Cumple	0,005	Cumple	0,005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo	< 0,01	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	Total		6		6		6	
Hierro soluble		mg/l	0,3 c Fe		0,3 c Fe		1,0 c Fe		1,0 c Fe	
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c Mn		1,0 c Mn		1,0 c Mn		1,0 c Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05 c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>60% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		< 30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		< 40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0,3		1	
Detergentes		mg/l	0,5		0,5		0,5		0,5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	PM-02			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	10,000	Cumple		
pH		6,5 - 9,5	7,543	Cumple	7,649	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	0,740	Cumple		
TDS	mg/l	1000	1191,333	No cumple	1288,000	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	617,845	No cumple	536,400	No cumple
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	60,515	Cumple	54,800	Cumple
Dureza	mg/l	500	157,080	Cumple		
NO ₃ ⁻	mg/l	10	5,295	Cumple		
Na	mg/l	200	341,975	No cumple	390,000	No cumple
As	mg/l	0,05	3,398	No cumple	6,300	No cumple
B	mg/l	0,3	18,740	No cumple	23,100	No cumple
Cd	mg/l	0,005	0,002	Cumple	< 0.01	Cumple
Cu	mg/l	2				
Cr	mg/l	0,05	< 0.01	Cumple	< 0.01	Cumple
Cr+6	mg/l	0,05	<0.015	Cumple		
Fe	mg/l	0,3	0,050	Cumple		
Hg	mg/l	0,001				
Mn	mg/l	0,1	0,125	No cumple		
Ni	mg/l	0,02				
Pb	mg/l	0,05				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	PM-02			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	10,000	Cumple		
Cond	µS/cm	1500	2220,875	cumple	1749,500	No cumple
pH		6,5 - 9,0	7,543	Cumple	7,649	Cumple
Turb	FTU	5	0,740	Cumple		
TDS	mg/l	1000	1191,333	cumple	1288,000	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	617,845	cumple	536,400	No cumple
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	60,515	Cumple	54,800	Cumple
Alk	mg/l	370	140,250	Cumple	156,100	Cumple
Dureza	mg/l	500	157,080	Cumple		
CN ⁻	mg/l	0,07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45	5,295	Cumple		
NO ₂ ⁻	mg/l	0,1				
NH ₃	mg/l	0,5				
Na	mg/l	200	341,975	cumple	390,000	No cumple
As	mg/l	0,05	3,398	cumple	6,300	No cumple
B	mg/l	0,3	18,740	cumple	23,100	No cumple
Cd	mg/l	0,005	0,002	Cumple	< 0.01	Cumple
Cu	mg/l	1				
Cr total	mg/l	0,05	< 0.01	Cumple	< 0.01	Cumple
Fe total	mg/l	0,3	0,050	Cumple		
Hg	mg/l	0,001				
Mn	mg/l	0,1	0,125	cumple		
Ni	mg/l	0,05				
Pb	mg/l	0,01				
Sb	mg/l	0,005				
Se	mg/l	0,01				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	PM-02					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3,00	2220,875	2,221	Ligera	1749,500	1,750	Ligera
pH		6,5 - 8,4	7,543	7,543	Cumple	7,649	7,649	Cumple
TDS	mg/l	2000,00	1191,333	1191,333	Cumple	1288,000	1288,000	Cumple
Cl ⁻	me/l	30,00	617,845	17,375	Cumple	536,400	15,084	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10,00	5,295	5,295	Cumple			
NH ₃	mg/l	5,00						
P	mg/l	2,00						
Ca	me/l	20,00	31,216	1,558	Cumple	4,700	0,235	Cumple
Mg	me/l	5,00	15,180	1,248	Cumple	3,900	0,321	Cumple
Na	me/l	40,00	341,975	14,875	Cumple	390,000	16,964	Cumple
As	mg/l	0,10	3,398	3,398	No cumple	6,300	6,300	No cumple
B	mg/l	2,00	18,740	18,740	No cumple	23,100	23,100	No cumple
Cd	mg/l	0,01	0,002	0,002	Cumple	< 0,01	0,010	Cumple
Cu	mg/l	0,20						
Cr	mg/l	0,10	< 0,01	0,091	Cumple	< 0,01	0,010	Cumple
Cr+6	mg/l	0,10	<0,015	0,004	Cumple			
Fe	mg/l	5,00	0,050	0,050	Cumple			
Mn	mg/l	0,20	0,125	0,125	Cumple			
Ni	mg/l	0,20						
Pb	mg/l	5,00						
Zn	mg/l	2,00						
RAS		9,00		12,558	Severa		32,195	Severa
Colif Term	No./ml	10000,00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁMETRO	UNIDAD	PM-02					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	2220,875	2,221	Ligera	1749,500	1,750	Ligera
RAS			12,558	Severa		32,195	Severa

Conductividad
RAS
Límite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
 Media
C3 - S2
MEDIA

Media elevada
 Media
C3 - S3
ELEVADO

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	9.350		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		10000	
Total sólidos disueltos	280.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	59.100	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	32.300	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		100	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	2.800	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	3.400	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	68.400	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.300	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	0.800	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0,005		0,005		0,005		0,005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble		mg/l	0,3 c Fe		0,3 c Fe		1,0 c Fe		1,0 c Fe	
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0,3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HÚMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	8.439		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		< 200 < 10000	
Total sólidos disueltos	514.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	137.500	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	50.300	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	20.900	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	19.800	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	39.800	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.050	mg/l	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple
Boro	0.900	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	< 0.01	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo	< 0.01	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble		mg/l	0,3 c Fe		0,3 c Fe		1,0 c Fe		1,0 c Fe	
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0,3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Chiliculco			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
pH		6,5 - 9,5	9.350	Cumple	8.439	Cumple
Turb	FTU	< 1,0				
TDS	mg/l	1000	280.000	Cumple	514.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	59.100	Cumple	137.500	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	32.300	Cumple	50.300	Cumple
Dureza	mg/l	500				
NO ₃ ⁻	mg/l	10				
Na	mg/l	200	68.400	Cumple	39.800	Cumple
As	mg/l	0.05	0.300	No cumple	0.050	Cumple
B	mg/l	0.3	0.800	No cumple	0.900	No cumple
Cd	mg/l	0.005			< 0.01	Cumple
Cu	mg/l	2				
Cr	mg/l	0.05			< 0.01	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3				
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Chiliculco			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
Cond	µS/cm	1500	384.798	Cumple	729.000	Cumple
pH		6,5 - 9,0	9.350	No cumple	8.439	Cumple
Turb	FTU	5				
TDS	mg/l	1000	280.000	Cumple	514.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	59.100	Cumple	137.500	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	32.300	Cumple	50.300	Cumple
Alk	mg/l	370	96.300	Cumple	163.400	Cumple
Dureza	mg/l	500				
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45				
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	68.400	Cumple	39.800	Cumple
As	mg/l	0.05	0.300	No cumple	0.050	Cumple
B	mg/l	0.3	0.800	No cumple	0.900	No cumple
Cd	mg/l	0.005			< 0.01	Cumple
Cu	mg/l	1				
Cr total	mg/l	0.05			< 0.01	Cumple
Fe total	mg/l	0.3				
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01				
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Chiliculco					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	384.798	0.385	Ninguno	729.000	0.729	Ligera
pH		6,5 - 8,4	9.350	9.350	No cumple	8.439	8.439	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	280.000	280.000	Cumple	514.000	514.000	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	59.100	1.662	Cumple	137.500	3.867	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00						
Ca	me/l	20.00	2.800	0.140	Cumple	20.900	1.043	Cumple
Mg	me/l	5.00	3.400	0.280	Cumple	19.800	1.628	Cumple
Na	me/l	40.00	68.400	2.975	Cumple	39.800	1.731	Cumple
As	mg/l	0.10	0.300	0.300	No cumple	0.050	0.050	Cumple
B	mg/l	2.00	0.800	0.800	Cumple	0.900	0.900	Cumple
Cd	mg/l	0.01				< 0.01	0.010	Cumple
Cu	mg/l	0.20						
Cr	mg/l	0.10				< 0.01	0.010	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00						
Mn	mg/l	0.20						
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00						
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	6.498	6.498	Ligera	1.498	1.498	Ninguno
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁMETRO	UNIDAD	Río Chiliculco					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	384.798	0.385	Ninguno	729.000	0.729	Ligera
RAS		6.498	6.498	Ligera	0.745	0.745	Ninguno

Conductividad
RAS
Límite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Moderada
Baja
C2 - S1
BAJA

Moderada
Baja
C2 - S1
BAJA

PM-04 Río Maure Azancallani. Perú

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	8.592		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	0.660	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	953.273	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	348.569	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	49.128	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos	9.740	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0,1		0,1		0,5		1	
Calcio	23.365	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	18.274	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	264.977	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio	<1.0	mg/l	0,2 c Al	No cumple	0,5 c Al	Cumple	1,0 c Al	Cumple	1,0 c Al	Cumple
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	1.750	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	8.011	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.002	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	<0.001	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	<0.01	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	<0.005	mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.138	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	0.110	mg/l	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple
Manganeso	0.071	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel		mg/l	0,05 c, Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo	0.030	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc	<0.009	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0,3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HÚMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	8.519		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		< 200 < 10000	
Total sólidos disueltos	912.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	366.800	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	54.700	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	5.100	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	13.600	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	236.000	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	3.600	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	12.300	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	< 0.01	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo	< 0.01	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble		mg/l	0,3 c Fe		0,3 c Fe		1,0 c Fe		1,0 c Fe	
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Niquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Maure			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
pH		6,5 - 9,5	8.592	Cumple	8.519	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	0.660	Cumple		
TDS	mg/l	1000	953.273	Cumple	912.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	348.569	No cumple	366.800	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	49.128	Cumple	54.700	Cumple
Dureza	mg/l	500	168.117	Cumple		
NO ₃ ⁻	mg/l	10	9.740	Cumple		
Na	mg/l	200	264.977	No cumple	236.000	No cumple
As	mg/l	0.05	1.750	No cumple	3.600	No cumple
B	mg/l	0.3	8.011	No cumple	12.300	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.002	Cumple	< 0.01	Cumple
Cu	mg/l	2	<0.001	Cumple		
Cr	mg/l	0.05	<0.01	Cumple	< 0.01	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05	<0.005	Cumple		
Fe	mg/l	0.3	0.138	Cumple		
Hg	mg/l	0.001	0.110	No cumple		
Mn	mg/l	0.1	0.071	Cumple		
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05	0.030	Cumple		
Zn	mg/l	5	<0.009	Cumple		
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Maure			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
Cond	µS/cm	1500	1546.612	No cumple	1325.000	Cumple
pH		6,5 - 9,0	8.592	Cumple	8.519	Cumple
Turb	FTU	5	0.660	Cumple		
TDS	mg/l	1000	953.273	Cumple	912.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	348.569	No cumple	366.800	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	49.128	Cumple	54.700	Cumple
Alk	mg/l	370	190.548	Cumple	114.500	Cumple
Dureza	mg/l	500	168.117	Cumple		
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45	9.740	Cumple		
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	264.977	No cumple	236.000	No cumple
As	mg/l	0.05	1.750	No cumple	3.600	No cumple
B	mg/l	0.3	8.011	No cumple	12.300	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.002	Cumple	< 0.01	Cumple
Cu	mg/l	1	<0.001			
Cr total	mg/l	0.05	<0.01	Cumple	< 0.01	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.138	Cumple		
Hg	mg/l	0.001	0.110			
Mn	mg/l	0.1	0.071	Cumple		
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01	0.030	Cumple		
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5	<0.009	Cumple		
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Maure					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1546.612	1.547	Ligera	1325.000	1.325	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.592	8.592	No cumple	8.519	8.519	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	953.273	953.273	Cumple	912.000	912.000	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	348.569	9.802	Cumple	366.800	10.315	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	9.740	9.740	Cumple			
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00						
Ca	me/l	20.00	23.365	1.166	Cumple	5.100	0.254	Cumple
Mg	me/l	5.00	18.274	1.503	Cumple	13.600	1.118	Cumple
Na	me/l	40.00	264.977	11.526	Cumple	236.000	10.265	Cumple
As	mg/l	0.10	1.750	1.750	No cumple	3.600	3.600	No cumple
B	mg/l	2.00	8.011	8.011	No cumple	12.300	12.300	No cumple
Cd	mg/l	0.01	0.002	0.002	Cumple	< 0.01	0.010	Cumple
Cu	mg/l	0.20	<0.001	<0.001	Cumple			
Cr	mg/l	0.10	<0,01	<0,01	Cumple	< 0.01	0.010	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10	<0,005	<0,005	Cumple			
Fe	mg/l	5.00	0.138	0.138	Cumple			
Mn	mg/l	0.20	0.071	0.071	Cumple			
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00	0.030	0.050	Cumple			
Zn	mg/l	2.00	<0.009	<0.009	Cumple			
RAS		9.00	9.978	9.978	Severa	12.390	12.390	Severa
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁMETRO	UNIDAD	Río Maure					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	1546.612	1.547	Ligera	1325.000	1.325	Ligera
RAS		9.978	9.978	Severa	12.390	12.390	Severa

Conductividad
RAS
 Límite de clasificación
 Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
 Severa
C3 - S2
MEDIA

Media elevada
 Severa
C3 - S2
MEDIA

PM-05 Río Maure Estación Frontera. Catacora. Gral. Pando

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	≤10		≤50		≤100		≤200	
pH	8.667		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		10000	
Total sólidos disueltos	774.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	297.850	mg/l	250	No cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	38.106	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0,02		0,1		0,2		0,2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	≤ 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0,1		0,1		0,5		1	
Calcio	22.208	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	13.925	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	243.088	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio	<1.0	mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	2.263	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	9.203	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.002	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	<0.001	mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo	<0.01	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	<0.015	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.228	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	<0.002	mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso	0.058	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo	<0.05	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc	0.015	mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

ÉPOCA HÚMEDA										
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	8.479		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		< 200 < 10000	
Total sólidos disueltos	830.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	319.100	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	50.400	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	5.800	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	15.000	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	200.000	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	2.100	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	11.500	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	< 0.01	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0.1 c. Co		0.2 c. Co		0.2 c. Co		0.2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo	< 0.01	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble		mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c. Mn	Cumple	1,0 c. Mn	Cumple	1,0 c. Mn	Cumple	1,0 c. Mn	Cumple
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<5000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Maure			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
pH		6,5 - 9,5	8.667	Cumple	8.479	Cumple
Turb	FTU	< 1,0				
TDS	mg/l	1000	774.000	Cumple	830.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	297.850	No cumple	319.100	No cumple
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	38.106	Cumple	50.400	Cumple
Dureza	mg/l	500	119.375	Cumple		
NO ₃ ⁻	mg/l	10				
Na	mg/l	200	243.088	No cumple	200.000	Cumple
As	mg/l	0.05	2.263	No cumple	2.100	No cumple
B	mg/l	0.3	9.203	No cumple	11.500	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.002	Cumple	< 0.01	Cumple
Cu	mg/l	2	<0.001	Cumple		
Cr	mg/l	0.05	<0.01	Cumple	< 0.01	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05	<0.015	Cumple		
Fe	mg/l	0.3	0.228	Cumple		
Hg	mg/l	0.001	<0.002	No cumple		
Mn	mg/l	0.1	0.058	Cumple		
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05	<0.05	Cumple		
Zn	mg/l	5	0.015	Cumple		
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Maure			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
Cond	µS/cm	1500	1274.066	Cumple	1199.000	Cumple
pH		6,5 - 9,0	8.667	Cumple	8.479	Cumple
Turb	FTU	5				
TDS	mg/l	1000	774.000	Cumple	830.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	297.850	No cumple	319.100	No cumple
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	38.106	Cumple	50.400	Cumple
Alk	mg/l	370	144.586	Cumple	126.000	Cumple
Dureza	mg/l	500	119.375	Cumple		
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45				
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	243.088	No cumple	200.000	Cumple
As	mg/l	0.05	2.263	No cumple	2.100	No cumple
B	mg/l	0.3	9.203	No cumple	11.500	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.002	Cumple	< 0.01	No cumple
Cu	mg/l	1	<0.001	Cumple		
Cr total	mg/l	0.05	<0.01	Cumple	< 0.01	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.228	Cumple		
Hg	mg/l	0.001	<0.002	No cumple		
Mn	mg/l	0.1	0.058	Cumple		
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01	<0.05	Cumple		
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5	0.015	Cumple		
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

			Río Maure					
PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1274.066	1.274	Ligera	1199.000	1.199	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.667	8.667	No cumple	8.479	8.479	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	774.000	774.000	Cumple	830.000	830.000	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	297.850	8.376	Cumple	319.100	8.974	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00						
Ca	me/l	20.00	22.208	1.108	Cumple	5.800	0.289	Cumple
Mg	me/l	5.00	13.925	1.145	Cumple	15.000	1.234	Cumple
Na	me/l	40.00	243.088	10.574	Cumple	200.000	8.699	Cumple
As	mg/l	0.10	2.263	2.263	No cumple	2.100	2.100	No cumple
B	mg/l	2.00	9.203	9.203	No cumple	11.500	11.500	No cumple
Cd	mg/l	0.01	0.002	0.002	Cumple	< 0.01	0.010	Cumple
Cu	mg/l	0.20	<0.001	0.001	Cumple			
Cr	mg/l	0.10	<0,01	0.010	Cumple	< 0.01	0.010	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10	<0,015	0.015	Cumple			
Fe	mg/l	5.00	0.228	0.228	Cumple			
Mn	mg/l	0.20	0.058	0.058	Cumple			
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00	<0,05	0.050	Cumple			
Zn	mg/l	2.00	0.015	0.015	Cumple			
RAS		9.00	9.962	9.962	Severa	9.969	9.969	Severa
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

			Río Maure				
PARÁ METRO	UNIDAD	ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	1274.066	1.274	Ligera	1199.000	1.199	Ligera
RAS		9.962	9.962	Severa	9.969	9.969	Severa

Conductividad
RAS
Limite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
Severa
C3 - S2
MEDIA

Media elevada
Severa
C3 - S2
MEDIA

PAM-06 Río Caquena Estación Abaroa. Charaña. Pacajes

CLASIFICACIÓN LEY 1333

		ÉPOCA SECA								
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	10.000	mg/l	≤10	Cumple	≤50	Cumple	≤100	Cumple	≤200	Cumple
pH	8.320		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	1.200	UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		10000	
Total sólidos disueltos	1894.400	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	No cumple	1500	No cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	757.928	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	No cumple	500	No cumple
Sulfatos	258.863	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos	1.235	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	77.842	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	80.898	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	561.300	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	1.847	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	8.928	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.003	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo	0.002	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.213	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	< 0.002	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	0.117	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Niquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo	0.053	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		< 30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		< 40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HUMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	8.299		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		< 200 < 10000	
Total sólidos disueltos	1304.000	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	346.600	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	225.000	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	45.700	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	37.400	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	494.100	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.800	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	6.000	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	< 0.01	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo	< 0.01	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble		mg/l	0,3 c Fe		0,3 c Fe		1,0 c Fe		1,0 c Fe	
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARA METRO	UNIDAD	LIMITE OMS	Río Caquena			
			EPOCA SECA		EPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	10.000	Cumple		
pH		6,5 - 9,5	8.320	Cumple	8.299	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	1.200	No cumple		
TDS	mg/l	1000	1894.400	No cumple	1304.000	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	757.928	No cumple	346.600	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	258.863	Cumple	225.000	Cumple
Dureza	mg/l	500	559.000	No cumple		
NO ₃ ⁻	mg/l	10	1.235	Cumple		
Na	mg/l	200	561.300	No cumple	494.100	No cumple
As	mg/l	0.05	1.847	No cumple	0.800	No cumple
B	mg/l	0.3	8.928	No cumple	6.000	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.003	Cumple	< 0.01	Cumple
Cu	mg/l	2				
Cr	mg/l	0.05	0.002	Cumple	< 0.01	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.213	Cumple		
Hg	mg/l	0.001	< 0.002	No cumple		
Mn	mg/l	0.1	0.117	No cumple		
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05	0.053	Cumple		
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARA METRO	UNIDAD	LIMITE NB-512	Río Caquena			
			EPOCA SECA		EPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	10.000	Cumple		
Cond	µS/cm	1500	3233.333	No cumple	1595.000	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.320	Cumple	8.299	Cumple
Turb	FTU	5	1.200	Cumple		
TDS	mg/l	1000	1894.400	No cumple	1304.000	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	757.928	No cumple	346.600	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	258.863	Cumple	225.000	Cumple
Dureza	mg/l	370	357.474	Cumple	258.200	Cumple
		500	559.000	No cumple		
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45	1.235	Cumple		
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	561.300	No cumple	494.100	No cumple
As	mg/l	0.05	1.847	No cumple	0.800	No cumple
B	mg/l	0.3	8.928	No cumple	6.000	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.003	Cumple	< 0.01	No cumple
Cu	mg/l	1				
Cr total	mg/l	0.05	0.002	Cumple	< 0.01	No cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.213	Cumple		
Hg	mg/l	0.001	< 0.002	No cumple		
Mn	mg/l	0.1	0.117	No cumple		
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01	0.053	No cumple		
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARA METRO	UNIDAD	LIMITE FAO	Río Caquena					
			EPOCA SECA			EPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	3233.333	3.513	Severa	1595.000	1.595	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.320	8.320	Cumple	8.299	8.299	Cumple
TDS	mg/l	2000.00	1894.400	1894.400	Cumple	1304.000	1304.000	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	757.928	21.314	Cumple	346.600	9.747	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	1.235	1.235	Cumple			
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00						
Ca	me/l	20.00	77.842	3.884	Cumple	45.700	2.280	Cumple
Mg	me/l	5.00	80.898	6.653	No cumple	37.400	3.076	Cumple
Na	me/l	40.00	561.300	24.415	Cumple	494.100	21.492	Cumple
As	mg/l	0.10	1.847	1.847	No cumple	0.800	0.800	No cumple
B	mg/l	2.00	8.928	8.928	No cumple	6.000	6.000	No cumple
Cd	mg/l	0.01	0.003	0.003	Cumple	< 0.01	0.010	Cumple
Cu	mg/l	0.20						
Cr	mg/l	0.10	0.002	0.002	Cumple	< 0.01	0.010	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.213	0.213	Cumple			
Mn	mg/l	0.20	0.117	0.117	Cumple			
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00	0.053	0.053	Cumple			
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	10.637	10.637	Severa	13.133	13.133	Severa
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARA METRO	UNIDAD	Río Caquena			
		EPOCA SECA		EPOCA HÚMEDA	
Cond	µS/cm	3233.333	3.513 Severa	1595.000	1.595 Ligera
RAS		10.637	10.637 Severa	13.133	13.133 Severa

Conductividad
RAS
Limite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Elevada
Media
C4 - S2
MEDIA

Media elevada
Media
C3 - S2
MEDIA

PM-07 Río Mauri Aguas arriba antes de la confluencia con el Río Caquena. Abaroa

CLASIFICACIÓN LEY 1333

Parámetro	Valor	Unidad	ÉPOCA SECA							
			CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	8.610		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		10000	
Total sólidos disueltos	817.833	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	305.307	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	42.241	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	25.937	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	15.356	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	228.657	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	2.617	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	9.573	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.001	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo	< 0.01	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	<0.005	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.167	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	<0.002	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	0.078	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo	0.021	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

ÉPOCA HÚMEDA										
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	8.329		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		< 200 < 10000	
Total sólidos disueltos	612.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	187.100	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	45.900	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	16.300	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	12.900	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	152.000	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	1.600	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	5.460	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	< 0.01	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo	< 0.01	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble		mg/l	0,3 c Fe		0,3 c Fe		1,0 c Fe		1,0 c Fe	
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0,3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Mauri			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
pH		6,5 - 9,5	8.610	Cumple	8.329	Cumple
Turb	FTU	< 1,0				
TDS	mg/l	1000	817.833	Cumple	612.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	305.307	No cumple	187.100	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	42.241	Cumple	45.900	Cumple
Dureza	mg/l	500	143.250	Cumple		
NO ₃ ⁻	mg/l	10				
Na	mg/l	200	228.657	No cumple	152.000	Cumple
As	mg/l	0.05	2.617	No cumple	1.600	No cumple
B	mg/l	0.3	9.573	No cumple	5.460	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.001	Cumple	< 0.01	Cumple
Cu	mg/l	2				
Cr	mg/l	0.05	< 0.01	No cumple	< 0.01	No cumple
Cr+6	mg/l	0.05	<0.005	No cumple		
Fe	mg/l	0.3	0.167	Cumple		
Hg	mg/l	0.001	<0.002	No cumple		
Mn	mg/l	0.1	0.078	Cumple		
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05	0.021	Cumple		
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Mauri			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
Cond	µS/cm	1500	1320.040	Cumple	812.000	Cumple
pH		6,5 - 9,0	8.610	Cumple	8.329	Cumple
Turb	FTU	5				
TDS	mg/l	1000	817.833	Cumple	612.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	305.307	No cumple	187.100	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	42.241	Cumple	45.900	Cumple
Alk	mg/l	370	154.400	Cumple	104.100	Cumple
Dureza	mg/l	500	143.250	Cumple		
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45				
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	228.657	No cumple	152.000	Cumple
As	mg/l	0.05	2.617	No cumple	1.600	No cumple
B	mg/l	0.3	9.573	No cumple	5.460	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.001	Cumple	< 0.01	Cumple
Cu	mg/l	1				
Cr total	mg/l	0.05	< 0.01	Cumple	< 0.01	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.167	Cumple		
Hg	mg/l	0.001	<0.002	No cumple		
Mn	mg/l	0.1	0.078	Cumple		
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01	0.021	No cumple		
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Mauri					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1320.040	1.320	Ligera	812.000	0.812	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.610	8.610	No cumple	8.329	8.329	Cumple
TDS	mg/l	2000.00	817.833	817.833	Cumple	612.000	612.000	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	305.307	8.586	Cumple	187.100	5.262	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00						
Ca	me/l	20.00	25.937	1.294	Cumple	16.300	0.813	Cumple
Mg	me/l	5.00	15.356	1.263	Cumple	12.900	1.061	Cumple
Na	me/l	40.00	228.657	9.946	Cumple	152.000	6.612	Cumple
As	mg/l	0.10	2.617	2.617	No cumple	1.600	1.600	No cumple
B	mg/l	2.00	9.573	9.573	No cumple	5.460	5.460	No cumple
Cd	mg/l	0.01	0.001	0.001	Cumple	< 0.01	0.010	Cumple
Cu	mg/l	0.20						
Cr	mg/l	0.10	< 0.01	0.010	Cumple	< 0.01	0.010	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10	<0.005	0.005	Cumple			
Fe	mg/l	5.00	0.167	0.167	Cumple			
Mn	mg/l	0.20	0.078	0.078	Cumple			
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00	0.021	0.021	Cumple			
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	8.796	8.796	Severa	6.830	6.830	Ligera
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁMETRO	UNIDAD	Río Mauri					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	1320.040	1.320	Ligera	812.000	0.812	Ligera
RAS		8.796	8.796	Severa	6.830	6.830	Ligera

Conductividad
RAS
Límite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
Media
C3 - S2
MEDIA

Media
Media
C3 - S1
MEDIA

PM-08 Río Mauri General Pérez

CLASIFICACIÓN LEY 1333

		ÉPOCA SECA								
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	≤10		≤50		≤100		≤200	
pH	8.500		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		10000	
Total sólidos disueltos	766.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	425.000	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	No cumple	500	Cumple
Sulfatos	130.000	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0,02		0,1		0,2		0,2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	≤ 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0,1		0,1		0,5		1	
Calcio	40.400	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	31.200	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	323.300	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	1.023	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	7.250	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0,005		0,005		0,005		0,005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente	<0.015	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.030	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso	0.200	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

ÉPOCA HÚMEDA										
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH			6,0 a 8,5		6,0 a 9,0		6,0 a 9,0		6,0 a 9,0	
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		< 200 < 10000	
Total sólidos disueltos		mg/l	1000		1000		1500		1500	
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros		mg/l	250		300		400		500	
Sulfatos		mg/l	300 c.SO4		400 c. SO4		400 c. SO4		400 c. SO4	
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio		mg/l	200		300		300		400	
Magnesio		mg/l	100 c. Mg.		100 c. Mg.		150 c. Mg.		150 c. Mg.	
Sodio		mg/l	200		200		200		200	
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro		mg/l	1,0 c. B		1,0 c. B		1,0 c. B		1,0 c. B	
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble		mg/l	0,3 c Fe		0,3 c Fe		1,0 c Fe		1,0 c Fe	
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0,3		1	
Detergentes		mg/l	0,5		0,5		0,5		0,5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Mauri	
			ÉPOCA SECA	ÉPOCA HÚMEDA
Color v	Pt/Co	15		
pH		6,5 - 9,5	8.500	Cumple
Turb	FTU	< 1,0		
TDS	mg/l	1000	766.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	425.000	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	130.000	Cumple
Dureza	mg/l	500	230.000	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10		
Na	mg/l	200	323.300	No cumple
As	mg/l	0.05	1.023	No cumple
B	mg/l	0.3	7.250	Cumple
Cd	mg/l	0.005		
Cu	mg/l	2		
Cr	mg/l	0.05		
Cr+6	mg/l	0.05	<0.015	Cumple
Fe	mg/l	0.3	0.030	Cumple
Hg	mg/l	0.001		
Mn	mg/l	0.1	0.200	No cumple
Ni	mg/l	0.02		
Pb	mg/l	0.05		
Zn	mg/l	5		
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente		

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Mauri	
			ÉPOCA SECA	ÉPOCA HÚMEDA
Color v	Pt/Co	15		
Cond	µS/cm	1500	1553.000	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.500	Cumple
Turb	FTU	5		
TDS	mg/l	1000	766.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	425.000	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	130.000	Cumple
Alk	mg/l	370	187.000	Cumple
Dureza	mg/l	500	230.000	Cumple
CN ⁻	mg/l	0.07		
NO ₃ ⁻	mg/l	45		
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1		
NH ₃	mg/l	0.5		
Na	mg/l	200	323.300	No cumple
As	mg/l	0.05	1.023	
B	mg/l	0.3	7.250	No cumple
Cd	mg/l	0.005		
Cu	mg/l	1		
Cr total	mg/l	0.05		
Fe total	mg/l	0.3	0.030	Cumple
Hg	mg/l	0.001		
Mn	mg/l	0.1	0.200	No cumple
Ni	mg/l	0.05		
Pb	mg/l	0.01		
Sb	mg/l	0.005		
Se	mg/l	0.01		
Zn	mg/l	5		
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente		

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Mauri					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1553.000	1.553	Ninguno			
pH		6,5 - 8,4	8.500	8.500	No cumple			
TDS	mg/l	2000.00	766.000	766.000	Cumple			
Cl ⁻	me/l	30.00	425.000	11.952	Cumple			
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00						
Ca	me/l	20.00	40.400	2.016	Cumple			
Mg	me/l	5.00	31.200	2.566	Cumple			
Na	me/l	40.00	323.300	14.063	Cumple			
As	mg/l	0.10	1.023	1.023	No cumple			
B	mg/l	2.00	7.250	7.250	No cumple			
Cd	mg/l	0.01						
Cu	mg/l	0.20						
Cr	mg/l	0.10						
Cr+6	mg/l	0.10	<0.015	0.015	Cumple			
Fe	mg/l	5.00	0.030	0.030	Cumple			
Mn	mg/l	0.20	0.200	0.200	Cumple			
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00						
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	9.291	9.291	Severa			
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁ METRO	UNIDAD	Río Mauri				
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA	
Cond	µS/cm	1553.000	1.553	Ninguno		
RAS		9.291	9.291	Severa		

Conductividad
RAS
Límite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Moderada
Severa
C2 - S1
BAJA

PM-09 Río Mauri Gral. Camacho

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	8.509		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		10000	
Total sólidos disueltos	716.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	236.750	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	85.250	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	34.350	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	24.725	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	214.425	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.839	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	4.675	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.001	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo	< 0.01	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	<0.015	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.020	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso	0.200	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		< 30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5				0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

		ÉPOCA HÚMEDA						
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A	CLASE B	CLASE C	CLASE D		
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10	≤50	<100	<200		
pH			6,0 a 8,5	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0		
Turbidez		UNT	< 10	< 50	< 100 < 2000	< 200 < 10000		
Total sólidos disueltos		mg/l	1000	1000	1500	1500		
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10	30	< 50	100		
Cloruros		mg/l	250	300	400	500		
Sulfatos		mg/l	300 c. SO4	400 c. SO4	400 c. SO4	400 c. SO4		
Cianuros totales		mg/l	0.02	0.1	0.2	0.2		
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3	30,0 c. NO3	50,0 c. NO3	50,0 c. NO3		
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N	1,0 c N	1,0 c N	1,0 c N		
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3	1 c NH3	2 c NH3	4 c NH3		
Nitrógeno		mg/l	5 c. N	12 c. N	12 c. N	12 c. N		
Fósforo		mg/l	0,4 c	0,5 c	1 c	1 c		
Sulfuros		mg/l	0.1	0.1	0.5	1		
Calcio		mg/l	200	300	300	400		
Magnesio		mg/l	100 c. Mg.	100 c. Mg.	150 c. Mg.	150 c. Mg.		
Sodio		mg/l	200	200	200	200		
Aluminio		mg/l	0.2 c Al	0.5 c Al	1.0 c Al	1.0 c Al		
Plata		mg/l	0,05 c Ag	0,05 c Ag	0,05 c Ag	0,05 c Ag		
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.	0,05 c. As.	0,05 c. As.	0,05 c. As.		
Boro		mg/l	1,0 c. B	1,0 c. B	1,0 c. B	1,0 c. B		
Bario		mg/l	1,0 c Ba	1,0 c Ba	2,0 c Ba	5,0 c Ba		
Cadmio		mg/l	0.005	0.005	0.005	0.005		
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co	0,2 c. Co	0,2 c. Co	0,2 c. Co		
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu	1,0 c. Cu	1,0 c. Cu	1,0 c. Cu		
Cromo		mg/l		0,6 c. Cr + 3	0,6 c. Cr + 3	1,1 c. Cr + 3		
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total	0,05 c. Cr. + 6	0,05 c. Cr. + 6	0,05 c. Cr. + 6		
Hierro soluble		mg/l	0,3 c Fe	0,3 c Fe	1,0 c Fe	1,0 c Fe		
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.	0,001 Hg.	0,001 Hg.	0,001 Hg.		
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn	1,0 c.Mn	1,0 c.Mn	1,0 c.Mn		
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni	0,05 c. Ni	0,5 c. Ni	0,5 c. Ni		
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb	0,05 c. Pb	0,05 c. Pb	0,1 c. Pb		
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb	0,01 c. Sb	0,01 c. Sb	0,01 c. Sb		
Selenio		mg/l	0,01 c. Se	0,01 c. Se	0,01 c. Se	0,05c. Se		
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn	2,0 c. Sn	2,0 c. Sn	2,0 c. Sn		
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn	0,2 c. Zn	5,0 c. Zn	5,0 c. Zn		
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat	>70% sat	>60% sat	>50% sat		
DBO5		mg/l	< 2	< 5	< 20	<30		
DQO		mg/l	< 5	< 10	<40	< 60		
Aceites y grasas		mg/l	Ausente	Ausente	0.3	1		
Detergentes		mg/l	0.5	0.5	0.5	0.5		
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	<1000 y < 200 en 80% de las muestras	<5000 y < 1000 en 80% de las muestras	<50000 y < 5000 en 80% de las muestras		

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Mauri	
			ÉPOCA SECA	ÉPOCA HÚMEDA
Color v	Pt/Co	15		
pH		6,5 - 9,5	8.509	Cumple
Turb	FTU	< 1,0		
TDS	mg/l	1000	716.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	236.750	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	85.250	Cumple
Dureza	mg/l	500	210.000	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10		
Na	mg/l	200	214.425	No cumple
As	mg/l	0.05	0.839	Cumple
B	mg/l	0.3	4.675	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.001	Cumple
Cu	mg/l	2		
Cr	mg/l	0.05	< 0.01	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05	< 0.015	Cumple
Fe	mg/l	0.3	0.020	Cumple
Hg	mg/l	0.001		
Mn	mg/l	0.1	0.200	No cumple
Ni	mg/l	0.02		
Pb	mg/l	0.05		
Zn	mg/l	5		
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente		

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Mauri	
			ÉPOCA SECA	ÉPOCA HÚMEDA
Color v	Pt/Co	15		
Cond	µS/cm	1500	1175.750	Cumple
pH		6,5 - 9,0	8.509	Cumple
Turb	FTU	5		
TDS	mg/l	1000	716.000	
Cl ⁻	mg/l	250	236.750	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	85.250	Cumple
Alk	mg/l	370	166.850	Cumple
Dureza	mg/l	500	210.000	Cumple
CN ⁻	mg/l	0.07		
NO ₃ ⁻	mg/l	45		
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1		
NH ₃	mg/l	0.5		
Na	mg/l	200	214.425	No cumple
As	mg/l	0.05	0.839	No cumple
B	mg/l	0.3	4.675	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.001	Cumple
Cu	mg/l	1		
Cr total	mg/l	0.05	< 0.01	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.020	Cumple
Hg	mg/l	0.001		
Mn	mg/l	0.1	0.200	No cumple
Ni	mg/l	0.05		
Pb	mg/l	0.01		
Sb	mg/l	0.005		
Se	mg/l	0.01		
Zn	mg/l	5		
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente		

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Mauri					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1175.750	1.176	Ninguno			
pH		6,5 - 8,4	8.509	8.509	No cumple			
TDS	mg/l	2000.00	716.000	716.000	Cumple			
Cl ⁻	me/l	30.00	236.750	6.658	Cumple			
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00						
Ca	me/l	20.00	34.350	1.714	Cumple			
Mg	me/l	5.00	24.725	2.033	Cumple			
Na	me/l	40.00	214.425	9.327	Cumple			
As	mg/l	0.10	0.839	0.010	Cumple			
B	mg/l	2.00	4.675	4.675	No cumple			
Cd	mg/l	0.01	0.001	0.001	Cumple			
Cu	mg/l	0.20						
Cr	mg/l	0.10	< 0.01	0.010	Cumple			
Cr+6	mg/l	0.10	<0.015	0.015	Cumple			
Fe	mg/l	5.00	0.020	0.020	Cumple			
Mn	mg/l	0.20	0.200	0.200	Cumple			
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00						
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	6.814	6.814	Ligera			
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁ METRO	UNIDAD	Río Mauri					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	1175.750	1.176	Ninguno			
RAS		6.814	6.814	Ligera			

Conductividad
 RAS
 Limite de clasificación
 Riesgo de alcalinidad por sodio

Moderada
 Moderada
C2 - S1
BAJA

CLASIFICACIÓN LEY 1333

		ÉPOCA SECA								
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg PVI	8.250	mg/l	<10	Cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.790		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	0.780	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	267.047	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	< 1	mg/l	< 10	Cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	38.037	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	65.065	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos	0.297	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco	0.590	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	Cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	0.756	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.119	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	21.849	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	9.578	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	76.088	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.098	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	1.003	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.002	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	0.028	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.037	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	0.005	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.162	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	< 0.002	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	0.287	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	< 0.053	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.015	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	< 0.001	mg/l	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple
Selenio	< 0.0015	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc	0.042	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	63.460	% Sat	>80% sat	No cumple	>70% sat	No cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅	1.150	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	<30	Cumple
DQO	5.070	mg/l	< 5	No cumple	< 10	Cumple	<40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.656	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	No cumple	1	Cumple
Detergentes	0.148	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	13.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	Cumple	200 en 80% de las muestras	Cumple	1000 en 80% de las muestras	Cumple	5000 en 80% de las muestras	Cumple

ÉPOCA HÚMEDA										
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	60.000	mg/l	<10	No cumple	<50	No cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	7.820		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	89.000	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	Cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	329.740	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	109.474	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	48.748	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	44.538	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	< 0.02	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	0.130	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.070	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniac	1.120	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	No cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	1.890	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.268	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros	0.157	mg/l	0.1	No cumple	0.1	No cumple	0.5	Cumple	1	Cumple
Calcio	19.344	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	6.045	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	45.229	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.072	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	1.821	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.000	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	0.010	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.005	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	0.003	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.150	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	< 0.0001	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	0.049	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	< 0.01	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.007	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	< 0.001	mg/l	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple
Selenio	< 0.0001	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño	< 0.05	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	< 0.01	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	103.850	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5	1.663	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	<30	Cumple
DQO	6.275	mg/l	< 5	No cumple	< 10	Cumple	<40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.467	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	No cumple	1	Cumple
Detergentes	< 0.023	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	1800.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	No cumple	<1000 y < 200 en 80% de las muestras	No cumple	<5000 y < 1000 en 80% de las muestras	Cumple	<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	Cumple

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Blanco			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	8.250	Cumple	60.000	No cumple
pH		6,5 - 9,5	8.790	Cumple	7.820	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	0.780	Cumple	89.000	No cumple
TDS	mg/l	1000	267.047	Cumple	329.740	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	38.037	Cumple	48.748	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	65.065	Cumple	44.538	Cumple
Dureza	mg/l	500	106.820	Cumple	68.060	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10	0.297	Cumple	0.130	Cumple
Na	mg/l	200	76.088	Cumple	45.229	Cumple
As	mg/l	0.05	0.098	No cumple	0.072	No cumple
B	mg/l	0.3	1.003	No cumple	1.821	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.002	Cumple	0.000	Cumple
Cu	mg/l	2	0.028	Cumple	0.010	Cumple
Cr	mg/l	0.05	0.037	Cumple	0.005	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05	0.005	Cumple	0.003	Cumple
Fe	mg/l	0.3	0.162	Cumple	0.150	Cumple
Hg	mg/l	0.001	< 0.002	Cumple	< 0.0001	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.287	No cumple	0.049	Cumple
Ni	mg/l	0.02	< 0.053	No cumple	< 0.01	Cumple
Pb	mg/l	0.05	0.015	Cumple	0.007	Cumple
Zn	mg/l	5	0.042	Cumple	< 0.01	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	13.000	No cumple	1800.000	No cumple

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Blanco			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	8.250	Cumple	60.000	No cumple
Cond	μS/cm	1500	409.508	Cumple	372.000	Cumple
pH		6,5 - 9,0	8.790	Cumple	7.820	Cumple
Turb	FTU	5	0.780	Cumple	89.000	No cumple
TDS	mg/l	1000	267.047	Cumple	329.740	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	38.037	Cumple	48.748	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	65.065	Cumple	44.538	Cumple
Alk	mg/l	370	116.772	Cumple	61.055	Cumple
Dureza	mg/l	500	106.820	Cumple	68.060	Cumple
CN ⁻	mg/l	0.07			< 0.02	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	45	0.297	Cumple	0.130	Cumple
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1			0.070	Cumple
NH ₃	mg/l	0.5	0.590	No cumple	1.120	No cumple
Na	mg/l	200	76.088	Cumple	45.229	Cumple
As	mg/l	0.05	0.098	No cumple	0.072	No cumple
B	mg/l	0.3	1.003	No cumple	1.821	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.002	Cumple	0.000	Cumple
Cu	mg/l	1	0.028	Cumple	0.010	Cumple
Cr total	mg/l	0.05	0.037	Cumple	0.005	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.162	Cumple	0.150	Cumple
Hg	mg/l	0.001	< 0.002	Cumple	< 0.0001	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.287	No cumple	0.049	Cumple
Ni	mg/l	0.05	< 0.053	Cumple	< 0.01	Cumple
Pb	mg/l	0.01	0.015	No cumple	0.007	Cumple
Sb	mg/l	0.005	< 0.001	Cumple	< 0.001	Cumple
Se	mg/l	0.01	< 0.0015	Cumple	< 0.0001	Cumple
Zn	mg/l	5	0.042	Cumple	< 0.01	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	13.000	No cumple	1800.000	No cumple

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Blanco					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	409.508	0.410	Ninguno	372.000	0.372	Ninguno
pH		6,5 - 8,4	8.790	8.790	No cumple	7.820	7.820	Cumple
TDS	mg/l	2000.00	267.047	267.047	Cumple	329.740	329.740	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	38.037	1.070	Cumple	48.748	1.371	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	0.297	0.297	Cumple	0.130	0.130	Cumple
NH ₃	mg/l	5.00	0.590	0.590	Cumple	1.120	1.120	Cumple
P	mg/l	2.00	0.119	0.119	Cumple	0.268	0.268	Cumple
Ca	me/l	20.00	21.849	1.090	Cumple	19.344	0.965	Cumple
Mg	me/l	5.00	9.578	0.788	Cumple	6.045	0.497	Cumple
Na	me/l	40.00	76.088	3.310	Cumple	45.229	1.967	Cumple
As	mg/l	0.10	0.098	0.098	Cumple	0.072	0.072	Cumple
B	mg/l	2.00	1.003	1.003	Cumple	1.821	1.821	Cumple
Cd	mg/l	0.01	0.002	0.002	Cumple	0.000	0.010	Cumple
Cu	mg/l	0.20	0.028	0.028	Cumple	0.010	0.010	Cumple
Cr	mg/l	0.10	0.037	0.037	Cumple	0.005	0.005	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10	0.005	0.005	Cumple	0.003	0.003	Cumple
Fe	mg/l	5.00	0.162	0.162	Cumple	0.150	0.150	Cumple
Mn	mg/l	0.20	0.287	0.287	No cumple	0.049	0.049	Cumple
Ni	mg/l	0.20	< 0.053	0.053	Cumple	< 0.01	0.010	Cumple
Pb	mg/l	5.00	0.015	0.015	Cumple	0.007	0.007	Cumple
Zn	mg/l	2.00	0.042	0.042	Cumple	< 0.01	0.010	Cumple
RAS		9.00	3.415	3.415	Ligera	2.301	2.301	Ninguno
Colif Term	No./ml	10000.00	13.000	0.130	Cumple	1800.000	18.000	Cumple

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁ METRO	UNIDAD	Río Blanco					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	409.508	0.410	Ninguno	372.000	0.372	Ninguno
RAS		3.415	3.415	Ligera	2.301	2.301	Ninguno

Conductividad
RAS
Limite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Moderada
Baja
C2 - S1
BAJA

Moderada
Baja
C2 - S1
BAJA

PM-11 Río Maure Calacoto. Pacajes

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	7.250	mg/l	≤10	Cumple	≤50	Cumple	≤100	Cumple	≤200	Cumple
pH	8.441		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	12.839	UNT	≤ 10	No cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	611.506	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	230.483	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	226.904	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	82.076	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos	0.510	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.003	mg/l	≤ 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco	0.850	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	Cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	0.178	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.312	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	40.715	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	17.668	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	150.220	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata	< 0.01	mg/l	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple
Arsénico	0.565	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	4.674	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.002	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto	0.050	mg/l	0,1 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple
Cobre	0.036	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.051	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	0.005	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.362	mg/l	0,3 c Fe	No cumple	0,3 c Fe	No cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	0.004	mg/l	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple
Manganeso	0.199	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	0.050	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.019	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.016	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio	< 0.0015	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño	0.400	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.060	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	93.176	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅	1.000	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	< 30	Cumple
DQO	4.000	mg/l	< 5	Cumple	< 10	Cumple	< 40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.144	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	Cumple	1	Cumple
Detergentes	0.049	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	6.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	Cumple	200 en 80% de las muestras	Cumple	1000 en 80% de las muestras	Cumple	5000 en 80% de las muestras	Cumple

		ÉPOCA HUMEDA								
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	22.250	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.534		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	137.167	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	Cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	745.793	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	186.088	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	325.532	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	95.239	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	0.001	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	0.543	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.039	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco	0.880	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	Cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	0.554	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.420	mg/l	0,4 c	No cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros	< 0.05	mg/l	0.1	Cumple	0.1	Cumple	0.5	Cumple	1	Cumple
Calcio	47.696	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	18.017	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	217.022	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	1.021	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	3.004	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario	0.070	mg/l	1,0 c Ba	Cumple	1,0 c Ba	Cumple	2,0 c Ba	Cumple	5,0 c Ba	Cumple
Cadmio	0.001	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto	0.040	mg/l	0,1 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple
Cobre	0.041	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.010	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	0.005	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.893	mg/l	0,3 c Fe	No cumple	0,3 c Fe	No cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	< 0.0001	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	0.538	mg/l	0,5 c.Mn	No cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	0.050	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.049	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.024	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio	< 0.0001	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño	0.270	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.129	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	87.790	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5	1.463	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	<30	Cumple
DQO	6.004	mg/l	< 5	No cumple	< 10	Cumple	<40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.267	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	Cumple	1	Cumple
Detergentes	< 0.023	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	15000.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	No cumple	<1000 y < 200 en 80% de las muestras	No cumple	<5000 y < 1000 en 80% de las muestras	No cumple	<5000 y < 5000 en 80% de las muestras	Cumple

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Maure			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	7.250	Cumple	22.250	No cumple
pH		6,5 - 9,5	8.441	Cumple	8.534	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	12.839	No cumple	137.167	No cumple
TDS	mg/l	1000	611.506	Cumple	745.793	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	226.904	Cumple	325.532	No cumple
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	82.076	Cumple	95.239	Cumple
Dureza	mg/l	500	165.227	Cumple	70.648	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10	0.510	Cumple	0.543	Cumple
Na	mg/l	200	150.220	Cumple	217.022	No cumple
As	mg/l	0.05	0.565	No cumple	1.021	No cumple
B	mg/l	0.3	4.674	No cumple	3.004	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.002	Cumple	0.001	Cumple
Cu	mg/l	2	0.036	Cumple	0.041	Cumple
Cr	mg/l	0.05	0.051	No cumple	0.010	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Fe	mg/l	0.3	0.362	No cumple	0.893	No cumple
Hg	mg/l	0.001	0.004	No cumple	< 0.0001	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.199	No cumple	0.538	No cumple
Ni	mg/l	0.02	0.050	No cumple	0.050	No cumple
Pb	mg/l	0.05	0.019	Cumple	0.049	Cumple
Zn	mg/l	5	0.060	Cumple	0.129	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	6.000	No cumple	15000.000	No cumple

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Maure			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	7.250	Cumple	22.250	No cumple
Cond	µS/cm	1500	1087.447	Cumple	1290.500	Cumple
pH		6,5 - 9,0	8.441	Cumple	8.534	Cumple
Turb	FTU	5	12.839	No cumple	137.167	No cumple
TDS	mg/l	1000	611.506	Cumple	745.793	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	226.904	Cumple	325.532	No cumple
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	82.076	Cumple	95.239	Cumple
Alk	mg/l	370	160.033	Cumple	142.841	Cumple
Dureza	mg/l	500	165.227	Cumple	70.648	Cumple
CN ⁻	mg/l	0.07			0.001	Cumple
NO ₂ ⁻	mg/l	45	0.510	Cumple	0.543	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	0.1	0.003	Cumple	0.039	Cumple
NH ₃	mg/l	0.5	0.850	No cumple	0.880	No cumple
Na	mg/l	200	150.220	Cumple	217.022	No cumple
As	mg/l	0.05	0.565	No cumple	1.021	No cumple
B	mg/l	0.3	4.674	No cumple	3.004	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.002	Cumple	0.001	Cumple
Cu	mg/l	1	0.036	Cumple	0.041	Cumple
Cr total	mg/l	0.05	0.051	No cumple	0.010	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.362	No cumple	0.893	No cumple
Hg	mg/l	0.001	0.004	No cumple	< 0.0001	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.199	No cumple	0.538	No cumple
Ni	mg/l	0.05	0.050	Cumple	0.050	Cumple
Pb	mg/l	0.01	0.019	No cumple	0.049	No cumple
Sb	mg/l	0.005	0.016	No cumple	0.024	No cumple
Se	mg/l	0.01	< 0.0015	Cumple	< 0.0001	Cumple
Zn	mg/l	5	0.060	Cumple	0.129	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	6.000	No cumple	15000.000	No cumple

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Maure					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1087.447	1.087	Ligera	1290.500	1.291	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.441	8.441	No cumple	8.534	8.534	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	611.506	611.506	Cumple	745.793	745.793	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	226.904	6.381	Cumple	325.532	9.154	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	0.510	0.510	Cumple	0.543	0.543	Cumple
NH ₃	mg/l	5.00	0.850	0.850	Cumple	0.880	0.880	Cumple
P	mg/l	2.00	0.312	0.312	Cumple	0.420	0.420	Cumple
Ca	me/l	20.00	40.715	2.032	Cumple	47.696	2.380	Cumple
Mg	me/l	5.00	17.668	1.453	Cumple	18.017	1.482	Cumple
Na	me/l	40.00	150.220	6.534	Cumple	217.022	9.440	Cumple
As	mg/l	0.10	0.565	0.565	No cumple	1.021	1.021	No cumple
B	mg/l	2.00	4.674	4.674	No cumple	3.004	3.004	No cumple
Cd	mg/l	0.01	0.002	0.002	Cumple	0.001	0.001	Cumple
Cu	mg/l	0.20	0.036	0.036	Cumple	0.041	0.041	Cumple
Cr	mg/l	0.10	0.051	0.051	Cumple	0.010	0.010	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10	0.005	0.005	Cumple	0.005	0.005	Cumple
Fe	mg/l	5.00	0.362	0.362	Cumple	0.893	0.893	Cumple
Mn	mg/l	0.20	0.199	0.199	Cumple	0.538	0.538	No cumple
Ni	mg/l	0.20	0.050	0.050	Cumple	0.050	0.050	Cumple
Pb	mg/l	5.00	0.019	0.019	Cumple	0.049	0.049	Cumple
Zn	mg/l	2.00	0.060	0.060	Cumple	0.129	0.129	Cumple
RAS		9.00	4.950	4.950	Ligera	6.793	6.793	Ligera
Colif Term	No./ml	10000.00	6.000	0.060	Cumple	15000.000	150.000	Cumple

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁ METRO	UNIDAD	Río Maure					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	1087.447	1.087	Ligera	1290.500	1.291	Ligera
RAS		4.950	4.950	Ligera	6.793	6.793	Ligera

Conductividad
RAS
Limite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

PD-12 Río Desaguadero Puente Internacional nuevo

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	2.500	mg/l	<10	Cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.740		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	2.167	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	840.375	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	3.467	mg/l	< 10	Cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	301.788	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	245.050	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	0.000	mg/l	0.02	Cumple	0,1	Cumple	0,2	Cumple	0,2	Cumple
Nitratos	0.130	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.003	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.026	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.013	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	52.525	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	37.900	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	206.788	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata	<0.01	mg/l	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple
Arsénico	0.020	mg/l	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple
Boro	1.414	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.000	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto	0.040	mg/l	0,1 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple
Cobre	0.000	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.010	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.025	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	0.007	mg/l	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple
Manganeso	0.000	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	0.040	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.030	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.040	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño	0.400	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.000	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	99.550	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

ÉPOCA HUMEDA										
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	11.333	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.734		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	1.969	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	890.561	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	1.386	mg/l	< 10	Cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	317.203	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	247.420	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	0.001	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	0.301	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.007	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco	0.928	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	Cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	0.595	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.037	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros	0.103	mg/l	0.1	Cumple	0.1	Cumple	0.5	Cumple	1	Cumple
Calcio	52.735	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	37.726	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	207.545	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata	0.000	mg/l	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple
Arsénico	0.042	mg/l	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple
Boro	1.484	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.040	mg/l	0.005	No cumple	0.005	No cumple	0.005	No cumple	0.005	No cumple
Cobalto	0.040	mg/l	0,1 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple
Cobre	0.004	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.002	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.038	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	<0.003	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	<0.01	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	0.026	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.030	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.020	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio	0.000	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño	0.500	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.054	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	97.333	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5	1.200	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	<30	Cumple
DQO	4.030	mg/l	< 5	Cumple	< 10	Cumple	<40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.414	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	No cumple	1	Cumple
Detergentes	0.100	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	305.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	No cumple	<5000 y < 200 en 80% de las muestras	No cumple	<5000 y < 1000 en 80% de las muestras	Cumple	<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	Cumple

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pl/Co	15	2.500	Cumple	11.333	Cumple
pH		6,5 - 9,5	8.740	Cumple	8.734	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	2.167	No cumple	1.969	No cumple
TDS	mg/l	1000	840.375	Cumple	890.561	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	301.788	No cumple	317.203	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	245.050	Cumple	247.420	Cumple
Dureza	mg/l	500	18.700	Cumple	161.223	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10	0.130	Cumple	0.301	Cumple
Na	mg/l	200	206.788	No cumple	207.545	No cumple
As	mg/l	0.05	0.020	Cumple	0.042	Cumple
B	mg/l	0.3	1.414	No cumple	1.484	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.000	Cumple	0.040	No cumple
Cu	mg/l	2	0.000	Cumple	0.004	Cumple
Cr	mg/l	0.05	0.010	Cumple	0.002	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.025	Cumple	0.038	Cumple
Hg	mg/l	0.001	0.007	No cumple	<0,003	No cumple
Mn	mg/l	0.1	0.000	Cumple	<0,01	Cumple
Ni	mg/l	0.02	0.040	No cumple	0.026	No cumple
Pb	mg/l	0.05	0.030	Cumple	0.030	Cumple
Zn	mg/l	5	0.000	Cumple	0.054	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente			305.000	No cumple

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pl/Co	15	2.500	Cumple	11.333	Cumple
Cond	µS/cm	1500	1675.750	No cumple	1648.750	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.740	Cumple	8.734	Cumple
Turb	FTU	5	2.167	Cumple	1.969	Cumple
TDS	mg/l	1000	840.375	Cumple	890.561	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	301.788	No cumple	317.203	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	245.050	Cumple	247.420	Cumple
Alk	mg/l	370	94.713	Cumple	89.384	Cumple
Dureza	mg/l	500	18.700	Cumple	161.223	Cumple
CN ⁻	mg/l	0.07	0.000	Cumple	0.001	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	45	0.130	Cumple	0.301	Cumple
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1	0.003	Cumple	0.007	Cumple
NH ₃	mg/l	0.5			0.928	No cumple
Na	mg/l	200	206.788	No cumple	207.545	No cumple
As	mg/l	0.05	0.020	Cumple	0.042	Cumple
B	mg/l	0.3	1.414	No cumple	1.484	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.000	Cumple	0.040	No cumple
Cu	mg/l	1	0.000	Cumple	0.004	Cumple
Cr total	mg/l	0.05	0.010	Cumple	0.002	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.025	Cumple	0.038	Cumple
Hg	mg/l	0.001	0.007	No cumple	<0,003	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.000	Cumple	<0,01	No cumple
Ni	mg/l	0.05	0.040	Cumple	0.026	Cumple
Pb	mg/l	0.01	0.030	No cumple	0.030	No cumple
Sb	mg/l	0.005	0.040	No cumple	0.020	No cumple
Se	mg/l	0.01			0.000	Cumple
Zn	mg/l	5	0.000	Cumple	0.054	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente			305.000	No cumple

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

			Río Desaguadero					
PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1675.750	1.676	Ligera	1648.750	1.649	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.740	8.740	No cumple	8.734	8.734	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	840.375	840.375	Cumple	890.561	890.561	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	301.788	8.487	Cumple	317.203	8.920	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	0.130	0.130	Cumple	0.301	0.301	Cumple
NH ₃	mg/l	5.00				0.928	0.928	Cumple
P	mg/l	2.00	0.013	0.013	Cumple	0.037	0.037	Cumple
Ca	me/l	20.00	52.525	2.621	Cumple	52.735	2.631	Cumple
Mg	me/l	5.00	37.900	3.117	Cumple	37.726	3.102	Cumple
Na	me/l	40.00	206.788	8.995	Cumple	207.545	9.028	Cumple
As	mg/l	0.10	0.020	0.020	Cumple	0.042	0.042	Cumple
B	mg/l	2.00	1.414	1.414	Cumple	1.484	1.484	Cumple
Cd	mg/l	0.01	0.000	0.000	Cumple	0.040	0.040	No cumple
Cu	mg/l	0.20	0.000	0.000	Cumple	0.004	0.004	Cumple
Cr	mg/l	0.10	0.010	0.010	Cumple	0.002	0.002	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.025	0.025	Cumple	0.038	0.038	Cumple
Mn	mg/l	0.20	0.000	0.000	Cumple	<0,01	<0,01	Cumple
Ni	mg/l	0.20	0.040	0.040	Cumple	0.026	0.026	Cumple
Pb	mg/l	5.00	0.030	0.030	Cumple	0.030	0.030	Cumple
Zn	mg/l	2.00	0.000	0.000	Cumple	0.054	0.054	Cumple
RAS		9.00	5.310	5.310	Ligera	5.332	5.332	Ligera
Colif Term	No./ml	10000.00				305.000	30500.0	No cumple

CLASIFICACIÓN USDA

			Río Desaguadero					
PARÁ METRO	UNIDAD		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm		1675.750	1.676	Ligera	1648.750	1.649	Ligera
RAS			5.310	5.310	Ligera	5.332	5.332	Ligera

Conductividad
RAS
Límite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

PAD-13 Río Lucuchata Vado. Desaguadero. Ingavi. La Paz

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	6.000	mg/l	<10	Cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	7.980		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	6.000	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	232.500	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	9.325	mg/l	< 10	Cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	7.317	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	80.217	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.038	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.023	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	49.450	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	7.567	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	26.983	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	0.272	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.083	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	83.050	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HÚMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	13.400	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.322		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	17.500	UNT	< 10	No cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	148.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	14.340	mg/l	< 10	No cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	3.360	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	45.360	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.026	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.030	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	36.760	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	5.820	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	12.480	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	0.322	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.040	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	85.200	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Lucuchata			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	6.000	Cumple	13.400	Cumple
pH		6,5 - 9,5	7.980	Cumple	8.322	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	6.000	No cumple	17.500	No cumple
TDS	mg/l	1000	232.500	Cumple	148.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	7.317	Cumple	3.360	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	80.217	Cumple	45.360	Cumple
Dureza	mg/l	500				
NO ₃ ⁻	mg/l	10				
Na	mg/l	200	26.983	Cumple	12.480	Cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	0.272	Cumple	0.322	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	2				
Cr	mg/l	0.05				
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.083	Cumple	0.040	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Lucuchata			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	6.000	Cumple	13.400	Cumple
Cond	µS/cm	1500	458.833	Cumple	285.000	Cumple
pH		6,5 - 9,0	7.980	Cumple	8.322	Cumple
Turb	FTU	5	6.000	No cumple	17.500	No cumple
TDS	mg/l	1000	232.500	Cumple	148.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	7.317	Cumple	3.360	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	80.217	Cumple	45.360	Cumple
Alk	mg/l	370	114.350	Cumple	101.700	Cumple
Dureza	mg/l	500				
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45				
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	26.983	Cumple	12.480	Cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	0.272	Cumple	0.322	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	1				
Cr total	mg/l	0.05				
Fe total	mg/l	0.3	0.083	Cumple	0.040	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01				
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

			Río Lucuchata					
PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	458.833	0.459	Ninguno	285.000	0.285	Ninguno
pH		6,5 - 8,4	7.980	7.980	Cumple	8.322	8.322	Cumple
TDS	mg/l	2000.00	232.500	232.500	Cumple	148.000	148.000	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	7.317	0.206	Cumple	3.360	0.094	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00	0.023	0.023	Cumple	0.030	0.030	Cumple
Ca	me/l	20.00	49.450	2.468	Cumple	36.760	1.834	Cumple
Mg	me/l	5.00	7.567	0.622	Cumple	5.820	0.479	Cumple
Na	me/l	40.00	26.983	1.174	Cumple	12.480	0.543	Cumple
As	mg/l	0.10						
B	mg/l	2.00	0.272	0.272	Cumple	0.322	0.322	Cumple
Cd	mg/l	0.01						
Cu	mg/l	0.20						
Cr	mg/l	0.10						
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.083	0.083	Cumple	0.040	0.040	Cumple
Mn	mg/l	0.20						
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00						
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	0.944	0.944	Ninguno	0.505	0.505	Ninguno
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

			Río Lucuchata				
PARÁMETRO	UNIDAD		ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	443.667	0.444	Ninguno	303.200	0.303	Ninguno
RAS		0.855	0.855	Ninguno	0.628	0.628	Ninguno

Conductividad
RAS
Limite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Moderada
Baja
C2 - S1
BAJA

Moderada
Baja
C2 - S1
BAJA

PAD-14 Río Jacha Mauri y Río Tujsa Jahuirá Chuncarcota. San Andrés de Machaca. Ingavi. La Paz

CLASIFICACIÓN LEY 1333

Parámetro	Valor	Unidad	ÉPOCA SECA							
			CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	30.000	mg/l	<10	No cumple	≤50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	7.770		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	208.000	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	787.030	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	38.000	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	176.820	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	151.530	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos	0.576	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco	0.876	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	Cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	0.880	mg/l	5 c. N		12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.280	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	93.440	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	12.170	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	93.150	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.015	mg/l	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple
Boro	0.800	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.003	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	0.067	mg/l	0,05 c. Cu	No cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	< 0.091	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	< 0.0039	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.587	mg/l	0,3 c Fe	No cumple	0,3 c Fe	No cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	0.007	mg/l	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple
Manganeso	0.271	mg/l	0,5 c. Mn	Cumple	1,0 c. Mn	Cumple	1,0 c. Mn	Cumple	1,0 c. Mn	Cumple
Níquel	< 0.053	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.007	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	< 0.001	mg/l	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple
Selenio	< 0.0015	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc	0.044	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO ₅	< 1.00	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	< 30	Cumple
DQO	< 4.00	mg/l	< 5	Cumple	< 10	Cumple	< 40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.770	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	No cumple	1	Cumple
Detergentes	0.070	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	60.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	No cumple	200 en 80% de las muestras	Cumple	1000 en 80% de las muestras	Cumple	5000 en 80% de las muestras	Cumple

ÉPOCA HÚMEDA										
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	10.000	mg/l	<10	Cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.050		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	7.900	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	553.240	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	13.000	mg/l	< 10	No cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	131.176	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	75.950	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	< 0.02	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	0.206	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	< 0.07	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco	0.725	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	Cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	1.197	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.692	mg/l	0,4 c	No cumple	0,5 c	No cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros	0.055	mg/l	0.1	Cumple	0.1	Cumple	0.5	Cumple	1	Cumple
Calcio	50.668	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	10.940	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	68.947	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.029	mg/l	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple
Boro	0.487	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	< 0.0001	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	0.012	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.009	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	< 0.0031	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	< 0.07	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	< 0.0034	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	< 0.01	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	0.029	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	< 0.0034	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	< 0.001	mg/l	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple
Selenio	0.000	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño	< 0.05	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	< 0.01	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO5	< 1.00	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	<30	Cumple
DQO	< 4.00	mg/l	< 5	Cumple	< 10	Cumple	<40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.222	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	Cumple	1	Cumple
Detergentes	< 0.023	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	28.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	Cumple	<1000 y < 200 en 80% de las muestras	Cumple	<5000 y < 1000 en 80% de las muestras	Cumple	<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	Cumple

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

			Río Jacha Mauri y Río Tujsa Jahaira			
PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	30.000	No cumple	10.000	Cumple
pH		6,5 - 9,5	7.770	Cumple	8.050	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	208.000	No cumple	7.900	No cumple
TDS	mg/l	1000	787.030	Cumple	553.240	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	176.820	Cumple	131.176	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	151.530	Cumple	75.950	Cumple
Dureza	mg/l	500	301.270	Cumple	169.650	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10	0.576	Cumple	0.206	Cumple
Na	mg/l	200	93.150	Cumple	68.947	Cumple
As	mg/l	0.05	0.015	Cumple	0.029	Cumple
B	mg/l	0.3	0.800	No cumple	0.487	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.003	Cumple	< 0.0001	Cumple
Cu	mg/l	2	0.067	Cumple	0.012	Cumple
Cr	mg/l	0.05	< 0.091	Cumple	0.009	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05	< 0.0039	Cumple	< 0.0031	Cumple
Fe	mg/l	0.3	0.587	No cumple	< 0.07	Cumple
Hg	mg/l	0.001	0.007	No cumple	< 0.0034	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.271	No cumple	< 0.01	Cumple
Ni	mg/l	0.02	< 0.053	Cumple	0.029	No cumple
Pb	mg/l	0.05	0.007	Cumple	< 0.0034	Cumple
Zn	mg/l	5	0.044	Cumple	< 0.01	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	60.000	No cumple	28.000	No cumple

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

			Río Jacha Mauri y Río Tujsa Jahaira			
PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	30.000	No cumple	10.000	Cumple
Cond	μS/cm	1500	750.000	Cumple	643.000	Cumple
pH		6,5 - 9,0	7.770	Cumple	8.050	Cumple
Turb	FTU	5	208.000	No cumple	7.900	No cumple
TDS	mg/l	1000	787.030	Cumple	553.240	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	176.820	Cumple	131.176	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	151.530	Cumple	75.950	Cumple
Alk	mg/l	370	84.080	Cumple	87.078	Cumple
Dureza	mg/l	500	301.270	Cumple	169.650	Cumple
CN ⁻	mg/l	0.07			< 0.02	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	45	0.576	Cumple	0.206	Cumple
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1			< 0.07	Cumple
NH ₃	mg/l	0.5	0.876	No cumple	0.725	No cumple
Na	mg/l	200	93.150	Cumple	68.947	Cumple
As	mg/l	0.05	0.015	Cumple	0.029	Cumple
B	mg/l	0.3	0.800	No cumple	0.487	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.003	Cumple	< 0.0001	Cumple
Cu	mg/l	1	0.067	Cumple	0.012	Cumple
Cr total	mg/l	0.05	< 0.091	Cumple	0.009	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.587	No cumple	< 0.07	Cumple
Hg	mg/l	0.001	0.007	No cumple	< 0.0034	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.271	No cumple	< 0.01	Cumple
Ni	mg/l	0.05	< 0.053	Cumple	0.029	Cumple
Pb	mg/l	0.01	0.007	Cumple	< 0.0034	Cumple
Sb	mg/l	0.005	< 0.001	Cumple	< 0.001	Cumple
Se	mg/l	0.01	< 0.0015	Cumple	0.000	Cumple
Zn	mg/l	5	0.044	Cumple	< 0.01	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	60.000	No cumple	28.000	No cumple

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Jacha Mauri y Río Tujsa Jahuirá					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	750.000	0.750	Ligera	643.000	0.643	Ninguno
pH		6,5 - 8,4	7.770	7.770	Cumple	8.050	8.050	Cumple
TDS	mg/l	2000.00	787.030	787.030	Cumple	553.240	553.240	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	176.820	4.972	Cumple	131.176	3.689	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	0.576	0.576	Cumple	0.206	0.206	Cumple
NH ₃	mg/l	5.00	0.876	0.876	Cumple	0.725	0.725	Cumple
P	mg/l	2.00	0.280	0.280	Cumple	0.692	0.692	Cumple
Ca	me/l	20.00	93.440	4.663	Cumple	50.668	2.528	Cumple
Mg	me/l	5.00	12.170	1.001	Cumple	10.940	0.900	Cumple
Na	me/l	40.00	93.150	4.052	Cumple	68.947	2.999	Cumple
As	mg/l	0.10	0.015	0.015	Cumple	0.029	0.029	Cumple
B	mg/l	2.00	0.800	0.800	Cumple	0.487	0.487	Cumple
Cd	mg/l	0.01	0.003	0.003	Cumple	< 0.0001	0.000	Cumple
Cu	mg/l	0.20	0.067	0.067	Cumple	0.012	0.012	Cumple
Cr	mg/l	0.10	< 0.091	0.091	Cumple	0.009	0.009	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10	< 0.0039	0.004	Cumple	< 0.0031	0.003	Cumple
Fe	mg/l	5.00	0.587	0.587	Cumple	< 0.07	0.070	Cumple
Mn	mg/l	0.20	0.271	0.271	No cumple	< 0.01	0.010	Cumple
Ni	mg/l	0.20	< 0.053	0.053	Cumple	0.029	0.029	Cumple
Pb	mg/l	5.00	0.007	0.007	Cumple	< 0.0034	0.003	Cumple
Zn	mg/l	2.00	0.044	0.044	Cumple	< 0.01	0.010	Cumple
RAS		9.00	2.408	2.408	Ninguno	2.291	2.291	Ninguno
Colif Term	No./ml	10000.00	60.000	6000.000	Cumple	28.000	2800.000	Cumple

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁ METRO	UNIDAD	Río Jacha Mauri y Río Tujsa Jahuirá					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	750.000	0.750	Ligera	643.000	0.643	Ninguno
RAS		2.408	2.408	Ninguno	2.291	2.291	Ninguno

Conductividad
RAS
Limite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media
Baja
C2 - S1
BAJA

Moderada
Baja
C2 - S1
BAJA

PD-15 Río Desaguadero Aguallamaya. Jesús de Machaca. Ingavi. La Paz

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	9.000	mg/l	<10	Cumple	≤50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	9.105		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple
Turbidez	7.500	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	931.333	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	7.750	mg/l	< 10	Cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	336.917	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	278.600	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.027	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.040	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	56.833	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	43.083	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	230.983	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	1.603	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.033	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Niquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	98.667	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		< 30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HÚMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	12.200	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	9.214		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple
Turbidez	7.200	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	895.500	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	4.400	mg/l	< 10	Cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	309.300	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	255.700	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0.05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.020	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.022	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	62.767	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	35.967	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	198.867	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0.05 c Ag		0.05 c Ag		0.05 c Ag		0.05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	1.542	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.017	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	84.800	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<5000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	9.000	Cumple	12.200	Cumple
pH		6,5 - 9,5	9.105	Cumple	9.214	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	7.500	No cumple	7.200	No cumple
TDS	mg/l	1000	931.333	Cumple	895.500	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	336.917	No cumple	309.300	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	278.600	Cumple	255.700	Cumple
Dureza	mg/l	500				
NO ₃ ⁻	mg/l	10				
Na	mg/l	200	230.983	No cumple	198.867	Cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	1.603	No cumple	1.542	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	2				
Cr	mg/l	0.05				
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.033	Cumple	0.017	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	9.000	Cumple	9.333	Cumple
Cond	μS/cm	1500	1855.500	No cumple	1738.250	No cumple
pH		6,5 - 9,0	9.105	No cumple	9.133	No cumple
Turb	FTU	5	7.500	No cumple	5.667	No cumple
TDS	mg/l	1000	931.333	Cumple	872.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	336.917	No cumple	336.775	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	278.600	Cumple	272.125	Cumple
Alk	mg/l	370	96.533	Cumple	90.850	Cumple
Dureza	mg/l	500				
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45				
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	230.983	No cumple	223.550	No cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	1.603	No cumple	1.518	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	1				
Cr total	mg/l	0.05				
Fe total	mg/l	0.3	0.033	Cumple	0.025	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01				
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Desaguadero					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1855.500	1.856	Ligera	1767.333	1.767	Ligera
pH		6,5 - 8,4	9.105	9.105	No cumple	9.214	9.214	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	931.333	931.333	Cumple	895.500	895.500	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	336.917	9.475	Cumple	309.300	8.698	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00	0.040	0.040	Cumple	0.022	0.022	Cumple
Ca	me/l	20.00	56.833	2.836	Cumple	62.767	3.132	Cumple
Mg	me/l	5.00	43.083	3.543	Cumple	35.967	2.958	Cumple
Na	me/l	40.00	230.983	10.047	Cumple	198.867	8.650	Cumple
As	mg/l	0.10						
B	mg/l	2.00	1.603	1.603	Cumple	1.542	1.542	Cumple
Cd	mg/l	0.01						
Cu	mg/l	0.20						
Cr	mg/l	0.10						
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.033	0.033	Cumple	0.017	0.017	Cumple
Mn	mg/l	0.20						
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00						
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	5.626	5.626	Ligera	4.957	4.957	Ligera
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁMETRO	UNIDAD	Río Desaguadero					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	1855.500	1.856	Ligera	1767.333	1.767	Ligera
RAS		5.626	5.626	Ligera	4.957	4.957	Ligera

Conductividad
RAS
Limite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

PAD-16 Río Desaguadero Chutokhollo. Jesús de Machaca. Ingavi. La Paz

CLASIFICACIÓN LEY 1333

		ÉPOCA SECA								
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	2.000	mg/l	≤10	Cumple	≤50	Cumple	≤100	Cumple	≤200	Cumple
pH	8.410		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	14.000	UNT	< 10	No cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	1401.667	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	36.250	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	621.300	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	No cumple	500	No cumple
Sulfatos	336.950	mg/l	300 c.SO4	No cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.033	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.065	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	131.117	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	21.500	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	387.300	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	0.270	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.050	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	101.750	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		< 30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		< 40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HUMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	6.200	mg/l	<10	Cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.406		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	34.750	UNT	< 10	No cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	865.600	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	119.000	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	323.240	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	218.060	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0,02		0,1		0,2		0,2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	≤ 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.064	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.072	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0,1		0,1		0,5		1	
Calcio	100.980	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	16.280	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	205.580	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	0.305	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0,005		0,005		0,005		0,005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.020	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	100.300	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0,3		1	
Detergentes		mg/l	0,5		0,5		0,5		0,5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		≤1000 y < 200 en 80% de las muestras		≤5000 y < 1000 en 80% de las muestras		≤50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	2.000	Cumple	6.200	Cumple
pH		6,5 - 9,5	8.410	Cumple	8.406	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	14.000	No cumple	34.750	No cumple
TDS	mg/l	1000	1401.667	No cumple	865.600	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	621.300	No cumple	323.240	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	336.950	Cumple	218.060	Cumple
Dureza	mg/l	500				
NO ₃ ⁻	mg/l	10				
Na	mg/l	200	387.300	No cumple	205.580	No cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	0.270	Cumple	0.305	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	2				
Cr	mg/l	0.05				
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.050	Cumple	0.020	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	2.000	Cumple	6.200	Cumple
Cond	µS/cm	1500	2768.333	No cumple	1718.400	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.410	Cumple	8.406	Cumple
Turb	FTU	5	14.000	No cumple	34.750	No cumple
TDS	mg/l	1000	1401.667	No cumple	865.600	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	621.300	No cumple	323.240	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	336.950	Cumple	218.060	Cumple
Alk	mg/l	370	134.700	Cumple	161.060	Cumple
Dureza	mg/l	500				
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45				
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	387.300	No cumple	205.580	No cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	0.270	Cumple	0.305	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	1				
Cr total	mg/l	0.05				
Fe total	mg/l	0.3	0.050	Cumple	0.020	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01				
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Desaguadero					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	μS/cm	3.00	2768.333	2.768	Ligera	1718.400	1.718	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.410	8.410	No cumple	8.406	8.406	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	1401.667	1401.667	Cumple	865.600	865.600	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	621.300	17.472	Cumple	323.240	9.090	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00	0.065	0.065	Cumple	0.072	0.072	Cumple
Ca	me/l	20.00	131.117	6.543	Cumple	100.980	5.039	Cumple
Mg	me/l	5.00	21.500	1.768	Cumple	16.280	1.339	Cumple
Na	me/l	40.00	387.300	16.846	Cumple	205.580	8.942	Cumple
As	mg/l	0.10						
B	mg/l	2.00	0.270	0.270	Cumple	0.305	0.305	Cumple
Cd	mg/l	0.01						
Cu	mg/l	0.20						
Cr	mg/l	0.10						
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.050	0.050	Cumple	0.020	0.020	Cumple
Mn	mg/l	0.20						
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00						
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	8.264	8.264	Ligera	5.008	5.008	Ligera
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁMETRO	UNIDAD	Río Desaguadero					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	μS/cm	2768.333	2.768	Ligera	1718.400	1.718	Ligera
RAS		8.264	8.264	Ligera	5.008	5.008	Ligera

Conductividad
RAS
Límite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Elevada
Baja
C4 - S2
MEDIA

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

PD-17 Río Desaguadero Nazacara. Jesús de Machaca. Ingavi. La Paz

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	10.000	mg/l	<10	Cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.957		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	6.750	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	939.667	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	12.325	mg/l	< 10	No cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	325.467	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	271.017	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	≤ 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.035	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.017	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	60.650	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	41.467	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	230.267	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	1.462	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.083	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	105.167	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0,3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HÚMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	17.200	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	9.418		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple	6,0 a 9,0	No cumple
Turbidez	9.500	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	921.800	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	10.340	mg/l	< 10	No cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	328.500	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	239.140	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.035	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.022	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	60.720	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	40.480	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	214.280	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	1.435	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.000	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	105.800	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Acetes y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	10.000	Cumple	17.200	No cumple
pH		6,5 - 9,5	8.957	Cumple	9.418	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	6.750	No cumple	9.500	No cumple
TDS	mg/l	1000	939.667	Cumple	921.800	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	325.467	No cumple	328.500	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	271.017	Cumple	239.140	Cumple
Dureza	mg/l	500				
NO ₃ ⁻	mg/l	10				
Na	mg/l	200	230.267	No cumple	214.280	No cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	1.462	No cumple	1.435	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	2				
Cr	mg/l	0.05				
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.083	Cumple	0.000	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	10.000	Cumple	17.200	No cumple
Cond	µS/cm	1500	1856.500	No cumple	1839.000	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.957	Cumple	9.418	No cumple
Turb	FTU	5	6.750	No cumple	9.500	No cumple
TDS	mg/l	1000	939.667	Cumple	921.800	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	325.467	No cumple	328.500	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	271.017	Cumple	239.140	Cumple
Alk	mg/l	370	98.917	Cumple	95.920	Cumple
Dureza	mg/l	500				
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45				
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	230.267	No cumple	214.280	No cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	1.462	No cumple	1.435	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	1				
Cr total	mg/l	0.05				
Fe total	mg/l	0.3	0.083	Cumple	0.000	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01				
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

			Río Desaguadero					
PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1856.500	1.857	Ligera	1839.000	1.839	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.957	8.957	No cumple	9.418	9.418	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	939.667	939.667	Cumple	921.800	921.800	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	325.467	9.153	Cumple	328.500	9.238	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00	0.017	0.017	Cumple	0.022	0.022	Cumple
Ca	me/l	20.00	60.650	3.026	Cumple	60.720	3.030	Cumple
Mg	me/l	5.00	41.467	3.410	Cumple	40.480	3.329	Cumple
Na	me/l	40.00	230.267	10.016	Cumple	214.280	9.321	Cumple
As	mg/l	0.10						
B	mg/l	2.00	1.462	1.462	Cumple	1.435	1.435	Cumple
Cd	mg/l	0.01						
Cu	mg/l	0.20						
Cr	mg/l	0.10						
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.083	0.083	Cumple	0.000	0.000	Cumple
Mn	mg/l	0.20						
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00						
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	5.583	5.583	Ligera	5.227	5.227	Ligera
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

			Río Desaguadero				
PARÁMETRO	UNIDAD		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA	
Cond	µS/cm	1856.500	1.857	Ligera	1839.000	1.839	Ligera
RAS		5.583	5.583	Ligera	5.227	5.227	Ligera

Conductividad
 RAS
 Límite de clasificación
 Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
 Baja
C3 - S1
BAJA

Media elevada
 Baja
C3 - S1
BAJA

PAD-18 Río Khillhuiri Copa Pujo Pampa. Caquiaviri. Pacajes. La Paz

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg PVI	0.000	mg/l	<10	Cumple	≤50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.420		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	213.000	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	No cumple	10000	No cumple
Total sólidos disueltos	330.800	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	493.850	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	31.740	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	146.780	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.140	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.090	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0,1		0,1		0,5		1	
Calcio	88.440	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	6.780	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	29.920	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	0.232	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.050	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Niquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	99.520	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HÚMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	4.400	mg/l	<10	Cumple	≤50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.492		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	274.333	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	No cumple	< 200 < 10000	No cumple
Total sólidos disueltos	332.800	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	636.760	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	29.740	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	143.940	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.248	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.120	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	88.660	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	8.360	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	26.920	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	0.327	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.025	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	94.800	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Khillhuiri			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	0.000	Cumple	4.400	Cumple
pH		6,5 - 9,5	8.420	Cumple	8.492	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	213.000	No cumple	274.333	No cumple
TDS	mg/l	1000	330.800	Cumple	332.800	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	31.740	Cumple	29.740	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	146.780	Cumple	143.940	Cumple
Dureza	mg/l	500				
NO ₃ ⁻	mg/l	10				
Na	mg/l	200	29.920	Cumple	26.920	Cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	0.232	Cumple	0.327	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	2				
Cr	mg/l	0.05				
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.050	Cumple	0.025	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Khillhuiri			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	0.000	Cumple	4.400	Cumple
Cond	µS/cm	1500	652.800	Cumple	660.800	Cumple
pH		6,5 - 9,0	8.420	Cumple	8.492	Cumple
Turb	FTU	5	213.000	No cumple	274.333	No cumple
TDS	mg/l	1000	330.800	Cumple	332.800	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	31.740	Cumple	29.740	Cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	146.780	Cumple	143.940	Cumple
Alk	mg/l	370	183.460	Cumple	163.880	Cumple
Dureza	mg/l	500				
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45				
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	29.920	Cumple	26.920	Cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	0.232	Cumple	0.327	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	1				
Cr total	mg/l	0.05				
Fe total	mg/l	0.3	0.050	Cumple	0.025	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01				
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Khillhuiri					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	652.800	0.653	Ninguno	660.800	0.661	Ninguno
pH		6,5 - 8,4	8.420	8.420	No cumple	8.492	8.492	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	330.800	330.800	Cumple	332.800	332.800	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	31.740	0.893	Cumple	29.740	0.836	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00	0.090	0.090	Cumple	0.120	0.120	Cumple
Ca	me/l	20.00	88.440	4.413	Cumple	88.660	4.424	Cumple
Mg	me/l	5.00	6.780	0.558	Cumple	8.360	0.688	Cumple
Na	me/l	40.00	29.920	1.301	Cumple	26.920	1.171	Cumple
As	mg/l	0.10						
B	mg/l	2.00	0.232	0.232	Cumple	0.327	0.327	Cumple
Cd	mg/l	0.01						
Cu	mg/l	0.20						
Cr	mg/l	0.10						
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.050	0.050	Cumple	0.025	0.025	Cumple
Mn	mg/l	0.20						
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00						
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	0.826	0.826	Ninguno	0.732	0.732	Ninguno
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁ METRO	UNIDAD	Río Khillhuiri					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	652.800	0.653	Ninguno	660.800	0.661	Ninguno
RAS		0.826	0.826	Ninguno	0.732	0.732	Ninguno

Conductividad
RAS
Limite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Moderada
Baja
C2 - S1
BAJA

Moderada
Baja
C2 - S1
BAJA

PD-19 Río Desaguadero En puente Calacoto. Calacoto. Pacajes

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg PVI	7.000	mg/l	<10	Cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.751		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	19.517	UNT	< 10	No cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	1077.920	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	91.050	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	Cumple
Cloruros	355.200	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	278.400	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos	0.205	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.010	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.038	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.117	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	68.780	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	39.280	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	268.360	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.150	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	1.249	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.000	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto	0.050	mg/l	0,1 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple
Cobre	0.000	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.010	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.050	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso	0.100	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	0.050	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.020	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.030	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño	0.500	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.000	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	93.329	% Sat	>80% sat	No cumple	>70% sat	No cumple	>60% sat	No cumple	>50% sat	No cumple
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		< 30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		< 40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HUMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	13.800	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.781		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	70.500	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	Cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	1095.778	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	84.771	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	Cumple
Cloruros	420.375	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	No cumple	500	Cumple
Sulfatos	307.363	mg/l	300 c.SO4	No cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	0.001	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	0.395	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.017	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.050	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.034	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	83.875	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	36.213	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	286.913	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0.2 c Al		0.5 c Al		1.0 c Al		1.0 c Al	
Plata	<0,1	mg/l	0.05 c Ag	Cumple	0.05 c Ag	Cumple	0.05 c Ag	Cumple	0.05 c Ag	Cumple
Arsénico	0.055	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	1.139	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.043	mg/l	0.005	No cumple	0.005	No cumple	0.005	No cumple	0.005	No cumple
Cobalto	0.040	mg/l	0.1 c. Co	Cumple	0.2 c. Co	Cumple	0.2 c. Co	Cumple	0.2 c. Co	Cumple
Cobre	0.000	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.010	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.017	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	0.008	mg/l	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple
Manganeso	0.050	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	0.040	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.020	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.020	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño	0.450	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.000	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	92.500	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	7.000	Cumple	13.800	Cumple
pH		6,5 - 9,5	8.751	Cumple	8.781	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	19.517	No cumple	70.500	No cumple
TDS	mg/l	1000	1077.920	No cumple	1095.778	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	355.200	No cumple	420.375	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	278.400	Cumple	307.363	Cumple
Dureza	mg/l	500	30.000	Cumple	28.850	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10	0.205	Cumple	0.395	Cumple
Na	mg/l	200	288.360	No cumple	286.913	No cumple
As	mg/l	0.05	0.150	No cumple	0.055	No cumple
B	mg/l	0.3	1.249	No cumple	1.139	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.000	Cumple	0.043	No cumple
Cu	mg/l	2	0.000	Cumple	0.000	Cumple
Cr	mg/l	0.05	0.010	Cumple	0.010	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.050	Cumple	0.017	Cumple
Hg	mg/l	0.001			0.008	No cumple
Mn	mg/l	0.1	0.100	Cumple	0.050	Cumple
Ni	mg/l	0.02	0.050	No cumple	0.040	No cumple
Pb	mg/l	0.05	0.020	Cumple	0.020	Cumple
Zn	mg/l	5	0.000	Cumple	0.000	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	7.000	Cumple	13.800	Cumple
Cond	µS/cm	1500	2046.635	No cumple	2109.000	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.751	Cumple	8.781	Cumple
Turb	FTU	5	19.517	No cumple	70.500	No cumple
TDS	mg/l	1000	1077.920	No cumple	1095.778	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	355.200	No cumple	420.375	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	278.400	Cumple	307.363	Cumple
Alk	mg/l	370	110.090	Cumple	100.413	Cumple
Dureza	mg/l	500	30.000	Cumple	28.850	Cumple
CN ⁻	mg/l	0.07			0.001	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	45	0.205	Cumple	0.395	Cumple
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1	0.010	Cumple	0.017	Cumple
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	288.360	No cumple	286.913	No cumple
As	mg/l	0.05	0.150	No cumple	0.055	No cumple
B	mg/l	0.3	1.249	No cumple	1.139	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.000	Cumple	0.043	No cumple
Cu	mg/l	1	0.000	Cumple	0.000	Cumple
Cr total	mg/l	0.05	0.010	Cumple	0.010	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.050	Cumple	0.017	Cumple
Hg	mg/l	0.001			0.008	No cumple
Mn	mg/l	0.1	0.100	Cumple	0.050	Cumple
Ni	mg/l	0.05	0.050	Cumple	0.040	Cumple
Pb	mg/l	0.01	0.020	No cumple	0.020	No cumple
Sb	mg/l	0.005	0.030	No cumple	0.020	No cumple
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5			0.000	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

			Río Desaguadero					
PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	2046.635	2.047	Ligera	2109.000	2.109	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.751	8.751	No cumple	8.781	8.781	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	1077.920	1077.920	Cumple	1095.778	1095.778	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	355.200	9.989	Cumple	420.375	11.822	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	0.205	0.205	Cumple	0.395	0.395	Cumple
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00	0.117	0.117	Cumple	0.034	0.034	Cumple
Ca	me/l	20.00	68.780	3.432	Cumple	83.875	4.185	Cumple
Mg	me/l	5.00	39.280	3.230	Cumple	36.213	2.978	Cumple
Na	me/l	40.00	268.360	11.673	Cumple	286.913	12.480	Cumple
As	mg/l	0.10	0.150	0.007	Cumple	0.055	0.055	Cumple
B	mg/l	2.00	1.249	1.249	Cumple	1.139	1.139	Cumple
Cd	mg/l	0.01	0.000	0.000	Cumple	0.043	0.043	No cumple
Cu	mg/l	0.20	0.000	0.000	Cumple	0.000	0.000	Cumple
Cr	mg/l	0.10	0.010	0.010	Cumple	0.010	0.010	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.050	0.050	Cumple	0.017	0.017	Cumple
Mn	mg/l	0.20	0.100	0.100	Cumple	0.050	0.050	Cumple
Ni	mg/l	0.20	0.050	0.050	Cumple	0.040	0.040	Cumple
Pb	mg/l	5.00	0.020	0.020	Cumple	0.020	0.020	Cumple
Zn	mg/l	2.00	0.000	0.000	Cumple	0.000	0.000	Cumple
RAS		9.00	6.396	6.396	Ligera	6.594	6.594	Ligera
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

			Río Desaguadero					
PARÁ METRO	UNIDAD		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm		2046.635	2.047	Ligera	2109.000	2.109	Ligera
RAS			6.396	6.396	Ligera	6.594	6.594	Ligera

Conductividad
RAS
Limite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

PD-20 Ríos Mauri-Desaguadero Confluencia. Calacoto. Pacajes

CLASIFICACIÓN LEY 1333

Parámetro	Valor	Unidad	ÉPOCA SECA							
			CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	7.660		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		10000	
Total sólidos disueltos	1186.000	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros	329.650	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	276.250	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	43.150	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	39.450	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	265.950	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.137	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	0.900	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente	< 0.015	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.040	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso	0.200	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Niquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Ácidos y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HÚMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	8.800		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez		UNT	< 10		< 50		< 100 < 2000		< 200 < 10000	
Total sólidos disueltos	711.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos		mg/l	< 10		30		< 50		100	
Cloruros		mg/l	250		300		400		500	
Sulfatos		mg/l	300 c. SO4		400 c. SO4		400 c. SO4		400 c. SO4	
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio		mg/l	200		300		300		400	
Magnesio		mg/l	100 c. Mg.		100 c. Mg.		150 c. Mg.		150 c. Mg.	
Sodio		mg/l	200		200		200		200	
Aluminio		mg/l	0.2 c Al		0.5 c Al		1.0 c Al		1.0 c Al	
Plata		mg/l	0.05 c Ag		0.05 c Ag		0.05 c Ag		0.05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro		mg/l	1,0 c. B		1,0 c. B		1,0 c. B		1,0 c. B	
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0.1 c. Co		0.2 c. Co		0.2 c. Co		0.2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble		mg/l	0,3 c Fe		0,3 c Fe		1,0 c Fe		1,0 c Fe	
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Ríos Mauri-Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
pH		6,5 - 9,5	7.660	Cumple	8.800	Cumple
Turb	FTU	<1,0				
TDS	mg/l	1000	1186.000	No cumple	711.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	329.650	No cumple		
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	276.250	Cumple		
Dureza	mg/l	500	325.000	Cumple		
NO ₃ ⁻	mg/l	10				
Na	mg/l	200	265.950	No cumple		
As	mg/l	0.05	0.137	No cumple		
B	mg/l	0.3	0.900	No cumple		
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	2				
Cr	mg/l	0.05				
Cr+6	mg/l	0.05	< 0.015	Cumple		
Fe	mg/l	0.3	0.040	Cumple		
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1	0.200	No cumple		
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Ríos Mauri-Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
Cond	µS/cm	1500	1906.649	No cumple	1456.000	Cumple
pH		6,5 - 9,0	7.660	Cumple	8.800	Cumple
Turb	FTU	5				
TDS	mg/l	1000	1186.000	No cumple	711.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	329.650	No cumple		
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	276.250	Cumple		
Alk	mg/l	370	132.200	Cumple		
Dureza	mg/l	500	325.000	Cumple		
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45				
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	265.950	No cumple		
As	mg/l	0.05	0.137	No cumple		
B	mg/l	0.3	0.900	No cumple		
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	1				
Cr total	mg/l	0.05				
Fe total	mg/l	0.3	0.040	Cumple		
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1	0.200	No cumple		
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01				
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

			Ríos Mauri-Desaguadero					
PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1906.649	1.907	Ligera	1456.000	1.456	Ligera
pH		6,5 - 8,4	7.660	7.660	Cumple	8.800	8.800	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	1186.000	1186.000	Cumple	711.000	711.000	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	329.650	9.270	Cumple			
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00						
Ca	me/l	20.00	43.150	2.153	Cumple			
Mg	me/l	5.00	39.450	3.244	Cumple			
Na	me/l	40.00	265.950	11.568	Cumple			
As	mg/l	0.10	0.137	0.137	No cumple			
B	mg/l	2.00	0.900	0.900	Cumple			
Cd	mg/l	0.01						
Cu	mg/l	0.20						
Cr	mg/l	0.10						
Cr+6	mg/l	0.10	< 0.015	0.015	Cumple			
Fe	mg/l	5.00	0.040	0.040	Cumple			
Mn	mg/l	0.20	0.200	0.200	Cumple			
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00						
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	7.042	7.042	Ligera			
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

			Ríos Mauri-Desaguadero					
PARÁ METRO	UNIDAD		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm		1906.649	1.907	Ligera	1456.000	1.456	Ligera
RAS			7.042	7.042	Ligera			

Conductividad
RAS
Límite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

Media elevada

PAD-21 Río Khañu Jesús de Machaca. Ingavi. La Paz

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	2.000	mg/l	<10	Cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.318		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	298.667	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	No cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	3147.938	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	No cumple	1500	No cumple
Total sólidos suspendidos	272.733	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	1677.002	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	No cumple	500	No cumple
Sulfatos	244.076	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos	0.620	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco	0.968	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	Cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	0.240	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.210	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	161.042	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	16.870	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	1015.100	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	0.840	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	<0,049	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	<0,091	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.332	mg/l	0,3 c Fe	No cumple	0,3 c Fe	No cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso	0.936	mg/l	0,5 c.Mn	No cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	<0,053	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio	<0,0015	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	98.750	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅	1.280	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	<30	Cumple
DQO		mg/l	< 5	Cumple	< 10	Cumple	<40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.580	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	No cumple	1	Cumple
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes	40.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	Cumple	200 en 80% de las muestras	Cumple	1000 en 80% de las muestras	Cumple	5000 en 80% de las muestras	Cumple

			ÉPOCA HÚMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	9.000	mg/l	<10	Cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.140		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	312.500	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	No cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	3323.333	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	No cumple	1500	No cumple
Total sólidos suspendidos	828.400	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	1823.833	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	No cumple	500	No cumple
Sulfatos	264.233	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.077	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.173	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	242.367	mg/l	200	No cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	17.600	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	953.433	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0.2 c Al		0.5 c Al		1.0 c Al		1.0 c Al	
Plata		mg/l	0.05 c Ag		0.05 c Ag		0.05 c Ag		0.05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	0.779	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0.1 c. Co		0.2 c. Co		0.2 c. Co		0.2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.100	mg/l	0.3 c Fe	Cumple	0.3 c Fe	Cumple	1.0 c Fe	Cumple	1.0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	96.667	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Khañu			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	2.000	Cumple	9.000	Cumple
pH		6,5 - 9,5	8.318	Cumple	8.140	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	298.667	No cumple	312.500	No cumple
TDS	mg/l	1000	3147.938	No cumple	3323.33	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	1677.002	No cumple	1823.833	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	244.076	Cumple	264.233	Cumple
Dureza	mg/l	500	55.050	Cumple		
NO ₃ ⁻	mg/l	10	0.620	Cumple		
Na	mg/l	200	1015.100	No cumple	953.433	No cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	0.840	No cumple	0.779	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	2	<0.049	Cumple		
Cr	mg/l	0.05	<0.091	No cumple		
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.332	No cumple	0.100	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1	0.936	No cumple		
Ni	mg/l	0.02	<0.053	No cumple		
Pb	mg/l	0.05				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	40.000			

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Khañu			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	2.000	Cumple	9.000	Cumple
Cond	µS/cm	1500	6152.000	No cumple	6626.667	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.318	Cumple	8.140	Cumple
Turb	FTU	5	298.667	No cumple	312.500	No cumple
TDS	mg/l	1000	3147.938	No cumple	3323.333	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	1677.002	No cumple	1823.833	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	244.076	Cumple	264.233	Cumple
Alk	mg/l	370	174.790	Cumple	166.400	Cumple
Dureza	mg/l	500	55.050	Cumple		
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45	0.620	Cumple		
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5	0.968	No cumple		
Na	mg/l	200	1015.100	No cumple	953.433	No cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	0.840	No cumple	0.779	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	1	<0.049	Cumple		
Cr total	mg/l	0.05	<0.091	Cumple		
Fe total	mg/l	0.3	0.332	No cumple	0.100	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1	0.936	No cumple		
Ni	mg/l	0.05	<0.053	Cumple		
Pb	mg/l	0.01				
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01	<0.0015	Cumple		
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	40.000	No cumple		

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Khañu					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	μS/cm	3.00	6152.000	6.152	Severa	6626.667	6.627	Severa
pH		6,5 - 8,4	8.318	8.318	Cumple	8.140	8.140	Cumple
TDS	mg/l	2000.00	3147.938	3147.938	No cumple	3323.333	3323.333	No cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	1677.002	47.160	No cumple	1823.833	51.289	No cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	0.620	0.620	Cumple			
NH ₃	mg/l	5.00	0.968	0.968	Cumple			
P	mg/l	2.00	0.210	0.210	Cumple	0.173	0.173	Cumple
Ca	me/l	20.00	161.042	8.036	Cumple	242.367	12.094	Cumple
Mg	me/l	5.00	16.870	1.387	Cumple	17.600	1.447	Cumple
Na	me/l	40.00	1015.100	44.154	No cumple	953.433	41.472	No cumple
As	mg/l	0.10						
B	mg/l	2.00	0.840	0.840	Cumple	0.779	0.779	Cumple
Cd	mg/l	0.01						
Cu	mg/l	0.20	<0,049	0.049	Cumple			
Cr	mg/l	0.10	<0,091	0.091	Cumple			
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.332	0.332	Cumple	0.100	0.100	Cumple
Mn	mg/l	0.20	0.936	0.936	No cumple			
Ni	mg/l	0.20	<0,053	0.053	Cumple			
Pb	mg/l	5.00						
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	20.341	20.341	Severa	15.938	15.938	Severa
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁMETRO	UNIDAD	Río Khañu					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	μS/cm	6152.000	6.152	Severa	6626.667	6.627	Severa
RAS		20.341	20.341	Severa	15.938	15.938	Severa

Conductividad
RAS
Límite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Muy elevada
Elevado
C5 - S4
MUY ELEVADO

Muy elevada
Media
C5 - S3
ELEVADO

PD-22 Río Desaguadero Ulloma. Santiago de Callapa. Pacajes. La Paz

CLASIFICACIÓN LEY 1333

Parámetro	Valor	Unidad	ÉPOCA SECA							
			CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	5.000	mg/l	<10	Cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.656		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	21.750	UNT	< 10	No cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	906.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	49.500	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	320.520	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	214.520	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.032	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.096	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	58.780	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	31.400	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	221.360	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	1.998	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0,005		0,005		0,005		0,005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.040	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Niquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	97.800	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

ÉPOCA HUMEDA										
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	10.667	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.373		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	46.000	UNT	< 10	No cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	944.000	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	331.267	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	365.433	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	209.200	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.050	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.140	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	64.900	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	31.900	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	220.467	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico		mg/l	0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.		0,05 c. As.	
Boro	2.177	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio		mg/l	0.005		0.005		0.005		0.005	
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre		mg/l	0,05 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu		1,0 c. Cu	
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.200	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso		mg/l	0,5 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn		1,0 c.Mn	
Níquel		mg/l	0,05 c. Ni		0,05 c. Ni		0,5 c. Ni		0,5 c. Ni	
Plomo		mg/l	0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,05 c. Pb		0,1 c. Pb	
Antimonio		mg/l	0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb		0,01 c. Sb	
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc		mg/l	0,2 c. Zn		0,2 c. Zn		5,0 c. Zn		5,0 c. Zn	
Oxígeno disuelto	101.333	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<5000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	5.000	Cumple	10.667	Cumple
pH		6,5 - 9,5	8.656	Cumple	8.373	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	21.750	No cumple	46.000	No cumple
TDS	mg/l	1000	906.000	Cumple	944.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	320.520	No cumple	365.433	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	214.520	Cumple	209.200	Cumple
Dureza	mg/l	500				
NO ₃ ⁻	mg/l	10				
Na	mg/l	200	221.360	No cumple	220.467	No cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	1.998	No cumple	2.177	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	2				
Cr	mg/l	0.05				
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.040	Cumple	0.200	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.02				
Pb	mg/l	0.05				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	5.000	Cumple	10.667	Cumple
Cond	µS/cm	1500	1796.600	No cumple	1879.667	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.656	Cumple	8.373	Cumple
Turb	FTU	5	21.750	No cumple	46.000	No cumple
TDS	mg/l	1000	906.000	Cumple	944.000	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	320.520	No cumple	365.433	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	214.520	Cumple	209.200	Cumple
Alk	mg/l	370	114.500	Cumple	113.100	Cumple
Dureza	mg/l	500				
CN ⁻	mg/l	0.07				
NO ₃ ⁻	mg/l	45				
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	221.360	No cumple	220.467	No cumple
As	mg/l	0.05				
B	mg/l	0.3	1.998	No cumple	2.177	No cumple
Cd	mg/l	0.005				
Cu	mg/l	1				
Cr total	mg/l	0.05				
Fe total	mg/l	0.3	0.040	Cumple	0.200	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1				
Ni	mg/l	0.05				
Pb	mg/l	0.01				
Sb	mg/l	0.005				
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5				
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Desaguadero					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1796.600	1.797	Ligera	1879.667	1.880	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.656	8.656	No cumple	8.373	8.373	Cumple
TDS	mg/l	2000.00	906.000	906.000	Cumple	944.000	944.000	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	320.520	9.013	Cumple	365.433	10.277	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00	0.096	0.096	Cumple	0.140	0.140	Cumple
Ca	me/l	20.00	58.780	2.933	Cumple	64.900	3.239	Cumple
Mg	me/l	5.00	31.400	2.582	Cumple	31.900	2.623	Cumple
Na	me/l	40.00	221.360	9.629	Cumple	220.467	9.590	Cumple
As	mg/l	0.10						
B	mg/l	2.00	1.998	1.998	Cumple	2.177	2.177	No cumple
Cd	mg/l	0.01						
Cu	mg/l	0.20						
Cr	mg/l	0.10						
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.040	0.040	Cumple	0.200	0.200	Cumple
Mn	mg/l	0.20						
Ni	mg/l	0.20						
Pb	mg/l	5.00						
Zn	mg/l	2.00						
RAS		9.00	5.798	5.798	Ligera	5.601	5.601	Ligera
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁMETRO	UNIDAD	Río Desaguadero					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	1796.600	1.797	Ligera	1879.667	1.880	Ligera
RAS		5.798	5.798	Ligera	5.601	5.601	Ligera

Conductividad
RAS
Límite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

**PAD-23 Río Caranquillas Después confluencias ríos Sulloma y Jaruma. Afluentes al Río
Desaguadero. Calacoto. Pacajes**

CLASIFICACIÓN LEY 1333

		ÉPOCA SECA								
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	12.500	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.372		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	132.500	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	609.276	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	207.233	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	201.379	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	128.576	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos	0.630	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco	0.880	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	Cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	0.268	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.234	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	67.599	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	7.656	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	141.620	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.009	mg/l	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple
Boro	0.496	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba	Cumple	1,0 c Ba	Cumple	2,0 c Ba	Cumple	5,0 c Ba	Cumple
Cadmio	0.002	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple
Cobre	0.048	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.005	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	0.005	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.275	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	0.000	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	0.278	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	< 0.053	mg/l	0,05 c, Ni	Cumple	0,05 c, Ni	Cumple	0,5 c, Ni	Cumple	0,5 c, Ni	Cumple
Plomo	0.012	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	< 0.001	mg/l	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple
Selenio	< 0.0015	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c, Se	Cumple
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc	0.034	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	95.320	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅	1.200	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	<30	Cumple
DQO	4.000	mg/l	< 5	Cumple	< 10	No cumple	<40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.122	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	Cumple	1	Cumple
Detergentes	0.090	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	10.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	Cumple	200 en 80% de las muestras	Cumple	1000 en 80% de las muestras	Cumple	5000 en 80% de las muestras	Cumple

			ÉPOCA HÚMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	16.500	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.208		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	350.667	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	Cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	598.750	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	379.550	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	263.158	mg/l	250	No cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	158.082	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	< 0.02	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	< 0.09	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	< 0.07	mg/l	≠ 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco	0.850	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	Cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	0.578	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.213	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros	< 0.05	mg/l	0.1	Cumple	0.1	Cumple	0.5	Cumple	1	Cumple
Calcio	84.142	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	10.200	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	147.523	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.013	mg/l	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple
Boro	0.554	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.000	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	0.019	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	< 0.0031	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	< 0.0031	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.306	mg/l	0,3 c Fe	No cumple	0,3 c Fe	No cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	< 0.0001	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	0.228	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Niquel	0.029	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.009	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	< 0.001	mg/l	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple
Selenio	< 0.0001	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño	< 0.05	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.066	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	96.955	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5	< 1	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	<30	Cumple
DQO	4.770	mg/l	< 5	Cumple	< 10	Cumple	<40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	1.711	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	No cumple	1	No cumple
Detergentes	< 0.023	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	2000.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	No cumple	<1000 y < 200 en 80% de las muestras	No cumple	<5000 y < 1000 en 80% de las muestras	No cumple	<5000 y < 5000 en 80% de las muestras	Cumple

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Caranguillas			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	12.500	Cumple	16.500	No cumple
pH		6,5 - 9,5	8.372	Cumple	8.208	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	132.500	No cumple	350.667	No cumple
TDS	mg/l	1000	609.276	Cumple	598.750	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	201.379	Cumple	263.158	No cumple
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	128.576	Cumple	158.082	Cumple
Dureza	mg/l	500	200.180	Cumple	218.200	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10	0.630	Cumple	< 0.09	No cumple
Na	mg/l	200	141.620	Cumple	147.523	Cumple
As	mg/l	0.05	0.009	Cumple	0.013	Cumple
B	mg/l	0.3	0.496	No cumple	0.554	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.002	Cumple	0.000	Cumple
Cu	mg/l	2	0.048	Cumple	0.019	Cumple
Cr	mg/l	0.05	0.005	Cumple	< 0.0031	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05	0.005	Cumple	< 0.0031	Cumple
Fe	mg/l	0.3	0.275	Cumple	0.306	No cumple
Hg	mg/l	0.001	0.000	Cumple	< 0.0001	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.278	No cumple	0.228	No cumple
Ni	mg/l	0.02	< 0.053	No cumple	0.029	No cumple
Pb	mg/l	0.05	0.012	Cumple	0.009	Cumple
Zn	mg/l	5	0.034	Cumple	0.066	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	10.000	No cumple	2000.000	No cumple

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Caranguillas			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	12.500	Cumple	16.500	No cumple
Cond	µS/cm	1500	1156.200	Cumple	1080.500	Cumple
pH		6,5 - 9,0	8.372	Cumple	8.208	Cumple
Turb	FTU	5	132.500	No cumple	350.667	No cumple
TDS	mg/l	1000	609.276	Cumple	598.750	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	201.379	Cumple	263.158	No cumple
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	128.576	Cumple	158.082	Cumple
Dureza	mg/l	500	200.180	Cumple	218.200	Cumple
Alk	mg/l	370	121.099	Cumple	117.067	Cumple
CN ⁻	mg/l	0.07			< 0.02	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	45	0.630	Cumple	< 0.09	Cumple
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1			< 0.07	Cumple
NH ₃	mg/l	0.5	0.880	No cumple	0.850	No cumple
Na	mg/l	200	141.620	Cumple	147.523	Cumple
As	mg/l	0.05	0.009	Cumple	0.013	Cumple
B	mg/l	0.3	0.496	No cumple	0.554	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.002	Cumple	0.000	Cumple
Cu	mg/l	1	0.048	Cumple	0.019	Cumple
Cr total	mg/l	0.05	0.005	Cumple	< 0.0031	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.275	Cumple	0.306	No cumple
Hg	mg/l	0.001	0.000	Cumple	< 0.0001	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.278	No cumple	0.228	No cumple
Ni	mg/l	0.05	< 0.053	Cumple	0.029	Cumple
Pb	mg/l	0.01	0.012	No cumple	0.009	Cumple
Sb	mg/l	0.005	< 0.001	Cumple	< 0.001	Cumple
Se	mg/l	0.01	< 0.0015	Cumple	< 0.0001	Cumple
Zn	mg/l	5	0.034	Cumple	0.066	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	10.000	No cumple	2000.000	No cumple

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Caranguillas					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1156.200	1.156	Ligera	1080.500	1.081	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.372	8.372	Cumple	8.208	8.208	Cumple
TDS	mg/l	2000.00	609.276	609.276	Cumple	598.750	598.750	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	201.379	5.663	Cumple	263.158	7.400	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	0.630	0.630	Cumple	< 0.09	0.090	Cumple
NH ₃	mg/l	5.00	0.880	0.880	Cumple	0.850	0.850	Cumple
P	mg/l	2.00	0.234	0.234	Cumple	0.213	0.213	Cumple
Ca	me/l	20.00	67.599	3.373	Cumple	84.142	4.199	Cumple
Mg	me/l	5.00	7.656	0.630	Cumple	10.200	0.839	Cumple
Na	me/l	40.00	141.620	6.160	Cumple	147.523	6.417	Cumple
As	mg/l	0.10	0.009	0.009	Cumple	0.013	0.013	Cumple
B	mg/l	2.00	0.496	0.496	Cumple	0.554	0.554	Cumple
Cd	mg/l	0.01	0.002	0.002	Cumple	0.000	0.000	Cumple
Cu	mg/l	0.20	0.048	0.048	Cumple	0.019	0.019	Cumple
Cr	mg/l	0.10	0.005	0.005	Cumple	< 0.0031	0.003	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10	0.005	0.005	Cumple	< 0.0031	0.003	Cumple
Fe	mg/l	5.00	0.275	0.275	Cumple	0.306	0.306	Cumple
Mn	mg/l	0.20	0.278	0.278	No cumple	0.228	0.228	No cumple
Ni	mg/l	0.20	< 0.053	0.053	Cumple	0.029	0.029	Cumple
Pb	mg/l	5.00	0.012	0.012	Cumple	0.009	0.009	Cumple
Zn	mg/l	2.00	0.034	0.034	Cumple	0.066	0.066	Cumple
RAS		9.00	4.354	4.354	Ligera	4.043	4.043	Ligera
Colif Term	No./ml	10000.00	10.000	1000.000	Cumple	2000.000	200000.000	No cumple

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁ METRO	UNIDAD	Río Caranguillas					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	1156.200	1.156	Ligera	1080.500	1.081	Ligera
RAS		4.354	4.354	Ligera	4.043	4.043	Ligera

Conductividad
RAS
Limite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

PD-24 Río Desaguadero Puente Japonés. Calacoto. Pacajes

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	13.500	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.491		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	54.133	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	926.836	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	412.567	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	335.536	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	218.364	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	<0.02	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	0.400	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.003	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco	0.980	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	Cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	0.208	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.199	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	62.595	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	29.945	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	223.663	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata	<0.01	mg/l	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple
Arsénico	0.041	mg/l	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple
Boro	2.172	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.001	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto	0.050	mg/l	0,1 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple
Cobre	0.013	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.051	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	< 0.0039	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.187	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	0.006	mg/l	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple
Manganeso	0.064	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	2.355	mg/l	0,05 c. Ni	No cumple	0,05 c. Ni	No cumple	0,5 c. Ni	No cumple	0,5 c. Ni	No cumple
Plomo	0.018	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.020	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio	< 0.0015	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño	0.400	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.030	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	93.691	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅	1.490	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	<30	Cumple
DQO	4.000	mg/l	< 5	Cumple	< 10	Cumple	<40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.433	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	No cumple	1	Cumple
Detergentes	0.288	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	0.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	Cumple	200 en 80% de las muestras	Cumple	1000 en 80% de las muestras	Cumple	5000 en 80% de las muestras	Cumple

			ÉPOCA HÚMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	19.500	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.430		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	246.750	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	No cumple	< 200 < 10000	No cumple
Total sólidos disueltos	895.150	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	1069.557	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	351.509	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	183.921	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	0.002	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	0.483	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.014	mg/l	≤ 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco	0.870	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	Cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	0.277	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.143	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros	0.092	mg/l	0.1	Cumple	0.1	Cumple	0.5	Cumple	1	Cumple
Calcio	68.642	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	24.262	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	222.256	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata	0.000	mg/l	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple
Arsénico	0.082	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	2.273	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.000	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto	0.040	mg/l	0,1 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple
Cobre	0.015	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.002	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	< 0.0031	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.571	mg/l	0,3 c Fe	No cumple	0,3 c Fe	No cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	< 0.0001	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	0.311	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	0.047	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.024	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.025	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio	0.000	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño	0.277	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.066	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	90.584	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5	<1	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	<30	Cumple
DQO	<4	mg/l	< 5	Cumple	< 10	Cumple	<40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.244	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	Cumple	1	Cumple
Detergentes	< 0.023	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	920.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	No cumple	<1000 y < 200 en 80% de las muestras	No cumple	<5000 y < 1000 en 80% de las muestras	Cumple	<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	Cumple

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	13.500	Cumple	19.500	No cumple
pH		6,5 - 9,5	8.491	Cumple	8.430	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	54.133	No cumple	246.750	No cumple
TDS	mg/l	1000	926.836	Cumple	895.150	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	335.536	No cumple	351.509	No cumple
SO ₄ ⁻	mg/l	400	218.364	Cumple	183.921	Cumple
Dureza	mg/l	500	160.085	Cumple	69.317	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10	0.400	Cumple	0.483	Cumple
Na	mg/l	200	223.663	No cumple	222.256	No cumple
As	mg/l	0,05	0.041	Cumple	0.082	No cumple
B	mg/l	0,3	2.172	No cumple	2.273	No cumple
Cd	mg/l	0,005	0.001	Cumple	0.000	Cumple
Cu	mg/l	2	0.013	Cumple	0.015	Cumple
Cr	mg/l	0,05	0.051	No cumple	0.002	Cumple
Cr+6	mg/l	0,05	< 0.0039	Cumple	< 0.0031	Cumple
Fe	mg/l	0,3	0.187	Cumple	0.571	No cumple
Hg	mg/l	0,001	0.006	Cumple	< 0.0001	Cumple
Mn	mg/l	0,1	0.064	Cumple	0.311	No cumple
Ni	mg/l	0,02	2.355	No cumple	0.047	No cumple
Pb	mg/l	0,05	0.018	Cumple	0.024	Cumple
Zn	mg/l	5	0.030	Cumple	0.066	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	0.000	No cumple	920.000	No cumple

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	13.500	Cumple	19.500	No cumple
Cond	µS/cm	1500	1774.875	No cumple	1735.000	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.491	Cumple	8.430	Cumple
Turb	FTU	5	54.133	No cumple	246.750	No cumple
TDS	mg/l	1000	926.836	Cumple	895.150	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	335.536	No cumple	351.509	No cumple
SO ₄ ⁻	mg/l	400	218.364	Cumple	183.921	Cumple
Alk	mg/l	370	119.438	Cumple	118.296	Cumple
Dureza	mg/l	500	160.085	Cumple	69.317	Cumple
CN ⁻	mg/l	0,07	<0,02	Cumple	0,002	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	45	0.400	Cumple	0.483	Cumple
NO ₂ ⁻	mg/l	0,1	0.003	Cumple	0,014	Cumple
NH ₃	mg/l	0,5	0.980	No cumple	0.870	No cumple
Na	mg/l	200	223.663	No cumple	222.256	No cumple
As	mg/l	0,05	0.041	Cumple	0.082	No cumple
B	mg/l	0,3	2.172	No cumple	2.273	No cumple
Cd	mg/l	0,005	0.001	Cumple	0.000	Cumple
Cu	mg/l	1	0.013	Cumple	0.015	Cumple
Cr total	mg/l	0,05	0.051	No cumple	0.002	Cumple
Fe total	mg/l	0,3	0.187	Cumple	0.571	No cumple
Hg	mg/l	0,001	0.006	No cumple	< 0.0001	Cumple
Mn	mg/l	0,1	0.064	Cumple	0.311	No cumple
Ni	mg/l	0,05	2.355	No cumple	0.047	Cumple
Pb	mg/l	0,01	0.018	No cumple	0.024	No cumple
Sb	mg/l	0,005	0.020	No cumple	0.025	No cumple
Se	mg/l	0,01	< 0.0015	Cumple	0.000	Cumple
Zn	mg/l	5	0.030	Cumple	0.066	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	0.000	No cumple	920.000	No cumple

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

			Río Desaguadero					
PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1774.875	1.775	Ligera	1735.000	1.735	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.491	8.491	No cumple	8.430	8.430	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	926.836	926.836	Cumple	895.150	895.150	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	335.536	9.436	Cumple	351.509	9.885	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	0.400	0.400	Cumple	0.483	0.483	Cumple
NH ₃	mg/l	5.00	0.980	0.980	Cumple	0.870	0.870	Cumple
P	mg/l	2.00	0.199	0.199	Cumple	0.143	0.143	Cumple
Ca	me/l	20.00	62.595	3.123	Cumple	68.642	3.425	Cumple
Mg	me/l	5.00	29.945	2.463	Cumple	24.262	1.995	Cumple
Na	me/l	40.00	223.663	9.729	Cumple	222.256	9.668	Cumple
As	mg/l	0.10	0.041	0.041	Cumple	0.082	0.082	Cumple
B	mg/l	2.00	2.172	2.172	No cumple	2.273	2.273	No cumple
Cd	mg/l	0.01	0.001	0.001	Cumple	0.000	0.000	Cumple
Cu	mg/l	0.20	0.013	0.013	Cumple	0.015	0.015	Cumple
Cr	mg/l	0.10	0.051	0.051	Cumple	0.002	0.002	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10	< 0.0039	0.004	Cumple	< 0.0031	0.003	Cumple
Fe	mg/l	5.00	0.187	0.187	Cumple	0.571	0.571	Cumple
Mn	mg/l	0.20	0.064	0.064	Cumple	0.311	0.311	No cumple
Ni	mg/l	0.20	2.355	2.355	No cumple	0.047	0.047	Cumple
Pb	mg/l	5.00	0.018	0.018	Cumple	0.024	0.024	Cumple
Zn	mg/l	2.00	9.353	0.030	Cumple	5.377	0.066	Cumple
RAS		9.00	5.821	5.821	Ligera	5.821	5.821	Ligera
Colif Term	No./ml	10000.00	0.000	0.000	Cumple	920.000	92000.0	No cumple

CLASIFICACIÓN USDA

			Río Desaguadero				
PARÁ METRO	UNIDAD		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA	
Cond	µS/cm	1798.778	1.799	Ligera	1703.125	1.703	Ligera
RAS		5.801	5.801	Ligera	5.904	5.904	Ligera

Conductividad
RAS
Límite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

Media elevada
Baja
C3 - S1
BAJA

PAD-25 Río Kheto, aguas abajo Aguas abajo Patacamaya

CLASIFICACIÓN LEY 1333

Parámetro	Valor	Unidad	ÉPOCA SECA							
			CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	3.000	mg/l	<10	Cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.700		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	5.370	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	440.780	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	< 1.00	mg/l	< 10	Cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	26.520	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	67.290	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales		mg/l	0.02		0.1		0.2		0.2	
Nitratos	0.842	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco	0.644	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	Cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	0.760	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.080	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	49.450	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	16.510	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	67.500	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.033	mg/l	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple
Boro	1.040	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.002	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	< 0.049	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	< 0.091	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	0.005	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	0.353	mg/l	0,3 c Fe	No cumple	0,3 c Fe	No cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	0.035	mg/l	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple
Manganeso	0.516	mg/l	0,5 c.Mn	No cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	< 0.053	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.035	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	< 0.001	mg/l	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple
Selenio	< 0.0015	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño		mg/l	2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn		2,0 c. Sn	
Zinc	0.037	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO ₅	1.410	mg/l	< 2	Cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	<30	Cumple
DQO	< 4.00	mg/l	< 5	Cumple	< 10	Cumple	<40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.280	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	Cumple	1	Cumple
Detergentes	0.180	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	130.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	No cumple	200 en 80% de las muestras	Cumple	1000 en 80% de las muestras	Cumple	5000 en 80% de las muestras	Cumple

			ÉPOCA HUMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	65.000	mg/l	<10	No cumple	<50	No cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	7.910		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	800.000	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	No cumple	< 200 < 10000	No cumple
Total sólidos disueltos	203.520	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	809.917	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	13.472	mg/l	250	Cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	71.974	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	< 0.02	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	3.556	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.433	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco	1.241	mg/l	0,05 c NH3	No cumple	1 c NH3	No cumple	2 c NH3	Cumple	4 c NH3	Cumple
Nitrógeno	2.268	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.143	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros	< 0.05	mg/l	0.1	Cumple	0.1	Cumple	0.5	Cumple	1	Cumple
Calcio	33.891	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	13.702	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	21.451	mg/l	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple	200	Cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata		mg/l	0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag		0,05 c Ag	
Arsénico	0.009	mg/l	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple	0,05 c. As.	Cumple
Boro	0.359	mg/l	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple	1,0 c. B	Cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba	Cumple	1,0 c Ba	Cumple	2,0 c Ba	Cumple	5,0 c Ba	Cumple
Cadmio	0.000	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	0.015	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.006	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente	< 0.0031	mg/l	0,05 c. Cr. Total	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple	0,05 c. Cr. + 6	Cumple
Hierro soluble	1.198	mg/l	0,3 c Fe	No cumple	0,3 c Fe	No cumple	1,0 c Fe	No cumple	1,0 c Fe	No cumple
Mercurio	0.009	mg/l	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple
Manganeso	0.141	mg/l	0,5 c. Mn	Cumple	1,0 c. Mn	Cumple	1,0 c. Mn	Cumple	1,0 c. Mn	Cumple
Níquel	0.018	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.009	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	< 0.001	mg/l	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple	0,01 c. Sb	Cumple
Selenio	0.000	mg/l	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,01 c. Se	Cumple	0,05c. Se	Cumple
Estaño	< 0.05	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.049	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto		% Sat	>80% sat		>70% sat		>60% sat		>50% sat	
DBO5	2.463	mg/l	< 2	No cumple	< 5	Cumple	< 20	Cumple	<30	Cumple
DQO	7.772	mg/l	< 5	No cumple	< 10	Cumple	<40	Cumple	< 60	Cumple
Aceites y grasas	0.822	mg/l	Ausente	No cumple	Ausente	No cumple	0.3	No cumple	1	Cumple
Detergentes	< 0.023	mg/l	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple	0.5	Cumple
Coliformes Termotolerantes	8000.000	N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	No cumple	<1000 y < 200 en 80% de las muestras	No cumple	<5000 y < 1000 en 80% de las muestras	No cumple	<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	Cumple

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Kheto, aguas abajo			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	3.000	Cumple	65.000	No cumple
pH		6,5 - 9,5	8.700	Cumple	7.910	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	5.370	No cumple	800.000	No cumple
TDS	mg/l	1000	440.780	Cumple	203.520	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	26.520	Cumple	13.472	Cumple
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	67.290	Cumple	71.974	Cumple
Dureza	mg/l	500	217.200	Cumple	128.120	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10	0.842	Cumple	3.556	Cumple
Na	mg/l	200	67.500	Cumple	21.451	Cumple
As	mg/l	0.05	0.033	Cumple	0.009	Cumple
B	mg/l	0.3	1.040	No cumple	0.359	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.002	Cumple	0.000	Cumple
Cu	mg/l	2	< 0.049	Cumple	0.015	Cumple
Cr	mg/l	0.05	< 0.091	Cumple	0.006	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05	0.005	Cumple	< 0.0031	Cumple
Fe	mg/l	0.3	0.353	No cumple	1.198	No cumple
Hg	mg/l	0.001	0.035	No cumple	0.009	No cumple
Mn	mg/l	0.1	0.516	No cumple	0.141	No cumple
Ni	mg/l	0.02	< 0.053	No cumple	0.018	Cumple
Pb	mg/l	0.05	0.035	Cumple	0.009	Cumple
Zn	mg/l	5	0.037	Cumple	0.049	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	130.000	No cumple	8000.00	No cumple

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Kheto, aguas abajo			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	3.000	Cumple	65.000	No cumple
Cond	µS/cm	1500	697.000	Cumple	363.000	Cumple
pH		6,5 - 9,0	8.700	Cumple	7.910	Cumple
Turb	FTU	5	5.370	No cumple	800.000	No cumple
TDS	mg/l	1000	440.780	Cumple	203.520	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	26.520	Cumple	13.472	Cumple
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	67.290	Cumple	71.974	Cumple
Alk	mg/l	370	246.240	Cumple	103.093	Cumple
Dureza	mg/l	500	217.200	Cumple	128.120	Cumple
CN ⁻	mg/l	0.07			< 0.02	Cumple
NO ₂ ⁻	mg/l	45	0.842	Cumple	3.556	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	0.1			0.433	No cumple
NH ₃	mg/l	0.5	0.644	No cumple	1.241	No cumple
Na	mg/l	200	67.500	Cumple	21.451	Cumple
As	mg/l	0.05	0.033	Cumple	0.009	Cumple
B	mg/l	0.3	1.040	No cumple	0.359	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.002	Cumple	0.000	Cumple
Cu	mg/l	1	< 0.049	Cumple	0.015	Cumple
Cr total	mg/l	0.05	< 0.091	Cumple	0.006	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.353	No cumple	1.198	No cumple
Hg	mg/l	0.001	0.035	No cumple	0.009	No cumple
Mn	mg/l	0.1	0.516	No cumple	0.141	No cumple
Ni	mg/l	0.05	< 0.053	Cumple	0.018	Cumple
Pb	mg/l	0.01	0.035	No cumple	0.009	Cumple
Sb	mg/l	0.005	< 0.001	Cumple	< 0.001	Cumple
Se	mg/l	0.01	< 0.0015	Cumple	0.000	Cumple
Zn	mg/l	5	0.037	Cumple	0.049	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente	130.000	No cumple	8000.00	No cumple

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

			Río Kheto, aguas abajo					
PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	697.000	0.697	Ninguno	363.000	0.363	Ninguno
pH		6,5 - 8,4	8.700	8.700	No cumple	7.910	7.910	Cumple
TDS	mg/l	2000.00	440.780	440.780	Cumple	203.520	203.520	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	26.520	0.746	Cumple	13.472	0.379	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	0.842	0.842	Cumple	3.556	3.556	Cumple
NH ₃	mg/l	5.00	0.644	0.644	Cumple	1.241	1.241	Cumple
P	mg/l	2.00	0.080	0.080	Cumple	0.143	0.143	Cumple
Ca	me/l	20.00	49.450	2.468	Cumple	33.891	1.691	Cumple
Mg	me/l	5.00	16.510	1.358	Cumple	13.702	1.127	Cumple
Na	me/l	40.00	67.500	2.936	Cumple	21.451	0.933	Cumple
As	mg/l	0.10	0.033	0.033	Cumple	0.009	0.009	Cumple
B	mg/l	2.00	1.040	1.040	Cumple	0.359	0.359	Cumple
Cd	mg/l	0.01	0.002	0.002	Cumple	0.000	0.000	Cumple
Cu	mg/l	0.20	< 0.049	0.049	Cumple	0.015	0.015	Cumple
Cr	mg/l	0.10	< 0.091	0.091	Cumple	0.006	0.006	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10	0.005	0.005	Cumple	< 0.0031	0.003	Cumple
Fe	mg/l	5.00	0.353	0.353	Cumple	1.198	1.198	Cumple
Mn	mg/l	0.20	0.516	0.516	No cumple	0.141	0.141	Cumple
Ni	mg/l	0.20	< 0.053	0.053	Cumple	0.018	0.018	Cumple
Pb	mg/l	5.00	0.035	0.035	Cumple	0.009	0.009	Cumple
Zn	mg/l	2.00	0.037	0.037	Cumple	0.049	0.049	Cumple
RAS		9.00	2.123	2.123	Ninguno	0.786	0.786	Ninguno
Colif Term	No./ml	10000.00	130.000	13000.000	No cumple	8000.000	800000.00	No cumple

CLASIFICACIÓN USDA

		Río Kheto, aguas abajo					
PARÁMETRO	UNIDAD	ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	697.000	0.697	Ninguno	363.000	0.363	Ninguno
RAS		2.123	2.123	Ninguno	0.786	0.786	Ninguno

Conductividad
RAS
Limite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Moderada
Baja
C2 - S1
BAJA

Moderada
Baja
C2 - S1
BAJA

PD-26 Río Desaguadero Eucaliptus. Eucaliptus. Tomás Barrón. Oruro

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	5.000	mg/l	<10	Cumple	≤50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.467		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	91.000	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	946.600	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	1288.514	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	304.465	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	227.952	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	0.000	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.062	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.102	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	67.320	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	33.580	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	243.160	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata	0.000	mg/l	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple
Arsénico	0.341	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro		mg/l	1,0 c. B		1,0 c. B		1,0 c. B		1,0 c. B	
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.003	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	0.005	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.124	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	0.000	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	0.013	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	0.009	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.011	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.050	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño	0.302	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.002	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	104.800	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		< 30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		< 40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

ÉPOCA HUMEDA										
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	10.200	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.284		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	297.250	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	No cumple	< 200 < 10000	No cumple
Total sólidos disueltos	846.833	mg/l	1000	Cumple	1000	Cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	1668.376	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	279.652	mg/l	250	No cumple	300	Cumple	400	Cumple	500	Cumple
Sulfatos	181.060	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	0.000	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos		mg/l	20,0 c. NO3		30,0 c. NO3		50,0 c. NO3		50,0 c. NO3	
Nitritos		mg/l	< 1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N		1,0 c N	
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.146	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.080	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	66.367	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	23.817	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	203.600	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata	0.001	mg/l	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple
Arsénico	0.136	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro		mg/l	1,0 c. B		1,0 c. B		1,0 c. B		1,0 c. B	
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.001	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto		mg/l	0,1 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co		0,2 c. Co	
Cobre	0.003	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo		mg/l			0,6 c. Cr + 3		0,6 c. Cr + 3		1,1 c. Cr + 3	
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.192	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	0.000	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	0.035	mg/l	0,5 c. Mn	Cumple	1,0 c. Mn	Cumple	1,0 c. Mn	Cumple	1,0 c. Mn	Cumple
Níquel	0.004	mg/l	0,05 c. Ni	Cumple	0,05 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.020	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.045	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño	0.267	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.004	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	92.000	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	5.000	Cumple	10.200	Cumple
pH		6,5 - 9,5	8.467	Cumple	8.284	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	91.000	No cumple	297.250	No cumple
TDS	mg/l	1000	946.600	Cumple	846.833	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	304.465	No cumple	279.652	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	227.952	Cumple	181.060	Cumple
Dureza	mg/l	500				
NO ₃ ⁻	mg/l	10				
Na	mg/l	200	243.160	No cumple	203.600	No cumple
As	mg/l	0.05	0.341	No cumple	0.136	No cumple
B	mg/l	0.3				
Cd	mg/l	0.005	0.003	Cumple	0.001	Cumple
Cu	mg/l	2	0.005	Cumple	0.003	Cumple
Cr	mg/l	0.05				
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.124	Cumple	0.192	Cumple
Hg	mg/l	0.001	0.000	Cumple	0.000	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.013	Cumple	0.035	Cumple
Ni	mg/l	0.02	0.009	Cumple	0.004	Cumple
Pb	mg/l	0.05	0.011	Cumple	0.020	Cumple
Zn	mg/l	5	0.002	Cumple	0.004	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	5.000	Cumple	10.200	Cumple
Cond	µS/cm	1500	1884.167	No cumple	1624.048	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.467	Cumple	8.284	Cumple
Turb	FTU	5	91.000	No cumple	297.250	No cumple
TDS	mg/l	1000	946.600	Cumple	846.833	Cumple
Cl ⁻	mg/l	250	304.465	No cumple	279.652	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	227.952	Cumple	181.060	Cumple
Alk	mg/l	370	115.340	Cumple	102.417	Cumple
Dureza	mg/l	500				
CN ⁻	mg/l	0.07	0.000	Cumple	0.000	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	45				
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1				
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	243.160	No cumple	203.600	No cumple
As	mg/l	0.05	0.341	No cumple	0.136	No cumple
B	mg/l	0.3				
Cd	mg/l	0.005	0.003	Cumple	0.001	Cumple
Cu	mg/l	1	0.005	Cumple	0.003	Cumple
Cr total	mg/l	0.05				
Fe total	mg/l	0.3	0.124	Cumple	0.192	Cumple
Hg	mg/l	0.001	0.000	Cumple	0.000	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.013	Cumple	0.035	Cumple
Ni	mg/l	0.05	0.009	Cumple	0.004	Cumple
Pb	mg/l	0.01	0.011	No cumple	0.020	No cumple
Sb	mg/l	0.005	0.050	No cumple	0.045	No cumple
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5	0.002	Cumple	0.004	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Desaguadero					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1884.167	1.884	Ligera	1624.048	1.624	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.467	8.467	No cumple	8.284	8.284	Cumple
TDS	mg/l	2000.00	946.600	946.600	Cumple	846.833	846.833	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	304.465	8.562	Cumple	279.652	7.864	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00						
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00	0.102	0.102	Cumple	0.080	0.080	Cumple
Ca	me/l	20.00	67.320	3.359	Cumple	66.367	3.312	Cumple
Mg	me/l	5.00	33.580	2.762	Cumple	23.817	1.959	Cumple
Na	me/l	40.00	243.160	10.577	Cumple	203.600	8.856	Cumple
As	mg/l	0.10	0.341	0.341	No cumple	0.136	0.136	No cumple
B	mg/l	2.00						
Cd	mg/l	0.01	0.003	0.003	Cumple	0.001	0.001	Cumple
Cu	mg/l	0.20	0.005	0.005	Cumple	0.003	0.003	Cumple
Cr	mg/l	0.10						
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.124	0.124	Cumple	0.192	0.192	Cumple
Mn	mg/l	0.20	0.013	0.013	Cumple	0.035	0.035	Cumple
Ni	mg/l	0.20	0.009			0.004		
Pb	mg/l	5.00	0.011	0.011	Cumple	0.020	0.020	Cumple
Zn	mg/l	2.00	0.002	0.002	Cumple	0.004	0.004	Cumple
RAS		9.00	6.046	6.046	Ligera	5.456	5.456	Ligera
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁ METRO	UNIDAD	Río Desaguadero					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	1732.143	1.732	Ligera	1758.056	1.758	Ligera
RAS		5.759	5.759	Ligera	5.697	5.697	Ligera

Conductividad
RAS
 Límite de clasificación
 Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
 Baja
C3 - S1
BAJA

Media elevada
 Baja
C3 - S1
BAJA

PD-27 Río Desaguadero Chuquiña. Toledo. Saucari. Oruro

CLASIFICACIÓN LEY 1333

		ÉPOCA SECA								
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	8.817		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	174.000	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	No cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	1060.000	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	268.843	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	446.150	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	No cumple	500	Cumple
Sulfatos	197.752	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	0.051	mg/l	0.02	No cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	0.180	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.009	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	62.450	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	30.800	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	298.100	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata	0.000	mg/l	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple
Arsénico	0.112	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	3.513	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario	0.000	mg/l	1,0 c Ba	Cumple	1,0 c Ba	Cumple	2,0 c Ba	Cumple	5,0 c Ba	Cumple
Cadmio	0.036	mg/l	0,005	No cumple	0,005	No cumple	0,005	No cumple	0,005	No cumple
Cobalto	0.080	mg/l	0,1 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple
Cobre	0.015	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.455	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.383	mg/l	0,3 c Fe	No cumple	0,3 c Fe	No cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio	0.004	mg/l	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple	0,001 Hg.	No cumple
Manganeso	0.123	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	0.056	mg/l	0,05 c. Ni	No cumple	0,05 c. Ni	No cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.022	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.028	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño	0.150	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.016	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	91.000	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0,3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HUMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l		mg/l	<10		<50		<100		<200	
pH	8.404		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	201.500	UNT	< 10	No cumple	< 50	No cumple	< 100 < 2000	No cumple	< 200 < 10000	No cumple
Total sólidos disueltos	1215.000	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	1120.337	mg/l	< 10	No cumple	30	No cumple	< 50	No cumple	100	No cumple
Cloruros	476.013	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	No cumple	500	Cumple
Sulfatos	207.096	mg/l	300 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	0.004	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	0.525	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.020	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno		mg/l	5 c. N		12 c. N		12 c. N		12 c. N	
Fósforo		mg/l	0,4 c		0,5 c		1 c		1 c	
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	79.033	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	24.200	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	361.500	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata	0.005	mg/l	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple
Arsénico	0.324	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	4.544	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario	0.000	mg/l	1,0 c Ba	Cumple	1,0 c Ba	Cumple	2,0 c Ba	Cumple	5,0 c Ba	Cumple
Cadmio	0.002	mg/l	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple	0.005	Cumple
Cobalto	0.050	mg/l	0,1 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple
Cobre	0.012	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.503	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	1.203	mg/l	0,3 c Fe	No cumple	0,3 c Fe	No cumple	1,0 c Fe	No cumple	1,0 c Fe	No cumple
Mercurio	0.000	mg/l	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple	0,001 Hg.	Cumple
Manganeso	0.157	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Níquel	0.058	mg/l	0,05 c. Ni	No cumple	0,05 c. Ni	No cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.025	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.020	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño	0.200	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.030	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	88.000	% Sat	>80% sat	Cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		<1000 y < 200 en 80% de las muestras		<5000 y < 1000 en 80% de las muestras		<50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
pH		6,5 - 9,5	8.817	Cumple	8.404	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	174.000	No cumple	201.500	No cumple
TDS	mg/l	1000	1060.000	No cumple	1215.000	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	446.150	No cumple	476.013	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	197.752	Cumple	207.096	Cumple
Dureza	mg/l	500	19.000	Cumple	20.650	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10	0.180	Cumple	0.525	Cumple
Na	mg/l	200	298.100	No cumple	361.500	No cumple
As	mg/l	0.05	0.112	No cumple	0.324	No cumple
B	mg/l	0.3	3.513	No cumple	4.544	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.036	No cumple	0.002	Cumple
Cu	mg/l	2	0.015	Cumple	0.012	Cumple
Cr	mg/l	0.05	0.455	No cumple	0.503	No cumple
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.383	No cumple	1.203	No cumple
Hg	mg/l	0.001	0.004	No cumple	0.000	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.123	No cumple	0.157	No cumple
Ni	mg/l	0.02	0.056	No cumple	0.058	No cumple
Pb	mg/l	0.05	0.022	Cumple	0.025	Cumple
Zn	mg/l	5	0.016	Cumple	0.030	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15				
Cond	μS/cm	1500	1836.875	No cumple	2180.725	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.817	Cumple	8.404	Cumple
Turb	FTU	5	174.000	No cumple	201.500	No cumple
TDS	mg/l	1000	1060.000	No cumple	1215.000	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	446.150	No cumple	476.013	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	197.752	Cumple	207.096	Cumple
Alk	mg/l	370	169.700	Cumple	165.150	Cumple
Dureza	mg/l	500	19.000	Cumple	20.650	Cumple
CN ⁻	mg/l	0.07	0.051	Cumple	0.004	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	45	0.180	Cumple	0.525	Cumple
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1	0.009	Cumple	0.020	Cumple
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	298.100	No cumple	361.500	No cumple
As	mg/l	0.05	0.112	No cumple	0.324	No cumple
B	mg/l	0.3	3.513	No cumple	4.544	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.036	No cumple	0.002	Cumple
Cu	mg/l	1	0.015	Cumple	0.012	Cumple
Cr total	mg/l	0.05	0.455	No cumple	0.503	No cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.383	No cumple	1.203	No cumple
Hg	mg/l	0.001	0.004	No cumple	0.000	Cumple
Mn	mg/l	0.1	0.123	No cumple	0.157	No cumple
Ni	mg/l	0.05	0.056	No cumple	0.058	No cumple
Pb	mg/l	0.01	0.022	No cumple	0.025	No cumple
Sb	mg/l	0.005	0.028	No cumple	0.020	No cumple
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5	0.150	Cumple	0.200	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

			Río Desaguadero					
PARÁ METRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	1836.875	1.837	Ligera	2180.725	2.181	Ligera
pH		6,5 - 8,4	8.817	8.817	No cumple	8.404	8.404	No cumple
TDS	mg/l	2000.00	1060.000	1060.000	Cumple	1215.000	1215.000	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	446.150	12.546	Cumple	476.013	13.386	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	0.180	0.180	Cumple	0.525	0.525	Cumple
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00						
Ca	me/l	20.00	62.450	3.116	Cumple	79.033	3.944	Cumple
Mg	me/l	5.00	30.800	2.533	Cumple	24.200	1.990	Cumple
Na	me/l	40.00	298.100	12.967	Cumple	361.500	15.724	Cumple
As	mg/l	0.10	0.112	0.112	No cumple	0.324	0.324	No cumple
B	mg/l	2.00	3.513	3.513	No cumple	4.544	4.544	No cumple
Cd	mg/l	0.01	0.036	0.036	No cumple	0.002	0.002	Cumple
Cu	mg/l	0.20	0.015	0.015	Cumple	0.012	0.012	Cumple
Cr	mg/l	0.10	0.455	0.455	No cumple	0.503	0.503	No cumple
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.383	0.383	Cumple	1.203	1.203	Cumple
Mn	mg/l	0.20	0.123	0.123	Cumple	0.157	0.157	Cumple
Ni	mg/l	0.20	0.056	0.056	Cumple	0.058	0.058	Cumple
Pb	mg/l	5.00	0.022	0.022	Cumple	0.025	0.025	Cumple
Zn	mg/l	2.00	0.016	0.016	Cumple	0.030	0.030	Cumple
RAS		9.00	7.715	7.715	Ligera	9.129	9.129	Ligera
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

			Río Desaguadero					
PARÁ METRO	UNIDAD		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm		1836.875	1.837	Ligera	2180.725	2.181	Ligera
RAS			7.715	7.715	Ligera	9.129	9.129	Ligera

Conductividad
RAS
Límite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Media elevada
Baja
C3 - S2
MEDIA

Elevada
Media
C4 -S2
MEDIA

PD-28 Río Desaguadero Puente Español. Oruro. Cercado. Oruro

CLASIFICACIÓN LEY 1333

			ÉPOCA SECA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	10.000	mg/l	<10	Cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.627		6,0 a 8,5	No cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	8.400	UNT	< 10	Cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	10000	Cumple
Total sólidos disueltos	1247.429	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	12.020	mg/l	< 10	No cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	529.643	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	No cumple	500	No cumple
Sulfatos	314.757	mg/l	300 c. SO4	No cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	0.001	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	0.130	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.009	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.077	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.035	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	77.157	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	45.614	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	344.329	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata	< 0.01	mg/l	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple
Arsénico	0.243	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	2.709	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.020	mg/l	0.005	No cumple	0.005	No cumple	0.005	No cumple	0.005	No cumple
Cobalto	0.070	mg/l	0,1 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple
Cobre	0.000	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.000	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.057	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso	0.017	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Niquel	0.070	mg/l	0,05 c. Ni	No cumple	0,05 c. Ni	No cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.025	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.052	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño	0.197	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.000	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	76.371	% Sat	>80% sat	No cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO ₅		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0,3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		200 en 80% de las muestras		1000 en 80% de las muestras		5000 en 80% de las muestras	

			ÉPOCA HÚMEDA							
Parámetro	Valor	Unidad	CLASE A		CLASE B		CLASE C		CLASE D	
Color verdadero mg Pt/l	19.800	mg/l	<10	No cumple	<50	Cumple	<100	Cumple	<200	Cumple
pH	8.300		6,0 a 8,5	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple	6,0 a 9,0	Cumple
Turbidez	27.429	UNT	< 10	No cumple	< 50	Cumple	< 100 < 2000	Cumple	< 200 < 10000	Cumple
Total sólidos disueltos	1420.625	mg/l	1000	No cumple	1000	No cumple	1500	Cumple	1500	Cumple
Total sólidos suspendidos	10.175	mg/l	< 10	No cumple	30	Cumple	< 50	Cumple	100	Cumple
Cloruros	658.438	mg/l	250	No cumple	300	No cumple	400	No cumple	500	No cumple
Sulfatos	271.886	mg/l	300 c.SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple	400 c. SO4	Cumple
Cianuros totales	0.001	mg/l	0.02	Cumple	0.1	Cumple	0.2	Cumple	0.2	Cumple
Nitratos	0.440	mg/l	20,0 c. NO3	Cumple	30,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple	50,0 c. NO3	Cumple
Nitritos	0.038	mg/l	< 1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple	1,0 c N	Cumple
Amoniaco		mg/l	0,05 c NH3		1 c NH3		2 c NH3		4 c NH3	
Nitrógeno	0.036	mg/l	5 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple	12 c. N	Cumple
Fósforo	0.024	mg/l	0,4 c	Cumple	0,5 c	Cumple	1 c	Cumple	1 c	Cumple
Sulfuros		mg/l	0.1		0.1		0.5		1	
Calcio	90.638	mg/l	200	Cumple	300	Cumple	300	Cumple	400	Cumple
Magnesio	38.800	mg/l	100 c. Mg.	Cumple	100 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple	150 c. Mg.	Cumple
Sodio	396.013	mg/l	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple	200	No cumple
Aluminio		mg/l	0,2 c Al		0,5 c Al		1,0 c Al		1,0 c Al	
Plata	0.005	mg/l	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple	0,05 c Ag	Cumple
Arsénico	0.138	mg/l	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple	0,05 c. As.	No cumple
Boro	1.913	mg/l	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple	1,0 c. B	No cumple
Bario		mg/l	1,0 c Ba		1,0 c Ba		2,0 c Ba		5,0 c Ba	
Cadmio	0.035	mg/l	0.005	No cumple	0.005	No cumple	0.005	No cumple	0.005	No cumple
Cobalto	0.050	mg/l	0,1 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple	0,2 c. Co	Cumple
Cobre	0.000	mg/l	0,05 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple	1,0 c. Cu	Cumple
Cromo	0.000	mg/l			0,6 c. Cr + 3	Cumple	0,6 c. Cr + 3	Cumple	1,1 c. Cr + 3	Cumple
Cromo hexavalente		mg/l	0,05 c. Cr. Total		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6		0,05 c. Cr. + 6	
Hierro soluble	0.075	mg/l	0,3 c Fe	Cumple	0,3 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple	1,0 c Fe	Cumple
Mercurio		mg/l	0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.		0,001 Hg.	
Manganeso	0.014	mg/l	0,5 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple	1,0 c.Mn	Cumple
Niquel	0.060	mg/l	0,05 c. Ni	No cumple	0,05 c. Ni	No cumple	0,5 c. Ni	Cumple	0,5 c. Ni	Cumple
Plomo	0.026	mg/l	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,05 c. Pb	Cumple	0,1 c. Pb	Cumple
Antimonio	0.060	mg/l	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple	0,01 c. Sb	No cumple
Selenio		mg/l	0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,01 c. Se		0,05c. Se	
Estaño	0.343	mg/l	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple	2,0 c. Sn	Cumple
Zinc	0.000	mg/l	0,2 c. Zn	Cumple	0,2 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple	5,0 c. Zn	Cumple
Oxígeno disuelto	73.429	% Sat	>80% sat	No cumple	>70% sat	Cumple	>60% sat	Cumple	>50% sat	Cumple
DBO5		mg/l	< 2		< 5		< 20		<30	
DQO		mg/l	< 5		< 10		<40		< 60	
Aceites y grasas		mg/l	Ausente		Ausente		0.3		1	
Detergentes		mg/l	0.5		0.5		0.5		0.5	
Coliformes Termotolerantes		N/100 ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras		≤1000 y < 200 en 80% de las muestras		≤5000 y < 1000 en 80% de las muestras		≤50000 y < 5000 en 80% de las muestras	

CLASIFICACIÓN OMS (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE OMS	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	10.000	Cumple	19.800	No cumple
pH		6,5 - 9,5	8.627	Cumple	8.300	Cumple
Turb	FTU	< 1,0	8.400	No cumple	27.429	No cumple
TDS	mg/l	1000	1247.429	No cumple	1420.625	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	529.643	No cumple	658.438	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	314.757	Cumple	271.886	Cumple
Dureza	mg/l	500	22.300	Cumple	29.500	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10	0.130	Cumple	0.440	Cumple
Na	mg/l	200	344.329	No cumple	396.013	No cumple
As	mg/l	0.05	0.243	No cumple	0.138	No cumple
B	mg/l	0.3	2.709	No cumple	1.913	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.020	No cumple	0.035	No cumple
Cu	mg/l	2	0.000	Cumple	0.000	Cumple
Cr	mg/l	0.05	0.000	Cumple	0.000	Cumple
Cr+6	mg/l	0.05				
Fe	mg/l	0.3	0.057	Cumple	0.075	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1	0.017	Cumple	0.014	Cumple
Ni	mg/l	0.02	0.070	No cumple	0.060	No cumple
Pb	mg/l	0.05	0.025	Cumple	0.026	Cumple
Zn	mg/l	5	0.000	Cumple	0.000	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN NB-512 (AGUA POTABLE)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE NB-512	Río Desaguadero			
			ÉPOCA SECA		ÉPOCA HÚMEDA	
Color v	Pt/Co	15	10.000	Cumple	19.800	No cumple
Cond	µS/cm	1500	2488.571	No cumple	2792.500	No cumple
pH		6,5 - 9,0	8.627	Cumple	8.300	Cumple
Turb	FTU	5	8.400	No cumple	27.429	No cumple
TDS	mg/l	1000	1247.429	No cumple	1420.625	No cumple
Cl ⁻	mg/l	250	529.643	No cumple	658.438	No cumple
SO ₄ ⁼	mg/l	400	314.757	Cumple	271.886	Cumple
Alk	mg/l	370	131.614	Cumple	121.225	Cumple
Dureza	mg/l	500	22.300	Cumple	29.500	Cumple
CN ⁻	mg/l	0.07	0.001	Cumple	0.001	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	45	0.130	Cumple	0.440	Cumple
NO ₂ ⁻	mg/l	0.1	0.009	Cumple	0.038	Cumple
NH ₃	mg/l	0.5				
Na	mg/l	200	344.329	No cumple	396.013	No cumple
As	mg/l	0.05	0.243	No cumple	0.138	No cumple
B	mg/l	0.3	2.709	No cumple	1.913	No cumple
Cd	mg/l	0.005	0.020	No cumple	0.035	No cumple
Cu	mg/l	1	0.000	Cumple	0.000	Cumple
Cr total	mg/l	0.05	0.000	Cumple	0.000	Cumple
Fe total	mg/l	0.3	0.057	Cumple	0.075	Cumple
Hg	mg/l	0.001				
Mn	mg/l	0.1	0.017	Cumple	0.014	Cumple
Ni	mg/l	0.05	0.070	No cumple	0.060	No cumple
Pb	mg/l	0.01	0.025	No cumple	0.026	No cumple
Sb	mg/l	0.005	0.052	No cumple	0.060	No cumple
Se	mg/l	0.01				
Zn	mg/l	5	0.000	Cumple	0.000	Cumple
Colif Term	UFC/100 ml	Ausente				

CLASIFICACIÓN FAO - AGUA DE RIEGO

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE FAO	Río Desaguadero					
			ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	3.00	2488.571	2.489	Ligera	2792.500	2.793	Severa
pH		6,5 - 8,4	8.627	8.627	No cumple	8.300	8.300	Cumple
TDS	mg/l	2000.00	1247.429	1247.429	Cumple	1420.625	1420.63	Cumple
Cl ⁻	me/l	30.00	529.643	14.894	Cumple	658.438	18.516	Cumple
NO ₃ ⁻	mg/l	10.00	0.130	0.130	Cumple	0.440	0.440	Cumple
NH ₃	mg/l	5.00						
P	mg/l	2.00	0.035	0.035	Cumple	0.024	0.024	Cumple
Ca	me/l	20.00	77.157	3.850	Cumple	90.638	4.523	Cumple
Mg	me/l	5.00	45.614	3.751	Cumple	38.800	3.191	Cumple
Na	me/l	40.00	344.329	14.977	Cumple	396.013	17.225	Cumple
As	mg/l	0.10	0.243	0.243	No cumple	0.138	0.138	No cumple
B	mg/l	2.00	2.709	2.709	No cumple	1.913	1.913	Cumple
Cd	mg/l	0.01	0.020	0.020	No cumple	0.035	0.035	No cumple
Cu	mg/l	0.20	0.000	0.000	Cumple	0.000	0.000	Cumple
Cr	mg/l	0.10	0.000	0.000	Cumple	0.000	0.000	Cumple
Cr+6	mg/l	0.10						
Fe	mg/l	5.00	0.057	0.057	Cumple	0.075	0.075	Cumple
Mn	mg/l	0.20	0.017	0.017	Cumple	0.014	0.014	Cumple
Ni	mg/l	0.20	0.070	0.070	Cumple	0.060	0.060	Cumple
Pb	mg/l	5.00	0.025	0.025	Cumple	0.026	0.026	Cumple
Zn	mg/l	2.00	0.000	0.000	Cumple	0.000	0.000	Cumple
RAS		9.00	7.683	7.683	Ligera	8.771	8.771	Severa
Colif Term	No./ml	10000.00						

CLASIFICACIÓN USDA

PARÁMETRO	UNIDAD	Río Desaguadero					
		ÉPOCA SECA			ÉPOCA HÚMEDA		
Cond	µS/cm	2384.444	2.384	Ligera	3050.000	3.050	Severa
RAS		7.333	7.333	Ligera	9.551	9.551	Ligera

Conductividad
RAS
Límite de clasificación
Riesgo de alcalinidad por sodio

Elevada
Baja
C4 - S2
MEDIA

Elevada
Media
C4 - S2
MEDIA

ANEXO

CLASIFICACION DE LAS AGUAS

PM-01 Río Ancoaque, Túnel Kovire. Perú

Se encuentra en las nacientes del Río Mauri, en la zona altiplánica de la Sub Región Tacna, comprendida entre los 4250 y 4350 m snm. El punto de muestreo se encuentra cerca de la comunidad peruana Chillicolpa.

El túnel de Kovire deriva las aguas del río Ancoaque, que aguas arriba se une con el caudal proveniente de la laguna Vilacota, en las nacientes del río Maure. En la época seca, de acuerdo a los criterios de clasificación, según la ley 1333 las aguas se clasifican como Clase A, lo cual indica que son aptas para consumo humano tras una simple desinfección bacteriológica. En la época húmeda, las aguas no cumplen con el pH, las aguas han bajado en calidad pero aun son aguas que se pueden utilizar en varios fines, incluso para consumo humano.

De acuerdo a los criterios de la OMS, para la época seca no cumple para el arsénico. Para la época húmeda no cumple con el pH.

De acuerdo a los criterios de la NB-512, para la época seca, de acuerdo con los datos que se tienen son aguas que son aptas para consumo humano. Para la época húmeda, no cumple para el pH.

De acuerdo al criterio de la FAO, para la época seca es apta para uso agrícola y riego. Para la época húmeda, el pH es elevado y se deben utilizar con precaución.

De acuerdo al criterio de la USDA, en la época seca las aguas tienen una media conductividad eléctrica (C3) que significa salinidad media, es decir que se puede usar en el riego en la mayor parte de los suelos. Una RAS baja (S1) que significa aguas con poco sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y existe poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable. Para la época húmeda, las aguas tienen una media elevada conductividad eléctrica (C3) que significa una salinidad media a elevada, es decir debe usarse solamente en los suelos de permeabilidad moderada a buena. Una RAS baja (S1) que significa aguas con poco

sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y existe poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable.

PM-02 Río Maure, Aguas abajo de los baños Calachaca. Perú

Se encuentra en la zona altiplánica de la Sub Región Tacna, comprendida entre los 4250 y 4350 m.sn.m.

El punto de muestreo se encuentra cerca de las comunidades peruanas de Samuta e Incámoco. En Calachaca se encuentra un pequeño balneario construido por el ejército del Perú que aprovecha las aguas geotermales y luego las vierte hacia el Maure.

De acuerdo a los criterios de clasificación de la ley 1333, en la época seca las aguas tienen alto contenido de sodio, arsénico y boro (Clase D) y de cloruros (Clase C); en la época húmeda, el sodio, arsénico y boro, son de Clase D, lo que significa que estas aguas en ambas épocas son de calidad mínima.

De acuerdo a los criterios de la OMS y de la NB 512, para la época seca no cumple para los sólidos totales, cloruros, sodio y boro. Para la época húmeda no cumple los mismos parámetros que en la época seca y para el arsénico y el manganeso; por lo tanto son aguas no aptas para consumo humano.

De acuerdo al criterio de la FAO, en la época seca y en la época húmeda, los contenidos de boro y arsénico son muy elevados consiguientemente son aguas no aptas para riego.

De acuerdo al criterio de la USDA, en la época seca se clasifican como **C4-S2**: conductividad eléctrica media a elevada y cantidades medias de sodio que presentan un peligro apreciable en los suelos con contenido de mucha arcilla. Para la época húmeda, **C3-S4**: las aguas tienen una salinidad media a elevada, es decir debe usarse solamente en los suelos de permeabilidad moderada a buena. Una RAS elevada (S4) que significa aguas con cantidades elevadas de sodio, y que tendrán tendencias a producir acumulaciones peligrosas de sodio en la mayor parte de los suelos que no son yesosos.

PAM-03 Río Chiliculco, Chiliculco. Perú

Este río es un afluente al Mauri, se encuentra cerca de la estación hidrométrica de Challapalca, también cerca de las comunidades de Challapalca y Ancohuyo.

De acuerdo a los criterios de clasificación de la ley 1333, en la época seca son aguas de calidad mínima por su elevado contenido de pH y arsénico.

De acuerdo a los criterios de la OMS y de la NB-512, no son aptas para consumo humano por el alto contenido de arsénico y boro.

Son aguas que se deben usar con mucha precaución para riego por su contenido de pH y arsénico.

De acuerdo al criterio de la USDA, son aguas **C2-S1**: moderada conductividad eléctrica y RAS baja; que significa aguas con poco sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y existirá poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable.

En la época húmeda son aguas de buena calidad, aptas para riego y consumo animal, sin embargo para consumo humano se debe considerar el valor del boro. Son aguas de tipo **C2-S1**, se pueden usar en todos los suelos.

PM-04 Río Maure, Azancallani. Perú

Se encuentra cerca del río Ancomarca. En territorio boliviano, existe el distrito minero Catacora que influye al río Parinacota, que luego es denominado Ancomarca, el cual se une al río Mauri.

Para los criterios de clasificación de la ley 1333, de la Norma OMS y la NB 512, en la época seca y húmeda los altos contenidos de arsénico, sodio, boro, cloruros, mercurio, disminuyen su calidad y no son aptas para consumo humano.

De acuerdo al criterio de la FAO, para la época seca y para la época húmeda, los valores del pH, arsénico y boro y una RAS es severa nos indican que son aguas no aptas para riego.

De acuerdo al criterio de la USDA, tanto para la época seca y húmeda son aguas **C3-S2**: salinidad media a elevada, es decir debe usarse solamente en los suelos de permeabilidad moderada a buena y con cantidades medias de sodio que presentan un peligro apreciable en los suelos con contenido de mucha arcilla.

PM-05 Río Maure, Estación Frontera. Catacora. Gral. Pando

Se encuentra en la frontera entre Perú y Bolivia. Se encuentra cerca de la comunidad Cueva, en territorio peruano. Aquí también se encuentra la estación hidrométrica Frontera.

De acuerdo a los criterios de clasificación de la ley 1333, en la época seca y húmeda, no cumplen para el sodio, arsénico, boro, cloruros; son aguas de calidad mínima para consumo humano.

De acuerdo a los criterios de la OMS y de la NB 512, son aguas no potables por su elevado contenido de cloruros, sodio, arsénico y boro.

Por el criterio de la FAO, para la época seca y húmeda, por sus altos valores de pH y contenidos de boro y arsénico las aguas no son aptas para riego.

De acuerdo al criterio de la USDA, en la época seca las aguas son **C3-S2**; salinidad media a elevada y una RAS media, aguas con cantidades medias de sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y con precaución en los suelos con mucha arcilla.

Para la época húmeda, las aguas son **C3-S2** tienen una media elevada conductividad eléctrica que significa una salinidad media a elevada y una RAS media que significa aguas con cantidades medias de sodio que presentan un peligro apreciable en los suelos con contenido de mucha arcilla.

PAM-06 Río Caquena, Estación Abaroa. Charaña. Pacajes

Este río es un afluente al Mauri. Se encuentra cerca de la estación hidrométrica Abaroa en el municipio de Charaña, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz.

Aguas arriba a unos 3.5 km se encuentra el depósito metálico Las Vegas que contiene una asociación de oro y plata.

En la época seca y en la época húmeda son aguas de calidad mínima y no potables por las elevadas concentraciones de arsénico y boro, además de presencia de sales.

De acuerdo al criterio de la USDA, las aguas tienen elevada conductividad eléctrica (C3) que significa una salinidad media lo que hace que las aguas sean solamente aptas para cultivos tolerantes a la sal, una RAS media (S2) que significa aguas con cantidades medias de sodio, estas aguas pueden usarse muy bien en suelos de textura gruesa de buena permeabilidad.

PM-07 Río Mauri, Aguas arriba antes de la confluencia con el Río Caquena. Abaroa

Se encuentra en el municipio de Charaña, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz, cerca de la estación hidrométrica Abaroa en el Mauri. Se encuentra próximo a la comunidad Abaroa, Ayllu Pahaza.

De acuerdo con los criterios de clasificación de la ley 1333, para época seca, no cumplen para el sodio, arsénico, boro, cloruros y pH. En la época húmeda, las aguas no cumplen para el sodio, arsénico y boro. Consiguientemente para ambas épocas son de Clase D, lo que significa que son aguas de calidad mínima para consumo humano.

De acuerdo a los criterios de la OMS y de la NB 512, para la época seca no cumple para cloruros, sodio, arsénico, boro, cromo total, cromo hexavalente y manganeso. Para la época húmeda no cumple para los cloruros, sodio, arsénico, boro. Por lo tanto para ambas épocas se clasifica como agua no apta para consumo humano.

De acuerdo al criterio de la FAO, para la época seca, no cumple para el pH, arsénico, boro y la RAS es severa. Para la época húmeda, no cumple con el pH, y arsénico; la RAS es ligera. Entonces son aguas poco aptas para riego.

De acuerdo al criterio de la USDA, tanto para la época seca y húmeda las aguas tienen una media elevada conductividad eléctrica **C3** que significa una salinidad media a elevada, una RAS media **S2** en época seca y **S1** en época húmeda debidos a la dilución.

PM-08 Río Maure, Gral. Pérez. Pacajes-Bolivia

Se encuentra en el municipio de Calacoto, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz.

En este Punto no se ha podido encontrar datos de la época húmeda.

Según los criterios de clasificación, según la ley 1333 las aguas incumplen con los límites establecidos para la Clase D por el alto contenido de cloruros, boro y arsénico, son aguas de regular calidad.

De acuerdo a los criterios de la OMS y de la NB 512 no cumplen con los límites de los parámetros establecidos por dichas norma, sin embargo los datos obtenidos no son todos los que pide la norma. Sobre lo expuesto se clasificaría como agua no apta para consumo humano.

De acuerdo al criterio de la FAO, son aguas poco aptas para riego por su contenido de arsénico y boro.

De acuerdo al criterio de la USDA, **C2-S1**, las aguas tienen una salinidad moderada, es decir puede usarse para riego de todas las plantas menos de las más sensibles, cuando se cultivan en suelos de permeabilidad elevada a media, una RAS baja que significa aguas con poco sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y existe poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable.

PM-09 Río Mauri, Gral. Camacho. Pacajes

Se encuentra cerca de Calacoto, antes de la confluencia con el río Blanco, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz.

Se encuentran varios distritos mineros, tales como: San José de Berenguela, Marimarini, Pacocahua, Tatito Kholu, Manco Cápac, Berenguela, Imprevista, El Zorro, Anaconda, San Luis, Heil Hitler

En este Punto no se ha podido encontrar datos de la época húmeda.

Según la ley 1333 las aguas no cumplen con los límites establecidos, boro y arsénico, son aguas de baja calidad, aunque se requiere mayor número de parámetros para su clasificación.

Según los criterios de la OMS y de la NB 512 no cumplen para el boro y manganeso, entonces son aguas no aptas para consumo humano.

De acuerdo al criterio de la FAO, la RAS es ligera y puede considerarse aguas medio aptas para riego.

De acuerdo al criterio de la USDA, las aguas son C2-S1: salinidad moderada y aguas con poco sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y existirá poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable.

PAM-10 Río Blanco, Calacoto. Pacajes

Se encuentra en el municipio de Calacoto, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz.

Cerca del río Catacora que confluye al río Quencha Jahuirá, para formar aguas abajo el río Blanco, existe el depósito minero llamado Mantos Negros, que contiene una asociación de manganeso. También cerca de la quebrada Sara Khuchu, que confluye al río Jacha Jahuirá, que aguas abajo llega al río Blanco existe un distrito minero denominado Anallajchi.

En época seca, no cumplen para el arsénico y boro, también para el oxígeno disuelto, aceites y grasas y amoníaco, son aguas de Clase D, no son aptas para consumo humano. En la época húmeda, las aguas no cumplen para el arsénico, turbidez, sólidos totales suspendidos, amoníaco, sulfuros, aceites y grasas, por lo tanto son aguas de Clase D, aguas de calidad mínima.

Para los criterios de la OMS, para la época seca no cumple cloruros, sodio y boro, por consiguiente no son aptas para consumo humano. Para la época húmeda no cumple para los cloruros, sodio, arsénico, boro, manganeso, consiguientemente se clasifican para ambas épocas como agua no aptas para consumo humano.

De acuerdo a los criterios de la NB-512, para la época seca, no cumple para el amoníaco, arsénico, boro, cromo total, manganeso, níquel, coliformes termotolerantes. Para la época húmeda, no cumple para el color, turbidez, amoníaco, arsénico, boro, cadmio y coliformes termotolerantes. Entonces para ambas épocas son aguas no aptas para consumo humano.

De acuerdo al criterio de la FAO, para la época seca, no cumple para el pH y manganeso, son aguas que para riego se debe tomar con precauciones. Para la época húmeda son aguas aptas para riego.

De acuerdo al criterio de la USDA, son **C2-S1**, tanto para la época seca y húmeda las aguas son de salinidad moderada y RAS baja (S1) que significa aguas con poco sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos.

PM-11 Río Maure, Calacoto. Pacajes

Se encuentra en el municipio de Calacoto, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz. Se encuentra cerca de la estación hidrométrica de Calacoto, también cerca de la comunidad Calacoto.

Para la Ley 1333, son aguas de Clase D porque, para la época seca, no cumplen para el sodio, boro, mercurio, antimonio, cloruros y pH. En la época húmeda, las aguas no cumplen para el sodio, boro, cadmio, antimonio, aceites y grasas, cloruros, sulfuros, amoníaco.

De acuerdo a los criterios de la OMS y de la NB 512, para la época seca los valores de turbidez, arsénico, boro, cromo total, hierro, mercurio, manganeso, níquel, coliformes termotolerantes son superiores a los valores límite. Para la época húmeda el color, turbidez, cloruros, sodio, arsénico, boro, hierro, manganeso, níquel, coliformes termotolerantes. Consiguientemente se clasifica como agua no apta para consumo humano.

Los elevados contenidos de pH, boro y arsénico en la época seca y además de esos parámetros manganeso en la época húmeda indican que para riego son aguas de limitada calidad.

USDA clasifica a las aguas, tanto para la época seca como húmeda: **C3-S1**, es decir de salinidad media a elevada y RAS baja, es decir debe usarse solamente en los suelos de permeabilidad moderada a buena y son aguas con poco sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y existirá poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable.

PD-12 Río Desaguadero, Puente Internacional nuevo

Se encuentra entre la frontera de Perú y Bolivia.

De acuerdo con los criterios de clasificación de la ley 1333, tanto para la época seca y húmeda, los altos contenidos de boro, sodio, cloruros, mercurio y antimonio hacen que sean de Clase D: aguas de calidad mínima.

Los mismos parámetros hacen que para los criterios de la OMS y de la NB 512 sean aguas no potables.

De acuerdo al criterio de la FAO, son aguas aptas para riego, pero se debe considerar el valor del pH, ligeramente elevado y el de cadmio en la época húmeda.

Para el criterio de la USDA, tanto para la época seca y húmeda las aguas son **C3-S1** tienen una salinidad media a elevada y una RAS baja que significa aguas con poco sodio.

PAD-13 Río Lucuchata, Vado. Desaguadero. Ingavi. La Paz

Se encuentra en el municipio de Desaguadero, en la provincia Ingavi del departamento de La Paz. Es un afluente al río Desaguadero, que está cerca de las comunidades de Kealluma, San Pedro de Okorani y Yaurikorahua; en este sector se encuentra también un distrito minero denominado Guaqui-Caluyo.

Para los criterios de clasificación de la ley 1333, en época seca, son aguas de buena calidad. En la época húmeda, también se debe considerar como aguas de buena calidad a pesar de su contenido de sólidos en suspensión levemente superiores al límite de la Clase A.

De acuerdo a los criterios de la OMS, para la época seca el valor de la turbidez, baja su calidad. Para la época húmeda la turbidez y el contenido de boro hacen que no sea recomendable como agua potable.

Tanto en la época seca como la húmeda son aguas aptas para riego. Son aguas **C2-S1** es decir puede usarse para riego de todas las plantas menos de las más sensibles.

PAD-14 Río Jacha Mauri y Río Tujsa Jahuira, Chuncarcota. San Andrés de Machaca. Ingavi. La Paz

Se encuentra en el municipio de San Andrés de Machaca, en la provincia Ingavi del departamento de La Paz. Se encuentra cerca de la comunidad Chuncarcota de Machaca.

De acuerdo con los criterios de clasificación de la ley 1333, para época seca y húmeda, son aguas de clase B, porque el contenido de mercurio, turbidez y amonio baja su calidad.

No son aguas aptas para consumo humano por el contenido de color, turbidez, boro, hierro, mercurio, manganeso, níquel y coliformes termotolerantes.

Se pueden considerar aguas aptas para riego tanto en época seca como húmeda a pesar de la leve presencia de manganeso en la época seca, con un valor ligeramente superior al límite de la clasificación de la FAO.

Para la época seca y húmeda las aguas se clasifican como **C2-S1** tienen una moderada salinidad y una RAS baja.

PD-15 Río Desaguadero, Aguallamaya. Jesús de Machaca. Ingavi. La Paz

Se encuentra en el municipio de Jesús de Machaca, en la provincia Ingavi del departamento de La Paz. Se encuentra cerca de las comunidades Parina Aguallamaya y Rosa Pata.

De acuerdo con los criterios de clasificación de la ley 1333, en época seca, presentan altos valores para pH, cloruros, sodio, boro. Entonces son aguas de Clase D, no aptas para consumo humano. En la época húmeda, son altos los valores de cloruros, pH y boro, también son aguas de Clase D.

Para los criterios de la OMS y la NB 512, para la época seca y húmeda son altos los valores de turbidez, cloruros, sodio y boro, por consiguiente no son aptas para consumo humano.

Del criterio de la FAO, para ambas épocas: seca y húmeda, con la excepción del alto valor del pH, se puede considerar como agua aptas para riego.

Según el criterio de la USDA, tanto para la época seca y húmeda son aguas C3-S1, es decir tienen una media elevada conductividad eléctrica que significa una salinidad media a elevada, es decir debe usarse solamente en los suelos de permeabilidad

moderada a buena. Una RAS baja que significa aguas con poco sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y existe poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable.

PAD-16 Río Jacha Jahuira, Chutokhollo. Jesús de Machaca. Ingavi. La Paz

Se encuentra en el municipio de Jesús de Machaca, en la provincia Ingavi del departamento de La Paz. Es un afluente al río Desaguadero. Aguas arriba, en el río Jacha Jahuira le confluye el río Chuñus Jahuira, y por este sector existe el distrito minero San Silvestre.

De acuerdo con los criterios de clasificación de la ley 1333, para época seca y época húmeda tienen alto contenido de sales (sodio y cloruros) y sólidos disueltos y en suspensión, son aguas de Clase C, que pueden ser utilizadas en varias actividades.

De acuerdo a los criterios de la OMS y de la NB 512, en la época seca y la húmeda existen valores altos de turbidez, sólidos totales disueltos, cloruros y sodio, son aguas que con un tratamiento adecuado pueden ser potables.

De acuerdo al criterio de la FAO, se pueden considerar aguas aptas para riego, el muy leve valor superior del pH no influye en esta calificación.

Según el criterio de la USDA, para la época seca, **C4-S2**, las aguas tienen una elevada conductividad eléctrica que significa agua con salinidad elevada, es decir debe usarse para riego solamente en los suelos de buena permeabilidad y solo se cultivarán cosechas tolerantes a la sal. Una RAS media que significa aguas con cantidades medias de sodio que presentan un peligro apreciable en los suelos con contenido de mucha arcilla. Para la época húmeda son **C3-S1**, las aguas tienen una salinidad media a elevada, es decir debe usarse solamente en los suelos de permeabilidad moderada a buena. Una RAS baja: aguas con poco sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y existe poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable.

PD-17 Río Desaguadero, Nazacara. Jesús de Machaca. Ingavi. La Paz

Se encuentra en el municipio de Jesús de Machaca, en la provincia Ingavi del departamento de La Paz. Se encuentra cerca de la comunidad Nazacara.

De los criterios de clasificación de la ley 1333, para la época seca y húmeda, el contenido superior de el sodio y el boro, baja la calidad del agua, se pueden considerar como de Clase C.

De acuerdo a los criterios de la OMS y la NB 512, para la época seca y la época húmeda no son aguas potables por su contenido de boro, sodio y cloruros.

Para el criterio de la FAO, para la época seca y húmeda son aguas a las que el alto contenido de pH baja su aptitud como agua de riego.

De acuerdo al criterio de la USDA, para la época seca y húmeda son aguas **C3-S1**, las aguas tienen una salinidad media a elevada y una RAS baja: aguas con poco sodio.

PAD-18 Río Khillhuiri, Copa Pujo Pampa. Caquiaviri. Pacajes. La Paz

Se encuentra en el municipio de Caquiaviri, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz. Este río es un afluente al río Desaguadero. Se encuentra cerca de la comunidad Chocorosi.

Según los criterios de clasificación de la ley 1333, para la época seca y la húmeda, son aguas con alto contenido de sólidos suspendidos y por tanto de turbidez, pueden considerarse de Clase A es decir son aguas de buena calidad.

De acuerdo a los criterios de la OMS y la NB 512, para la época seca y para la época húmeda, eliminando el contenido de sólidos suspendidos pueden considerarse como aptas para consumo humano.

De acuerdo al criterio de la FAO, para la época seca y húmeda se presentan contenidos de pH muy levemente superior al límite establecido, se pueden considerar como aguas aptas para riego.

De acuerdo al criterio de la USDA, tanto para la época seca y húmeda se clasifican como C2-S1, es decir aguas con salinidad moderada y RAS baja (bajo contenido de sodio).

PD-19 Río Desaguadero, En puente Calacoto. Calacoto. Pacajes

Se encuentra en el municipio de Coro Coro, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz. Se encuentra también la estación hidrométrica de Calacoto.

Aproximadamente a unos 2.5 km aguas arriba de este punto en el río Desaguadero, confluye el río Pontesuelo, y cerca de las nacientes de este, donde se denomina río Ananta existe depósitos metálicos denominados Kallirpa, el cual contiene zinc, plomo, plata; también se encuentra Wila Kholu el cual contiene depósitos de cobre. Aguas abajo de estos depósitos se encuentra también el distrito minero Coro Coro y los siguientes depósitos metálicos: Pontenzuelo, conteniendo cobre y plata, Américas Unidas con depósitos de cobre, plomo y plata, Transvaal y Coro Coro depósitos de cobre, plomo, plata.

De acuerdo a los criterios de clasificación de la ley 1333, en la época seca y en la época húmeda, los altos contenidos de sodio, arsénico, boro, cadmio, antimonio y mercurio clasificarían a estas agua como de baja calidad: Clase D, no son aptas para consumo humano.

Para los criterios de la OMS, para la época seca y la húmeda, los altos contenidos de cloruros, boro, hierro, mercurio, níquel, hacen que sean aguas no aptas para consumo humano. Similarmente la NB 512 los clasifica como no potables.

Por el criterio de la FAO, para la época seca y la húmeda son aguas aptas para riego a pesar del leve valor superior del pH y de níquel en la época húmeda.

El criterio de la USDA, tanto para la época seca y húmeda clasifica a las aguas como **C3-S1**, tienen una salinidad media elevada y una RAS baja, es decir puede usarse para riego de todas las plantas menos de las más sensibles y son aguas con poco sodio.

PD-20 Ríos Mauri-Desaguadero, Confluencia. Calacoto. Pacajes

Se encuentra en el municipio de Calacoto, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz. En la confluencia del río Mauri con el Desaguadero.

Aproximadamente a 1.5 km confluye el río Lekhe Lekheni, el cual aguas arriba es denominado río Huaychuni, por este sector existe el distrito minero Coro Coro en el

cual existe los siguientes depósitos mineros Colas y Desmontes con depósitos de cobre.

Los criterios de clasificación de la ley 1333, en la época seca, por el elevado contenido de sodio y boro son de calidad mínima. En la época húmeda, no existen suficientes parámetros para clasificar esta agua.

Para la época seca, los criterios de la OMS, clasifican a estas aguas como no potables por su alto contenido de boro, sodio, cloruros, arsénico y manganeso.

Los criterios de la NB-512, para la época seca, también lo clasifican como no potables. Para la época húmeda, no se pueden clasificar por falta de datos.

El criterio de la FAO, para la época seca indicaría que es apta para riego a pesar del leve valor superior del arsénico.

De acuerdo al criterio de la USDA, para la época seca son aguas **C3-S1**, tienen una salinidad media a elevada, es decir debe usarse solamente en los suelos de permeabilidad moderada a buena. Una RAS baja que significa aguas con poco sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y existirá poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable.

PAD-21 Río Cañuma, Calacoto. Pacajes. La Paz

Se encuentra en el municipio de Calacoto, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz. Se encuentra cerca de la comunidad Villa Utavi.

De acuerdo a los criterios de clasificación de la ley 1333, en la época seca, existen valores altos de turbidez, sólidos disueltos y suspendidos, cloruros, amoníaco, hierro, manganeso, aceites y grasas, son aguas de Clase B. En la época húmeda, también son de Clase B. Cabe hacer notar, que los rangos de cloruros exceden hasta 10 veces los valores establecidos por norma al igual que los sólidos disueltos y el sodio.

Para los criterios de la OMS y de la NB 512, en la época seca no cumple la turbidez, sólidos disueltos, cloruros, sodio, boro, cromo total, manganeso, níquel. Para la época húmeda no cumple para los sólidos disueltos, cloruros, sodio, boro. Entonces, se clasifica como agua no apta para consumo humano y de igual forma los sólidos disueltos, cloruros y el sodio están muy por encima de los rangos establecidos.

De acuerdo al criterio de la FAO, para la época seca y húmeda, no cumple para los sólidos disueltos, cloruros, sodio y manganeso; la conductividad y la RAS se clasifican como severas. Entonces, son aguas no aptas para uso agrícola y riego por el elevado contenido de sales.

De acuerdo al criterio de la USDA, para la época seca las aguas tienen una muy elevada conductividad eléctrica (C5) que significa agua con salinidad muy elevada generalmente inadecuada para el riego y debe usarse solamente en terrenos muy permeables y con plantas de elevada tolerancia a la sal. Una RAS elevada (S4) que significa agua con cantidades muy elevadas de sodio, que son generalmente inadecuadas para el riego. Para la época húmeda, las aguas tienen una muy elevada conductividad eléctrica (C5) que significa agua con salinidad muy elevada generalmente inadecuada para el riego y debe usarse solamente en terrenos muy permeables y con plantas de elevada tolerancia a la sal. Una RAS media (S3) que significa aguas con cantidades elevadas de sodio que tendrán tendencia a producir acumulaciones de sodio en la mayor parte de los suelos que no son yesosos y los suelos requerirá resultados especiales.

PD-22 Río Desaguadero, Ulloma. Santiago de Callapa. Pacajes. La Paz

Se encuentra en el municipio de Santiago de Callapa, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz. Se encuentra la estación hidrométrica de Ulloma, encontrándose también cerca de la comunidad Ulloma.

Aproximadamente a 1.5 km aguas arriba se encuentra la quebrada Chalaj Jahuira y cerca a esta se encuentra el depósito metálico San Agustín que contienen cobre, plomo, zinc y plata.

De acuerdo a los criterios de clasificación de la ley 1333, en la época seca, no cumplen para el sodio, boro, sólidos suspendidos, cloruros, turbidez y pH. En la época húmeda, no cumplen para sólidos suspendidos y disueltos, sodio, boro, cloruros, turbidez. Por consiguiente, tanto para época seca y húmeda, serían aguas de Clase D, lo que significa que no son aptas para consumo humano.

De acuerdo a los criterios de la OMS y de la NB 512, en la época seca no son aguas potables por el alto contenido de turbidez, cloruros, sodio, boro, manganeso y níquel.

En la época húmeda hay presencia de turbidez, sólidos disueltos, cloruros, sodio, boro, son aguas no aptas para consumo humano.

Para el criterio de la FAO, en la época seca y la húmeda son aguas aptas para riego a pesar del leve valor superior del pH en ambas épocas y de boro en la época húmeda.

Según el criterio de la USDA, para la época seca y húmeda son aguas **C3-S1**, aguas de media a elevada, es decir debe usarse solamente en los suelos de permeabilidad moderada a buena. Una RAS baja (S1) que significa aguas con poco sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y existirá poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable.

PAD-23 Río Caranguillas, Después confluencias ríos Sulloma y Jaruma. Afluentes al Río Desaguadero. Calacoto. Pacajes

Se encuentra en el municipio de Calacoto, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz. Es un afluente al río Desaguadero, en el cual aguas arriba se encuentra un depósito metálico denominado Tangani que contiene cobre.

Los criterios de clasificación de la ley 1333, indican que en la época seca, no cumplen para los sólidos suspendidos, turbidez, amoníaco; sería aguas de Clase C. En la época húmeda, no cumplen para sólidos suspendidos, turbidez, aceites y grasas, amoníaco, hierro, coliformes termotolerantes, también serían aguas de Clase C.

Para los criterios de la OMS, para la época seca no son aguas potables por la presencia de turbidez, boro, manganeso, hierro, níquel, coliformes termotolerantes. Para la época húmeda, no cumple para los mismos parámetros que en la época seca además del color, nitrato, hierro. Entonces, se clasifica como agua no apta para consumo humano.

De acuerdo a los criterios de la NB-512, para la época seca, no cumple con la turbidez, nitrato, boro, manganeso, coliformes termotolerantes. Para la época húmeda, no cumple para los mismos parámetros que en la época seca. Por lo tanto, son aguas no aptas para consumo humano.

De acuerdo al criterio de la FAO, en ambas épocas, a pesar de la presencia de manganeso son aguas aptas para riego.

De acuerdo al criterio de la USDA, para la época seca y húmeda las aguas tienen una media elevada conductividad eléctrica (C3) que significa una salinidad media a elevada, es decir debe usarse solamente en los suelos de permeabilidad moderada a buena. Una RAS baja (S1) que significa aguas con poco sodio.

PD-24 Río Desaguadero, Puente Japonés. Calacoto. Pacajes

Se encuentra en el municipio de Santiago de Callapa, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz.

En el margen izquierdo, aproximadamente a 1.4 km antes de este punto se encuentra la quebrada Chalaj Jahuirá, en el cual se encuentra el distrito minero Callapa-Chacarilla, donde se encuentran distintos depósitos metálicos como El Hogar, Trinidad, Mallka Chahui, Gran Poder, Copacabana, Pucara, Keillaja, Dinamita, San Francisco, Santiago, El Carmen, La Exploradora, 16 de Julio, Clara Rosa que contienen cobre y San Miguel que contienen cobre y plata. En el margen derecho aproximadamente a 1.6 km antes del punto se encuentra el río Llaguá Jahuirá en cuyo sector se encuentran depósitos mineros como Esperanza, Hernán, Copacabana, El Inca, Codiciada, Resguardo que contienen cobre.

De acuerdo a los criterios de clasificación de la ley 1333, en la época seca, los altos contenidos de sólidos suspendidos, sodio, boro, níquel, mercurio, antimonio, harían que las aguas sean de Clase D. En la época húmeda, de manera similar, los contenidos de arsénico, antimonio, boro; que evidentemente vienen de la contaminación minera hacen a las aguas de Clase D lo que significa que no son aptas para consumo humano.

Los criterios de la OMS y de la NB 512 clasificarían a esta aguas (época seca y húmeda) como no aptas para el consumo humano debidos a la presencia de turbidez, cloruros, sodio, boro, arsénico, cromo, níquel, antimonio y coliformes termotolerantes.

Por el criterio de la FAO, para la época seca son altos los contenidos de pH, boro y níquel. Para la época húmeda, lo son el pH, boro y manganeso, la presencia de estos contaminantes disminuyen la calidad de esta agua para uso agrícola y riego.

De acuerdo al criterio de la USDA, para la época seca y húmeda las aguas tienen una media elevada conductividad eléctrica (C3) que significa una salinidad media a

elevada, es decir debe usarse solamente en los suelos de permeabilidad moderada a buena. Una RAS baja (S1) que significa aguas con poco sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y existirá poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable.

PAD-25 Río Kheto, aguas abajo, Aguas abajo Patacamaya

Se encuentra en el municipio de Patacamaya, en la provincia Aroma del departamento de La Paz.

Alrededor del río Kheto que aguas abajo confluye al río Desaguadero se encuentran distintos depósitos metálicos denominados Taricoya, Tomuyo, Titiri que pertenecen al distrito minero Chuacuani Taricoya.

Para los criterios de clasificación de la ley 1333, en la época seca, existe alto contenido de boro, mercurio, hierro, aceites y grasas, manganeso, amoníaco, pH, coliformes termotolerantes. Por tanto, para la época seca y también para la húmeda por la presencia de hierro y mercurio, las clasificamos como aguas de Clase D, lo que significa que no son aptas para consumo humano.

Según los criterios de la OMS y de la NB 512, tanto en la época seca como en la húmeda por la presencia de metales contaminantes como boro, hierro, mercurio, manganeso, níquel y de coliformes termotolerantes; son aguas no aptas para consumo humano.

De acuerdo al criterio de la FAO, se pueden clasificar como aguas aptas para uso agrícola y riego, se debe hacer notar que en la época seca, sin embargo el valor del pH es ligeramente alto y el contenido del níquel es de cuidado por lo que se deben tomar precauciones para su uso.

De acuerdo al criterio de la USDA, tanto para la época seca y húmeda las aguas son C2-S1, de salinidad moderada, es decir puede usarse para riego de todas las plantas menos de las más sensibles, y una RAS baja que significa aguas con poco sodio, estas aguas pueden usarse en casi todos los suelos y existirá poco peligro de acumulación de cantidades peligrosas de sodio intercambiable.

PD-26 Río Desaguadero, Eucaliptus. Eucaliptus. Tomás Barrón. Oruro

Se encuentra en el municipio de Eucaliptus, en la provincia Tomás Barrón del departamento de Oruro.

Según los criterios de clasificación de la ley 1333, en la época seca y en la época húmeda, son altos los contenidos de sólidos suspendidos, sodio, arsénico y antimonio. Esta presencia hace que esta agua sean de Clase D, es decir de calidad mínima.

Para los criterios de la OMS, para la época seca y húmeda, la importante presencia de cloruros, sodio y arsénico hace que sean aguas no aptas para consumo humano. Para los criterios de la NB-512, además de los citados es importante la presencia de antimonio lo que refuerza que son aguas no aptas para consumo humano.

De acuerdo al criterio de la FAO, para la época seca y la húmeda, la presencia de arsénico disminuye la calidad de las aguas que pueden ser indicadas como aptas para uso agrícola y riego. Se debe tomar en cuenta la presencia del arsénico y tomar las debidas precauciones.

De acuerdo al criterio de la USDA, para la época seca y húmeda son aguas **C3-S1**, tienen una salinidad media a elevada y una RAS baja que significa aguas con poco sodio.

PD-27 Río Desaguadero, Chuquiña. Toledo. Saucari. Oruro

Se encuentra en el municipio de Toledo, en la provincia Saucari del departamento de Oruro.

Se encuentra también la estación hidrométrica de Chuquiña y cerca de la comunidad Chuquiña y aguas arriba de la comunidad Villa Chuquiña y La Joya y cerca de éstas comunidades se encuentran el distrito minero La Joya.

Para los criterios de clasificación de la ley 1333, existe una apreciable presencia de metales contaminantes como: sólidos suspendidos, sodio, arsénico, boro, cadmio, hierro, mercurio, níquel, antimonio tanto en la época seca como la húmeda, entonces, tanto para época seca y húmeda, son aguas de calidad mínima, Clase D.

Para los criterios de la OMS y la NB 512, para la época seca y la época húmeda, la presencia de los metales ya mencionados en concentraciones altas hace que se consideren a estas aguas como no aptas para consumo humano.

De acuerdo al criterio de la FAO, para la época seca y para la húmeda son aguas no aptas para riego debidos a la presencia de boro, arsénico y cromo con valores encima del valor límite.

Según el criterio de la USDA, son aguas **C3-S2**, tanto para la época seca como la húmeda, tienen una salinidad media a elevada, es decir debe usarse solamente en los suelos de permeabilidad moderada a buena. Una RAS media que significa aguas con cantidades medias de sodio que presentan un peligro apreciable en los suelos con contenido de mucha arcilla.

PD-28 Río Desaguadero, Puente Español. Oruro. Cercado. Oruro

Se encuentra en el municipio de El Choro, en la provincia Cercado del departamento de Oruro.

De acuerdo a los criterios de clasificación de la ley 1333, en la época seca, son altos los contenidos de sodio, arsénico, cadmio, antimonio, níquel, sólidos disueltos y suspendidos, cloruros, pH, color. En la época húmeda, los sólidos suspendidos y disueltos, cloruros, sodio, arsénico, boro, cadmio, níquel, antimonio, turbidez. Entonces, tanto para época seca y húmeda, son aguas de Clase D, lo que significa que no son aptas para consumo humano.

Para los criterios de la OMS y de la NB 512, para la época seca y la húmeda, la presencia en altas concentraciones de turbidez, sólidos disueltos, cloruros, sodio, arsénico, boro, cadmio, níquel; hace que sean aguas no potables.

De acuerdo al criterio de la FAO, para la época seca la presencia de boro, arsénico, cadmio y una valor elevado de pH hacen que su calidad como agua de riego disminuya por lo que es importante tomar precauciones para su uso en ese campo.

De acuerdo al criterio de la USDA, para la época seca y húmeda, las aguas son de tipo **C4-S2**, tienen una elevada conductividad eléctrica que significa una elevada salinidad lo que hace que las aguas sean solamente aptas para cultivos tolerantes a la sal. Una RAS media (S2) que significa aguas con cantidades medias de sodio que presentan un peligro apreciable en los suelos con contenido de mucha arcilla.

ANEXO

METALES Y SUS EFECTOS AMBIENTALES

CADMIO

Elemento químico relativamente raro, símbolo Cd, número atómico 48; tiene relación estrecha con el zinc, con el que se encuentra asociado en la naturaleza. Es un metal dúctil, de color blanco argentino con un ligero matiz azulado. Es más blando y maleable que el zinc, pero poco más duro que el estaño. Peso atómico de 112.40 y densidad relativa de 8.65 a 20°C (68°F). Su punto de fusión de 320.9°C (610°F) y de ebullición de 765°C (1410°F) son inferiores a los del zinc. Hay ocho isótopos estables en la naturaleza y se han descrito once radioisótopos inestables de tipo artificial. El cadmio es miembro del grupo IIB (zinc, cadmio y mercurio) en la tabla periódica, y presenta propiedades químicas intermedias entre las del zinc metálico en soluciones ácidas de sulfato. El cadmio es divalente en todos sus compuestos estables y su ion es incoloro.

El cadmio no se encuentra en estado libre en la naturaleza, y la greenockita (sulfuro de cadmio), único mineral de cadmio, no es una fuente comercial de metal. Casi todo el que se produce es obtenido como subproducto de la fundición y refinamiento de los minerales de zinc, los cuales por lo general contienen de 0.2 a 0.4%. Estados Unidos, Canadá, México, Australia, Bélgica, Luxemburgo y República de Corea son fuentes importantes, aunque no todos son productores.

En el pasado, un uso comercial importante del cadmio fue como cubierta electrodepositada sobre hierro o acero para protegerlos contra la corrosión. La segunda aplicación es en baterías de níquel-cadmio y la tercera como reactivo químico y pigmento. Se recurre a cantidades apreciables en aleaciones de bajo punto de fusión semejantes a las del metal de Wood, en rociadoras automáticas contra el fuego y en cantidad menor, en aleaciones de latón (laton), soldaduras y cojinetes. Los compuestos de cadmio se emplean como estabilizadores de plásticos y en la producción de cadmio fosforado. Por su gran capacidad de absorber neutrones, en especial el isótopo 113, se usa en barras de control y recubrimiento de reactores nucleares.

Efectos del Cadmio sobre la salud

El Cadmio puede ser encontrado mayoritariamente en la corteza terrestre. Este siempre ocurre en combinación con el Zinc. El Cadmio también consiste en las industrias como inevitable subproducto del Zinc, plomo y cobre extracciones. Después de ser aplicado este entra en el ambiente mayormente a través del suelo, porque es encontrado en estiércoles y pesticidas.

La toma por los humanos de Cadmio tiene lugar mayormente a través de la comida. Los alimentos que son ricos en Cadmio pueden en gran medida incrementar la concentración de Cadmio en los humanos. Ejemplos son patés, champiñones, mariscos, mejillones, cacao y algas secas.

Una exposición a niveles significativamente altas ocurren cuando la gente fuma. El humo del tabaco transporta el Cadmio a los pulmones. La sangre transportará el Cadmio al resto del cuerpo donde puede incrementar los efectos por potenciación del Cadmio que está ya presente por comer comida rico en Cadmio. Otra alta exposición puede ocurrir con gente que vive cerca de los vertederos de residuos peligrosos o fábricas que liberan Cadmio en el aire y gente que trabaja en las industrias de refinerías del metal. Cuando la gente respira el Cadmio este puede dañar severamente los pulmones. Esto puede incluso causar la muerte. El Cadmio primero es transportado hacia el hígado por la sangre. Allí es unido a proteínas para formar complejos que son transportados hacia los riñones. El Cadmio se acumula en los riñones, donde causa un daño en el mecanismo de filtración. Esto causa la excreción de proteínas esenciales y azúcares del cuerpo y el consecuente daño de los riñones. Lleva bastante tiempo antes de que el Cadmio que ha sido acumulado en los riñones sea excretado del cuerpo humano.

Otros efectos sobre la salud que pueden ser causados por el Cadmio son:

- Diarreas, dolor de estómago y vómitos severos
- Fractura de huesos
- Fallos en la reproducción y posibilidad incluso de infertilidad
- Daño al sistema nervioso central
- Daño al sistema inmune
- Desordenes psicológicos
- Posible daño en el ADN o desarrollo de cáncer.

Efectos ambientales del Cadmio

De forma natural grandes cantidades de Cadmio son liberadas al ambiente, sobre 25.000 toneladas al año. La mitad de este Cadmio es liberado en los ríos a través de la descomposición de rocas y algún Cadmio es liberado al aire a través de fuegos forestales y volcanes. El resto del Cadmio es liberado por las actividades humanas, como es la manufacturación.

Las aguas residuales con Cadmio procedentes de las industrias mayoritariamente terminan en suelos. Las causas de estas corrientes de residuos son por ejemplo la producción de Zinc, minerales de fosfato y las bioindustrias del estiércol. El Cadmio de las corrientes residuales pueden también entrar en el aire a través de la quema de residuos urbanos y de la quema de combustibles fósiles. Debido a las regulaciones sólo una pequeña cantidad de Cadmio entra ahora en el agua a través del vertido de aguas residuales de casas o industrias.

Otra fuente importante de emisión de Cadmio es la producción de fertilizantes fosfatados artificiales. Parte del Cadmio terminará en el suelo después de que el fertilizante es aplicado en las granjas y el resto del Cadmio terminará en las aguas superficiales cuando los residuos del fertilizante es vertido por las compañías productoras.

El Cadmio puede ser transportado a grandes distancias cuando es absorbido por el lodo. Este lodo rico en Cadmio puede contaminar las aguas superficiales y los suelos.

El Cadmio es fuertemente adsorbido por la materia orgánica del suelo. Cuando el Cadmio está presente en el suelo este puede ser extremadamente peligroso, y la toma a través de la comida puede incrementar. Los suelos que son ácidos aumentan la toma de Cadmio por las plantas. Esto es un daño potencial para los animales que dependen de las plantas para sobrevivir. El Cadmio puede acumularse en sus cuerpos, especialmente cuando estos comen muchas plantas diferentes. Las vacas pueden tener grandes cantidades de Cadmio en sus riñones debido a esto.

Las lombrices y otros animales esenciales para el suelo son extremadamente sensibles al envenenamiento por Cadmio. Pueden morir a muy bajas concentraciones y esto tiene consecuencias en la estructura del suelo. Cuando las concentraciones de Cadmio en el suelo son altas esto puede influir en los procesos del suelo de microorganismos y amenazar a todo el ecosistema del suelo.

En ecosistemas acuáticos el Cadmio puede bioacumularse en mejillones, ostras, gambas, langostas y peces. La susceptibilidad al Cadmio puede variar ampliamente entre organismos acuáticos. Organismos de agua salada se sabe que son más resistentes al envenenamiento por Cadmio que organismos de agua dulce. Animales que comen o beben Cadmio algunas veces tienen la presión sanguínea alta, daños del hígado y daños en nervios y el cerebro.

ZINC

Elemento químico de símbolo Zn, número atómico 30 y peso atómico 65.37. Es un metal maleable, dúctil y de color gris. Se conocen 15 isótopos, cinco de los cuales son estables y tienen masas atómicas de 64, 66, 67, 68 y 70. Cerca de la mitad del zinc común se encuentra como isótopo de masa atómica 64.

Los usos más importantes del zinc los constituyen las aleaciones y el recubrimiento protector de otros metales. El hierro o el acero recubiertos con zinc se denominan galvanizados, y esto puede hacerse por inmersión del artículo en zinc fundido (proceso de hot-dip), depositando zinc electrolíticamente sobre el artículo como un baño chapeado (electro galvanizado), exponiendo el artículo a zinc en polvo cerca de su punto de fusión (sherardizing) o rociándolo con zinc fundido (metalizado).

El zinc es uno de los elementos menos comunes; se estima que forma parte de la corteza terrestre en un 0.0005-0.02%. Ocupa el lugar 25 en orden de abundancia entre los elementos. Su principal mineral es la blenda, marmatita o esfalerita de zinc, ZnS. Es un elemento esencial para el desarrollo de muchas clases de organismos vegetales y animales. La deficiencia de zinc en la dieta humana deteriora el crecimiento y la madurez y produce también anemia. La insulina es una proteína que contiene zinc. El zinc está presente en la mayor parte de los alimentos, especialmente en los que son ricos en proteínas. En promedio, el cuerpo humano contiene cerca de dos gramos de zinc.

El zinc puro y recientemente pulido es de color blanco azulado, lustroso y moderadamente duro (2.5 en la escala de Mohs). El aire húmedo provoca su empañamiento superficial, haciendo que tenga color gris. El zinc puro es dúctil y maleable pudiéndose enrollar y tensar, pero cantidades pequeñas de otros metales como contaminantes pueden volverlo quebradizo. Se funde a 420°C (788°F) y hierve a 907°C (1665°F). Su densidad es 7.13 veces mayor que la del agua, ya que un pie cúbico (0.028m³) pesa 445 lb (200 Kg).

El zinc es buen conductor del calor y la electricidad. Como conductor del calor, tiene una cuarta parte de la eficiencia de la plata. A 0.91°K es un superconductor eléctrico. El zinc puro no es ferromagnético.

Es un metal químicamente activo. Puede encenderse con alguna dificultad produciendo una flama azul verdosa en el aire y liberando óxido de zinc en forma de humo. El zinc metálico en soluciones ácidas reacciona liberando hidrógeno para formar iones zinc, Zn^{2+} . Se disuelve también en soluciones fuertemente alcalinas para formar iones dinegativos de tetrahidroxozincatos, $Zn(OH)_4^{2-}$, escrito algunas veces como ZnO_2^{2-} . en las fórmulas de los zincatos.

El zinc es siempre divalente en sus compuestos, excepto algunos cuando se une a otros metales, que se denominan aleaciones de zinc. Forma también muchos compuestos de coordinación. En la mayor parte de ellos la unidad estructural fundamental es un ion central de zinc, rodeado por cuatro grupos coordinados dispuestos espacialmente en las esquinas de un tetraedro regular.

Efectos del Zinc sobre la salud

El Zinc es una substancia muy común que ocurre naturalmente. Muchos alimentos contienen ciertas concentraciones de Zinc. El agua potable también contiene cierta cantidad de Zinc. La cual puede ser mayor cuando es almacenada en tanques de metal. Las fuentes industriales o los emplazamientos para residuos tóxicos pueden ser la causa del Zinc en el agua potable llegando a niveles que causan problemas.

El Zinc es un elemento traza que es esencial para la salud humana. Cuando la gente absorben demasiado poco Zinc estos pueden experimentar una pérdida del apetito, disminución de la sensibilidad, el sabor y el olor. Pequeñas llagas, y erupciones cutáneas. La acumulación del Zinc puede incluso producir defectos de nacimiento.

Incluso los humanos pueden manejar proporcionalmente largas cantidades de Zinc, demasiada cantidad de Zinc puede también causar problemas de salud eminentes, como es úlcera de estómago, irritación de la piel, vómitos, náuseas y anemia. Niveles alto de Zinc pueden dañar el páncreas y disturbar el metabolismo de las proteínas, y causar arterioesclerosis. Exposiciones al clorato de Zinc intensivas pueden causar desordenes respiratorios.

En el Ambiente de trabajo el contacto con Zinc puede causar la gripe conocida como la fiebre del metal. Esta pasará después de dos días y es causada por una sobresensibilidad. El Zinc puede dañar a los niños que no han nacido y a los recién nacidos. Cuando sus

madres han absorbido grandes concentraciones de Zinc los niños pueden ser expuestos a éste a través de la sangre o la leche de sus madres.

Efectos ambientales del Zinc

El Zinc ocurre de forma natural en el aire, agua y suelo, pero las concentraciones están aumentando por causas no naturales, debido a la adición de Zinc a través de las actividades humanas. La mayoría del Zinc es adicionado durante actividades industriales, como es la minería, la combustión de carbón y residuos y el procesado del acero. La producción mundial de Zinc está todavía creciendo. Esto significa básicamente que más y más Zinc termina en el ambiente.

El agua es contaminado con Zinc, debido a la presencia de grandes cantidades de Zinc en las aguas residuales de plantas industriales. Esta agua residuales no son depuradas satisfactoriamente. Una de las consecuencias es que los ríos están depositando fango contaminado con Zinc en sus orillas. El zinc puede también incrementar la acidez de las aguas.

Algunos peces pueden acumular Zinc en sus cuerpos, cuando viven en cursos de aguas contaminadas con Zinc, cuando el Zinc entra en los cuerpos de estos peces este es capaz de biomagnificarse en la cadena alimentaria.

Grandes cantidades de Zinc pueden ser encontradas en los suelos. Cuando los suelos son granjas y están contaminados con Zinc, los animales absorben concentraciones que son dañas para su salud. El Zinc soluble en agua que está localizado en el suelo puede contaminar el agua subterránea.

El Zinc no sólo puede ser una amenaza para el ganado, pero también para las plantas. Las plantas a menudo tienen una toma de Zinc que sus sistemas no puede manejar, debido a la acumulación de Zinc en el suelo. En suelos ricos en Zinc sólo un número limitado de plantas tiene la capacidad de sobrevivir. Esta es la razón por la cuál no hay mucha diversidad de plantas cerca de factorias de Zinc. Debido a que los efectos del Zinc sobre, las plantas es una amenaza sería para la producción de las granjas. A pesar de esto estiércol que contiene zinc es todavía aplicado.

Finalmente, el Zinc puede interrumpir la actividad en los suelos, con influencias negativas en la actividad de microorganismos y lombrices. La descomposición de la materia orgánica posiblemente sea más lenta debido a esto.

HIERRO

Elemento químico, símbolo Fe, número atómico 26 y peso atómico 55.847. El hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (5%). Es un metal maleable, tenaz, de color gris plateado y magnético. Los cuatro isótopos estables, que se encuentran en la naturaleza, tienen las masas 54, 56, 57 y 58. Los dos minerales principales son la hematita, Fe_2O_3 , y la limonita, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Las piritas, FeS_2 , y la cromita, $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$, se explotan como minerales de azufre y de cromo, respectivamente. El hierro se encuentra en muchos otros minerales y está presente en las aguas freáticas y en la hemoglobina roja de la sangre.

La presencia del hierro en el agua provoca precipitación y coloración no deseada. Existen técnicas de separación del hierro del agua.

El uso más extenso del hierro (fierro) es para la obtención de aceros estructurales; también se producen grandes cantidades de hierro fundido y de hierro forjado. Entre otros usos del hierro y de sus compuestos se tienen la fabricación de imanes, tintes (tintas, papel para heliográficas, pigmentos pulidores) y abrasivos (colcotar).

Existen varias formas alotrópicas del hierro. La ferrita es estable hasta 760°C (1400°F). El cambio del hierro B comprende principalmente una pérdida de permeabilidad magnética porque la estructura de la red (cúbica centrada en el cuerpo) permanece inalterada. La forma alotrópica tiene sus átomos en arreglos cúbicos con empaquetamiento cerrado y es estable desde 910 hasta 1400°C (1670 hasta 2600°F).

Este metal es un buen agente reductor y, dependiendo de las condiciones, puede oxidarse hasta el estado $2+$, $3+$ o $6+$. En la mayor parte de los compuestos de hierro está presente el ion ferroso, hierro(II), o el ion férrico, hierro(III), como una unidad distinta. Por lo común, los compuestos ferrosos son de color amarillo claro hasta café verdoso oscuro; el ion hidratado $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$, que se encuentra en muchos compuestos y en solución, es verde claro. Este ion presenta poca tendencia a formar complejos de coordinación, excepto con reactivos fuertes, como el ion cianuro, las poliaminas y las porfirinas. El ion férrico, por razón de su alta carga ($3+$) y su tamaño pequeño, tiene una fuerte tendencia a capturar aniones. El ion hidratado $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$, que se encuentra en solución, se combina con OH^- , F^- , Cl^- , CN^- , SCN^- , N_3^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ y otros aniones para formar complejos de coordinación.

Un aspecto interesante de la química del hierro es el arreglo de los compuestos con enlaces al carbono. La cementita, Fe_3C , es un componente del acero. Los complejos con cianuro, tanto del ion ferroso como del férrico, son muy estables y no son intensamente magnéticos, en contraposición a la mayor parte de los complejos de coordinación del hierro. Los complejos con cianuro forman sales coloradas.

Efectos del Hierro sobre la salud

El Hierro puede ser encontrado en carne, productos integrales, patatas y vegetales. El cuerpo humano absorbe Hierro de animales más rápido que el Hierro de las plantas. El Hierro es una parte esencial de la hemoglobina: el agente colorante rojo de la sangre que transporta el oxígeno a través de nuestros cuerpos.

Puede provocar conjuntivitis, coriorretinitis, y retinitis si contacta con los tejidos y permanece en ellos. La inhalación crónica de concentraciones excesivas de vapores o polvos de óxido de hierro puede resultar en el desarrollo de una neumoconiosis benigna, llamada siderosis, que es observable como un cambio en los rayos X. Ningún daño físico de la función pulmonar se ha asociado con la siderosis. La inhalación de concentraciones excesivas de óxido de hierro puede incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón en trabajadores expuestos a carcinógenos pulmonares. LD50 (oral, rata) =30 gm/kg. (LD50: Dosis Letal 50. Dosis individual de una sustancia que provoca la muerte del 50% de la población animal debido a la exposición a la sustancia por cualquier vía distinta a la inhalación. Normalmente expresada como miligramos o gramos de material por kilogramo de peso del animal.)

Efectos ambientales del Hierro

El hierro (III)-O-arsenito, pentahidratado puede ser peligroso para el medio ambiente; se debe prestar especial atención a las plantas, el aire y el agua. Se recomienda encarecidamente que no se permita que el producto entre en el medio ambiente porque persiste en éste.

COBRE

Elemento químico, de símbolo Cu, con número atómico 29; uno de los metales de transición e importante metal no ferroso. Su utilidad se debe a la combinación de sus propiedades químicas, físicas y mecánicas, así como a sus propiedades eléctricas y su abundancia. El cobre fue uno de los primeros metales usados por los humanos.

La mayor parte del cobre del mundo se obtiene de los sulfuros minerales como la calcocita, covelita, calcopirita, bornita y enargita. Los minerales oxidados son la cuprita, tenorita, malaquita, azurita, crisocola y brocantita. El cobre natural, antes abundante en Estados Unidos, se extrae ahora sólo en Michigan. El grado del mineral empleado en la producción de cobre ha ido disminuyendo regularmente, conforme se han agotado los minerales más ricos y ha crecido la demanda de cobre. Hay grandes cantidades de cobre en la Tierra para uso futuro si se utilizan los minerales de los grados más bajos, y no hay probabilidad de que se agoten durante un largo periodo.

El cobre es el primer elemento del subgrupo Ib de la tabla periódica y también incluye los otros metales de acuñación, plata y oro. Su átomo tiene la estructura electrónica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$. El bajo potencial de ionización del electrón $4s^1$ da por resultado una remoción fácil del mismo para obtener cobre(I), o ion cuproso, Cu^+ , y el cobre(II), o ion cúprico, Cu^{2+} , se forma sin dificultad por remoción de un electrón de la capa $3d$. El peso atómico del cobre es 63.546. tiene dos isótopos naturales estables ^{63}Cu y ^{65}Cu . También se conocen nueve isótopos inestables (radiactivos). El cobre se caracteriza por su baja actividad química. Se combina químicamente en alguno de sus posibles estados de valencia. La valencia más común es la de 2+ (cúprico), pero 1+ (cuproso) es también frecuente; la valencia 3+ ocurre sólo en unos cuantos compuestos inestables.

Un metal comparativamente pesado, el cobre sólido puro, tiene una densidad de 8.96 g/cm^3 a 20°C, mientras que el del tipo comercial varía con el método de manufactura, oscilando entre 8.90 y 8.94. El punto de fusión del cobre es de 1083.0 (+/-) 0.1°C (1981.4 +/- 0.2°F). Su punto de ebullición normal es de 2595°C (4703°F). El cobre no es magnético; o más exactamente, es un poco paramagnético. Su conductividad térmica y eléctrica son muy altas. Es uno de los metales que puede tenerse en estado más puro, es moderadamente duro, es tenaz en extremo y resistente al desgaste. La fuerza del cobre está acompañada de una alta ductibilidad. Las propiedades mecánicas y eléctricas de un

metal dependen en gran medida de las condiciones físicas, temperatura y tamaño de grano del metal.

De los cientos de compuestos de cobre, sólo unos cuantos son fabricados de manera industrial en gran escala. El más importante es el sulfato de cobre(II) pentahidratado o azul de vitriolo, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Otros incluyen la mezcla de Burdeos; $3\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CuSO}_4$; verde de París, un complejo de metaarsenito y acetato de cobre; cianuro cuproso, CuCN ; óxido cuproso, Cu_2O ; cloruro cúprico, CuCl_2 ; óxido cúprico, CuO ; carbonato básico cúprico; naftenato de cobre, el agente más ampliamente utilizado en la prevención de la putrefacción de la madera, telas, cuerdas y redes de pesca. Las principales aplicaciones de los compuestos de cobre las encontramos en la agricultura, en especial como fungicidas e insecticidas; como pigmentos; en soluciones galvanoplásticas; en celdas primarias; como mordentes en teñido, y como catalizadores.

Efectos del Cobre sobre la salud

El Cobre es una sustancia muy común que ocurre naturalmente y se extiende a través del ambiente a través de fenómenos naturales, los humanos usan ampliamente el Cobre. Por ejemplo este es aplicado en industrias y en agricultura. La producción de Cobre se ha incrementado en las últimas décadas y debido a esto las cantidades de Cobre en el ambiente se ha expandido.

El Cobre puede ser encontrado en muchas clases de comidas, en el agua potable y en el aire. Debido a que absorbemos una cantidad eminente de cobre cada día por la comida, bebiendo y respirando. La absorción del Cobre es necesaria, porque el Cobre es un elemento traza que es esencial para la salud de los humanos. Aunque los humanos pueden manejar concentraciones de Cobre proporcionalmente altas, mucho Cobre puede también causar problemas de salud.

La mayoría de los compuestos del Cobre se depositarán y se enlazarán tanto a los sedimentos del agua como a las partículas del suelo. Compuestos solubles del Cobre forman la mayor amenaza para la salud humana. Usualmente compuestos del Cobre solubles en agua ocurren en el ambiente después de liberarse a través de aplicaciones en la agricultura.

Las concentraciones del Cobre en el aire son usualmente bastante bajas, así que la exposición al Cobre por respiración es descartable. Pero gente que vive cerca de fundiciones que procesan el mineral cobre en metal pueden experimentar esta clase de exposición.

La gente que vive en casas que todavía tiene tuberías de cobre están expuestas a más altos niveles de Cobre que la mayoría de la gente, porque el Cobre es liberado en sus aguas a través de la corrosión de las tuberías.

La exposición profesional al Cobre puede ocurrir. En el Ambiente de trabajo el contacto con Cobre puede llevar a coger gripe conocida como la fiebre del metal. Esta fiebre pasará después de dos días y es causada por una sobre sensibilidad.

Exposiciones de largo periodo al cobre pueden irritar la nariz, la boca y los ojos y causar dolor de cabeza, de estómago, mareos, vómitos y diarreas. Una toma grande de cobre puede causar daño al hígado y los riñones e incluso la muerte. Si el Cobre es cancerígeno no ha sido determinado aún.

Hay artículos científicos que indican una unión entre exposiciones de largo término a elevadas concentraciones de Cobre y una disminución de la inteligencia en adolescentes.

Efectos ambientales del Cobre

La producción mundial de Cobre está todavía creciendo. Esto básicamente significa que más y más Cobre termina en el medioambiente. Los ríos están depositando barro en sus orillas que están contaminados con Cobre, debido al vertido de aguas residuales contaminadas con Cobre. El Cobre entra en el aire, mayoritariamente a través de la liberación durante la combustión de fuel. El Cobre en el aire permanecerá por un período de tiempo eminente, antes de depositarse cuando empieza a llover. Este terminará mayormente en los suelos, como resultado los suelos pueden también contener grandes cantidades de Cobre después de que esté sea depositado desde el aire.

El Cobre puede ser liberado en el medioambiente tanto por actividades humanas como por procesos naturales. Ejemplo de fuentes naturales son las tormentas de polvo, descomposición de la vegetación, incendios forestales y aerosoles marinos. Unos pocos de ejemplos de actividades humanas que contribuyen a la liberación del Cobre han sido ya nombrado. Otros ejemplos son la minería, la producción de metal, la producción de madera y la producción de fertilizantes fosfatados.

El Cobre es a menudo encontrado cerca de minas, asentamientos industriales, vertederos y lugares de residuos.

Cuando el Cobre termina en el suelo este es fuertemente atado a la materia orgánica y minerales. Como resultado este no viaja muy lejos antes de ser liberado y es difícil que entre en el agua subterránea. En el agua superficial el cobre puede viajar largas distancias, tanto suspendido sobre las partículas de lodos como iones libres.

El Cobre no se rompe en el ambiente y por eso se puede acumular en plantas y animales cuando este es encontrado en suelos. En suelos ricos en Cobre sólo un número pequeño de plantas pueden vivir. Por esta razón no hay diversidad de plantas cerca de las fábricas de Cobres, debido al efecto del Cobre sobre las plantas, es una seria amenaza para la producción en las granjas. El Cobre puede seriamente influir en el proceso de ciertas tierras agrícolas, dependiendo de la acidez del suelo y la presencia de materia orgánica. A pesar de esto el estiércol que contiene Cobre es todavía usado.

El Cobre puede interrumpir la actividad en el suelo, su influencia negativa en la actividad de microorganismos y lombrices de tierra. La descomposición de la materia orgánica puede disminuir debido a esto.

Cuando los suelos de las granjas están contaminados con Cobre, los animales pueden absorber concentraciones de Cobre que dañan su salud. Principalmente las ovejas sufren un gran efecto por envenenamiento con Cobre, debido a que los efectos del Cobre se manifiestan a bajas concentraciones.

PLOMO

Elemento químico, Pb, número atómico 82 y peso atómico 207.19. El plomo es un metal pesado (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 a 16°C (61°F)), de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico, se funde con facilidad, se funde a 327.4°C (621.3°F) y hierve a 1725°C (3164°F). Las valencias químicas normales son 2 y 4. Es relativamente resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico. Pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico. El plomo es anfótero, ya que forma sales de plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. El plomo forma muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos.

Industrialmente, sus compuestos más importantes son los óxidos de plomo y el tetraetilo de plomo. El plomo forma aleaciones con muchos metales y, en general, se emplea en esta forma en la mayor parte de sus aplicaciones. Todas las aleaciones formadas con estaño, cobre, arsénico, antimonio, bismuto, cadmio y sodio tienen importancia industrial.

Los compuestos del plomo son tóxicos y han producido envenenamiento de trabajadores por su uso inadecuado y por una exposición excesiva a los mismos. Sin embargo, en la

actualidad el envenenamiento por plomo es raro en virtud de la aplicación industrial de controles modernos, tanto de higiene como relacionados con la ingeniería. El mayor peligro proviene de la inhalación de vapor o de polvo. En el caso de los compuestos organoplúmbicos, la absorción a través de la piel puede llegar a ser significativa. Algunos de los síntomas de envenenamiento por plomo son dolores de cabeza, vértigo e insomnio. En los casos agudos, por lo común se presenta estupor, el cual progresa hasta el coma y termina en la muerte. El control médico de los empleados que se encuentren relacionados con el uso de plomo comprende pruebas clínicas de los niveles de este elemento en la sangre y en la orina. Con un control de este tipo y la aplicación apropiada de control de ingeniería, el envenenamiento industrial causado por el plomo puede evitarse por completo.

El plomo rara vez se encuentra en su estado elemental, el mineral más común es el sulfuro, la galeana, los otros minerales de importancia comercial son el carbonato, cerusita, y el sulfato, anglesita, que son mucho más raros. También se encuentra plomo en varios minerales de uranio y de torio, ya que proviene directamente de la desintegración radiactiva (decaimiento radiactivo). Los minerales comerciales pueden contener tan poco plomo como el 3%, pero lo más común es un contenido de poco más o menos el 10%. Los minerales se concentran hasta alcanzar un contenido de plomo de 40% o más antes de fundirse.

El uso más amplio del plomo, como tal, se encuentra en la fabricación de acumuladores. Otras aplicaciones importantes son la fabricación de tetraetilplomo, forros para cables, elementos de construcción, pigmentos, soldadura suave y municiones.

Se están desarrollando compuestos organoplúmbicos para aplicaciones como son la de catalizadores en la fabricación de espuma de poliuretano, tóxicos para las pinturas navales con el fin de inhibir la incrustación en los cascos, agentes biocidas contra las bacterias grampositivas, protección de la madera contra el ataque de los barrenillos y hongos marinos, preservadores para el algodón contra la descomposición y el moho, agentes molusquicidas, agentes antihelmínticos, agentes reductores del desgaste en los lubricantes e inhibidores de la corrosión para el acero.

Merced a su excelente resistencia a la corrosión, el plomo encuentra un amplio uso en la construcción, en particular en la industria química. Es resistente al ataque por parte de muchos ácidos, porque forma su propio revestimiento protector de óxido. Como consecuencia de esta característica ventajosa, el plomo se utiliza mucho en la fabricación y el manejo del ácido sulfúrico.

Durante mucho tiempo se ha empleado el plomo como pantalla protectora para las máquinas de rayos X. En virtud de las aplicaciones cada vez más amplias de la energía atómica, se han vuelto cada vez más importantes las aplicaciones del plomo como blindaje contra la radiación.

Su utilización como forro para cables de teléfono y de televisión sigue siendo una forma de empleo adecuada para el plomo. La ductilidad única del plomo lo hace particularmente apropiado para esta aplicación, porque puede estirarse para formar un forro continuo alrededor de los conductores internos.

El uso del plomo en pigmentos ha sido muy importante, pero está decreciendo en volumen. El pigmento que se utiliza más, en que interviene este elemento, es el blanco de plomo $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$; otros pigmentos importantes son el sulfato básico de plomo y los cromatos de plomo.

Se utilizan una gran variedad de compuestos de plomo, como los silicatos, los carbonatos y sales de ácidos orgánicos, como estabilizadores contra el calor y la luz para los plásticos de cloruro de polivinilo. Se usan silicatos de plomo para la fabricación de fritas de vidrio y de cerámica, las que resultan útiles para introducir plomo en los acabados del vidrio y de la cerámica. El azuro de plomo, $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$, es el detonador estándar para los explosivos. Los arsenatos de plomo se emplean en grandes cantidades como insecticidas para la protección de los cultivos. El litargirio (óxido de plomo) se emplea mucho para mejorar las propiedades magnéticas de los imanes de cerámica de ferrita de bario.

Asimismo, una mezcla calcinada de zirconato de plomo y de titanato de plomo, conocida como PZT, está ampliando su mercado como un material piezoeléctrico.

Efectos del Plomo sobre la salud

El Plomo es un metal blando que ha sido conocido a través de los años por muchas aplicaciones. Este ha sido usado ampliamente desde el 5000 antes de Cristo para aplicaciones en productos metálicos, cables y tuberías, pero también en pinturas y pesticidas. El plomo es uno de los cuatro metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana. Este puede entrar en el cuerpo humano a través de la comida (65%), agua (20%) y aire (15%).

Las comidas como fruta, vegetales, carnes, granos, mariscos, refrescos y vino pueden contener cantidades significantes de Plomo. El humo de los cigarrros también contiene pequeñas cantidades de plomo.

El Plomo puede entrar en el agua potable a través de la corrosión de las tuberías. Esto es más común que ocurra cuando el agua es ligeramente ácida. Este es el porqué de los sistemas de tratamiento de aguas públicas son ahora requeridos llevar a cabo un ajuste de pH en agua que sirve para el uso del agua potable. Que nosotros sepamos, el Plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano, este puede principalmente hacer daño después de ser tomado en la comida, aire o agua.

El Plomo puede causar varios efectos no deseados, como son:

Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia

Incremento de la presión sanguínea

Daño a los riñones

Abortos y abortos sutiles

Perturbación del sistema nervioso

Daño al cerebro

Disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma

Disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños

Perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad.

El Plomo puede entrar en el feto a través de la placenta de la madre. Debido a esto puede causar serios daños al sistema nervioso y al cerebro de los niños por nacer.

Efectos ambientales del Plomo

El Plomo ocurre de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones que son encontradas en el ambiente son el resultado de las actividades humanas.

Debido a la aplicación del plomo en gasolinas un ciclo no natural del Plomo tiene lugar. En los motores de los coches el Plomo es quemado, eso genera sales de Plomo (cloruros, bromuros, óxidos) se originarán.

Estas sales de Plomo entran en el ambiente a través de los tubos de escape de los coches. Las partículas grandes precipitarán en el suelo o la superficie de aguas, las pequeñas partículas viajarán largas distancias a través del aire y permanecerán en la atmósfera. Parte de este Plomo caerá de nuevo sobre la tierra cuando llueva. Este ciclo del Plomo causado por la producción humana está mucho más extendido que el ciclo natural del plomo. Este ha causado contaminación por Plomo haciéndolo en un tema mundial no sólo la gasolina con Plomo causa concentración de Plomo en el ambiente. Otras actividades humanas, como la combustión del petróleo, procesos industriales, combustión de residuos sólidos, también contribuyen.

El Plomo puede terminar en el agua y suelos a través de la corrosión de las tuberías de Plomo en los sistemas de transportes y a través de la corrosión de pinturas que contienen Plomo. No puede ser roto, pero puede convertirse en otros compuestos.

El Plomo se acumula en los cuerpos de los organismos acuáticos y organismos del suelo. Estos experimentarán efectos en su salud por envenenamiento por Plomo. Los efectos sobre la salud de los crustáceos puede tener lugar incluso cuando sólo hay pequeñas concentraciones de Plomo presente.

Las funciones en el fitoplancton pueden ser perturbados cuando interfiere con el Plomo. El fitoplancton es una fuente importante de producción de oxígeno en mares y muchos grandes animales marinos lo comen. Este es el porqué nosotros ahora empezamos a preguntarnos si la contaminación por Plomo puede influir en los balances globales. Las funciones del suelo son perturbadas por la intervención del Plomo, especialmente cerca de las autopistas y tierras de cultivos, donde concentraciones extremas pueden estar presente. Los organismos del suelo también sufren envenenamiento por Plomo.

El Plomo es un elemento químico particularmente peligroso, y se puede acumular en organismos individuales, pero también entrar en las cadenas alimenticias.

NÍQUEL

Símbolo Ni, número atómico 28, metal duro, blanco plateado, dúctil y maleable. La masa atómica del níquel presente en la naturaleza es 58.71.

El níquel tiene cinco isótopos naturales con masas atómicas de 58, 60, 61, 62, 64. También se han identificado siete isótopos radiactivos, con números de masa de 56, 57, 59, 63, 65, 66 y 67.

La mayor parte del níquel comercial se emplea en el acero inoxidable y otras aleaciones resistentes a la corrosión. También es importante en monedas como sustituto de la plata. El níquel finamente dividido se emplea como catalizador de hidrogenación.

El níquel es un elemento bastante abundante, constituye cerca de 0.008% de la corteza terrestre y 0.01% de las rocas ígneas. En algunos tipos de meteoritos hay cantidades apreciables de níquel, y se piensa que existen grandes cantidades en el núcleo terrestre. Dos minerales importantes son los sulfuros de hierro y níquel, pentlandita y pirrotita ($(\text{Ni}, \text{Fe})_x\text{S}_y$); el mineral garnierita, $(\text{Ni}, \text{Mg})\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, también es importante en el comercio. El níquel se presenta en pequeñas cantidades en plantas y animales. Está presente en pequeñas cantidades en el agua de mar, el petróleo y en la mayor parte del carbón.

El níquel metálico es fuerte y duro (3.8 en la escala de Mohs), Cuando está finamente dividido, es de color negro. La densidad del níquel es 8.90 veces la del agua a 20°C (68°F); se funde a 1455°C (2651°F) y hierve a 2840°C (5144°F); es sólo moderadamente

reactivo. Resiste la corrosión alcalina y no se inflama en trozos grandes, pero los alambres muy finos pueden incendiarse. Está por encima del hidrógeno en la serie electroquímica; se disuelve con lentitud en ácidos diluidos liberando hidrógeno. En forma metálica es un agente reductor fuerte.

El níquel es dipositivo en sus compuestos, pero también puede existir en los estados de oxidación 0, 1+, 3+, 4+. Además de los compuestos simples o sales, el níquel forma una variedad de compuestos de coordinación o complejos. La mayor parte de los compuestos de níquel son verdes o azules a causa de la hidratación o de la unión de otros ligandos al metal. El ion níquel presente en soluciones acuosas de compuestos simples es a su vez un complejo, el $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$.

Efectos del Níquel sobre la salud

El níquel es un elemento que ocurre en el ambiente sólo en muy pequeños niveles. Los humanos usan el níquel para muchas aplicaciones diferentes. La aplicación más común del níquel es el uso como ingrediente del acero y otros productos metálicos. Este puede ser encontrado en productos metálicos comunes como es la joyería.

Los alimentos naturalmente contienen pequeñas cantidades de níquel. El chocolate y las grasas son conocidos por contener altas cantidades. El níquel es tomado y este aumentará cuando la gente come grandes cantidades de vegetales procedentes de suelos contaminados. Es conocido que las plantas acumulan níquel y como resultado la toma de níquel de los vegetales será eminente. Los fumadores tiene un alto grado de exposición al níquel a través de sus pulmones. Finalmente, el níquel puede ser encontrado en detergentes. Los humanos pueden ser expuestos al níquel al respirar el aire, beber agua, comer comida o fumar cigarrillos. El contacto de la piel con suelo contaminado por níquel o agua puede también resultar en la exposición al níquel. En pequeñas cantidades el níquel es esencial, pero cuando es tomado en muy altas cantidades este puede ser peligroso par la salud humana.

La toma de altas cantidades de níquel tienen las siguientes consecuencias:

Elevadas probabilidades de desarrollar cáncer de pulmón, nariz, laringe y próstata.

Enfermedades y mareos después de la exposición al gas de níquel.

Embolia de pulmón.

Fallos respiratorios.

Defectos de nacimiento.

Asma y bronquitis crónica.

Reacciones alérgicas como son erupciones cutáneas, mayormente de las joyas.

Desordenes del corazón.

Efectos ambientales del Níquel

El níquel es liberado al aire por las plantas de energía y las incineradoras de basuras. Este se depositará en el suelo o caerá después de reaccionar con las gotas de lluvia. Usualmente lleva un largo periodo de tiempo para que el níquel sea eliminado del aire. El níquel puede también terminar en la superficie del agua cuando es parte de las aguas residuales. La mayor parte de todos los compuestos del níquel que son liberados al ambiente se absorberán por los sedimentos o partículas del suelo y llegará a inmovilizarse. En suelos ácidos, el níquel se une para llegar a ser más móvil y a menudo alcanza el agua subterránea.

No hay mucha más información disponible sobre los efectos del níquel sobre los organismos y los humanos. Sabemos que altas concentraciones de níquel en suelos arenosos puede claramente dañar a las plantas y altas concentraciones de níquel en aguas superficiales puede disminuir el rango de crecimiento de las algas. Microorganismos pueden también sufrir una disminución del crecimiento debido a la presencia de níquel, pero ellos usualmente desarrollan resistencia al níquel. Para los animales el níquel, es un elemento esencial en pequeñas cantidades. Pero el níquel no es sólo favorable como elemento esencial; puede ser también peligroso cuando se excede la máxima cantidad tolerable. Esto puede causar varios tipos de cánceres en diferentes lugares de los cuerpos de los animales, mayormente en aquellos que viven cerca de refinerías. No es conocido que el níquel se acumule en plantas o animales. Como resultado el níquel no se biomagnifica en la cadena alimentaria.

MERCURIO

Elemento químico, símbolo Hg, número atómico 80 y peso atómico 200.59. es un líquido blanco plateado a temperatura ambiente (punto de fusión -38.4°C o -37.46°F); ebulle a 357°C (675.05°F) a presión atmosférica. Es un metal noble, soluble únicamente en soluciones oxidantes. El mercurio sólido es tan suave como el plomo. El metal y sus compuestos son muy tóxicos. El mercurio forma soluciones llamadas amalgamas con algunos metales (por ejemplo, oro, plata, platino, uranio, cobre, plomo, sodio y potasio).

En sus compuestos, el mercurio se encuentra en los estados de oxidación 2+, 1+ y más bajos; por ejemplo, HgCl_2 , Hg_2Cl_2 o $\text{Hg}_3(\text{AsF}_6)_2$. A menudo los átomos de mercurio presentan dos enlaces covalentes; por ejemplo, Cl-Hg-Cl o Cl-Hg-Hg-Cl . Algunas sales de mercurio(II), por ejemplo, $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ o $\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$, son muy solubles en agua y por lo general están disociadas. Las soluciones acuosas de estas sales reaccionan como ácidos fuertes a causa de la hidrólisis que ocurre. Otras sales de mercurio(III), como HgCl_2 o $\text{Hg}(\text{Cn})_2$, también se disuelven en agua, pero en solución sólo están poco disociadas. Hay compuestos en que los átomos de mercurio están directamente enlazados a átomos de carbono o de nitrógeno; por ejemplo, $\text{H}_3\text{C-Hg-CH}_3$ o $\text{H}_3\text{C-CO-NH-Hg-NH-CO-CH}_3$. En complejos, como $\text{K}_2(\text{HgI}_4)$, a menudo tiene tres o cuatro enlaces.

El mercurio metálico se usa en interruptores eléctricos como material líquido de contacto, como fluido de trabajo en bombas de difusión en técnicas de vacío, en la fabricación de rectificadores de vapor de mercurio, termómetros, barómetros, tacómetros y termostatos y en la manufactura de lámparas de vapor de mercurio. Se utiliza en amalgamas de plata para empastes de dientes. Los electrodos normales de calomel son importantes en electroquímica; se usan como electrodos de referencia en la medición de potenciales, en titulaciones potenciométricas y en la celda normal de Weston.

El mercurio se encuentra comúnmente como su sulfuro HgS , con frecuencia como rojo de cinabrio y con menos abundancia como metalcinabrio negro. Un mineral menos común es el cloruro de mercurio(I). A veces los minerales de mercurio contienen gotas pequeñas de mercurio metálico.

La tensión superficial de mercurio líquido es de 484 dinas/cm, seis veces mayor que la del agua en contacto con el aire. Por consiguiente, el mercurio no puede mojar ninguna superficie con la cual esté en contacto. En aire seco el mercurio metálico no se oxida, pero después de una larga exposición al aire húmedo, el metal se cubre con una película delgada de óxido. No se disuelve en ácido clorhídrico libre de aire o en ácido sulfúrico diluido, pero sí en ácidos oxidantes (ácido nítrico, ácido sulfúrico concentrado y agua regia).

Efectos del Mercurio sobre la salud

El Mercurio es un elemento que puede ser encontrado de forma natural en el medio ambiente. Puede ser encontrado en forma de metal, como sales de Mercurio o como Mercurio orgánico.

El Mercurio metálico es usado en una variedad de productos de las casas, como barómetros, termómetros, bombillas fluorescentes. El Mercurio en estos mecanismos está atrapado y usualmente no causa ningún problema de salud. De cualquier manera, cuando un termómetro se rompe una exposición significativamente alta al Mercurio ocurre a través de la respiración, esto ocurrirá por un periodo de tiempo corto mientras este se evapora. Esto puede causar efectos dañinos, como daño a los nervios, al cerebro y riñones, irritación de los pulmones, irritación de los ojos, reacciones en la piel, vómitos y diarreas.

El Mercurio no es encontrado de forma natural en los alimentos, pero este puede aparecer en la comida así como ser expandido en las cadenas alimentarias por pequeños organismos que son consumidos por los humanos, por ejemplo a través de los peces. Las concentraciones de Mercurio en los peces usualmente exceden en gran medida las concentraciones en el agua donde viven. Los productos de la cría de ganado pueden también contener eminentes cantidades de Mercurio. El Mercurio no es comúnmente encontrado en plantas, pero este puede entrar en los cuerpos humanos a través de vegetales y otros cultivos. Cuando sprays que contienen Mercurio son aplicados en la agricultura.

El Mercurio tiene un número de efectos sobre los humanos, que pueden ser todos simplificados en las siguientes principalmente:

Daño al sistema nervioso

Daño a las funciones del cerebro

Daño al ADN y cromosomas

Reacciones alérgicas, irritación de la piel, cansancio, y dolor de cabeza

Efectos negativos en la reproducción, daño en el esperma, defectos de nacimientos y abortos

El daño a las funciones del cerebro pueden causar la degradación de la habilidad para aprender, cambios en la personalidad, temblores, cambios en la visión, sordera, incoordinación de músculos y pérdida de la memoria. Daño en el cromosoma y es conocido que causa mongolismo.

Efectos ambientales del Mercurio

El Mercurio entra en el ambiente como resultado de la ruptura de minerales de rocas y suelos a través de la exposición al viento y agua. La liberación de Mercurio desde fuentes naturales ha permanecido en el mismo nivel a través de los años. Todavía las concentraciones de Mercurio en el medioambiente están creciendo; esto es debido a la actividad humana.

La mayoría del Mercurio liberado por las actividades humanas es liberado al aire, a través de la quema de productos fósiles, minería, fundiciones y combustión de residuos sólidos.

Algunas formas de actividades humanas liberan Mercurio directamente al suelo o al agua, por ejemplo la aplicación de fertilizantes en la agricultura y los vertidos de aguas residuales industriales. Todo el Mercurio que es liberado al ambiente eventualmente terminará en suelos o aguas superficiales.

El Mercurio del suelo puede acumularse en los champiñones.

Aguas superficiales ácidas pueden contener significantes cantidades de Mercurio. Cuando los valores de pH están entre cinco y siete, las concentraciones de Mercurio en el agua se incrementarán debido a la movilización del Mercurio en el suelo. El Mercurio que ha alcanzado las aguas superficiales o suelos los microorganismos pueden convertirlo en metil mercurio, una substancia que puede ser absorbida rápidamente por la mayoría de los organismos y es conocido que daña al sistema nervioso. Los peces son organismos que absorben gran cantidad de metil mercurio de agua surficial cada día. Como consecuencia, el metil mercurio puede acumularse en peces y en las cadenas alimenticias de las que forman parte.

Los efectos del Mercurio en los animales son daño en los riñones, trastornos en el estómago, daño en los intestinos, fallos en la reproducción y alteración del ADN.

MANGANESO

Elemento químico, símbolo Mn, de número atómico 25 y peso atómico 54.938. Es uno de los metales de transición del primer periodo largo de la tabla periódica; se encuentra entre el cromo y el hierro. Tiene propiedades en común con ambos metales. Aunque poco conocido o usado en su forma pura, reviste gran importancia práctica en la fabricación de acero.

El manganeso se oxida con facilidad en el aire para formar una capa castaña de óxido. También lo hace a temperaturas elevadas. A este respecto su comportamiento es más parecido a su vecino de mayor número atómico en la tabla periódica (el hierro), que al de menor número atómico, el cromo.

El manganeso es un metal bastante reactivo. Aunque el metal sólido reacciona lentamente, el polvo metálico reacciona con facilidad y en algunos casos, muy vigorosamente. Cuando se calienta en presencia de aire u oxígeno, el manganeso en polvo forma un óxido rojo, Mn_3O_4 . Con agua a temperatura ambiente se forman hidrógeno e hidróxido de manganeso(II), $Mn(OH)_2$. En el caso de ácidos, y a causa de que el manganeso es un metal reactivo, se libera hidrógeno y se forma una sal de manganeso(II). El manganeso reacciona a temperaturas elevadas con los halógenos, azufre, nitrógeno, carbono, silicio, fósforo y boro.

En sus muchos compuestos, presenta estados de oxidación de 1+ hasta de 7+. Los estados de oxidación más comunes son 2+, 4+ y 7+. Todos los compuestos, excepto los

que contienen MnII, son intensamente coloridos. Por ejemplo, el permanganato de potasio, KmnO_4 , produce soluciones acuosas que son de color rojo púrpura; el manganato de potasio, K_2MnO_4 , produce soluciones de color verde intenso.

Los compuestos de manganeso tienen muchas aplicaciones en la industria. El dióxido de manganeso se usa como un agente desecante o catalizador en pinturas y barnices y como decolorante en la fabricación de vidrio y en pilas secas. El permanganato de potasio se emplea como blanqueador para decoloración de aceites y como un agente oxidante en química analítica y preparativa.

Efectos del Manganeso sobre la salud

El Manganeso es un compuesto muy común que puede ser encontrado en todas partes en la tierra. El manganeso es uno de los tres elementos trazas tóxicos esenciales, lo cual significa que no es sólo necesario para la supervivencia de los humanos, pero que es también tóxico cuando está presente en elevadas concentraciones en los humanos. Cuando la gente no cumple con la ración diaria recomendada su salud disminuirá. Pero cuando la toma es demasiado alta problemas de salud aparecerán.

La toma de Manganeso por los humanos mayoritariamente tiene lugar a través de la comida, como son las espinacas, el té y las hierbas. Las comidas que contienen las más altas concentraciones son los granos y arroz, las semillas de soja, huevos, frutos secos, aceite de oliva, judías verdes y ostras. Después de ser absorbido en el cuerpo humano el manganeso será transportado a través de la sangre al hígado, los riñones, el páncreas y las glándulas endocrinas.

Los efectos del manganeso mayormente ocurren en el tracto respiratorio y el cerebro. Los síntomas por envenenamiento con Manganeso son alucinaciones, olvidos y daños en los nervios. El Manganeso puede causar parkinson, embolia de los pulmones y bronquitis.

Cuando los hombres se exponen al manganeso por un largo periodo de tiempo el daño puede llegar a ser importante.

Un síndrome que es causado por el manganeso tiene los siguientes síntomas: esquizofrenia, depresión, debilidad de músculos, dolor de cabeza e insomnio.

Porque el Manganeso es un elemento esencial para la salud de los humanos la falta de este puede también causar efectos sobre la salud. Estos son los siguientes efectos:

Engordar

Intolerancia a la glucosa

Coágulos de sangre

Problemas de la piel

Bajos niveles de colesterol

Desorden del esqueleto

Defectos de nacimiento

Cambios en el color del pelo

Síntomas neurológicos

Efectos ambientales del Manganeso

Los compuestos del manganeso existen de forma natural en el ambiente como sólidos en suelos y pequeñas partículas en el agua. Las partículas de manganeso en el aire están presente en las partículas de polvo. Estas usualmente se depositan en la tierra en unos pocos días.

Los humanos aumentan las concentraciones de Manganeso en el aire por las actividades industriales y a través de la quema de productos fósiles. El Manganeso que deriva de las fuentes humanas puede también entrar en la superficie del agua, aguas subterráneas y aguas residuales. A través de la aplicación del Manganeso como pesticida el Manganeso entrará en el suelo.

Para los animales el Manganeso es un componente esencial sobre unas 36 enzimas que son usadas para el metabolismo de carbohidratos, proteínas y grasas.

Con animales que comen muy poco manganeso interfiere en el crecimiento normal, la formación de huesos y en la reproducción.

Para algunos animales la dosis letal es bastante baja, lo cual significa que tienen pocas posibilidades de supervivencia incluso a pequeñas dosis de manganeso cuando este excede la dosis esencial. El Manganeso puede causar disturbancias en los pulmones, hígado y vasculares, decremento de la presión sanguínea, fallos en el desarrollo de fetos de animales y daños cerebrales.

Cuando el Manganeso es tomado a través de la piel este puede causar temblores y fallos en la coordinación. Finalmente, las pruebas de laboratorio con animales han mostrado que diversos envenenamientos con Manganeso deberían incluso ser capaces de causar el desarrollo de tumores en animales.

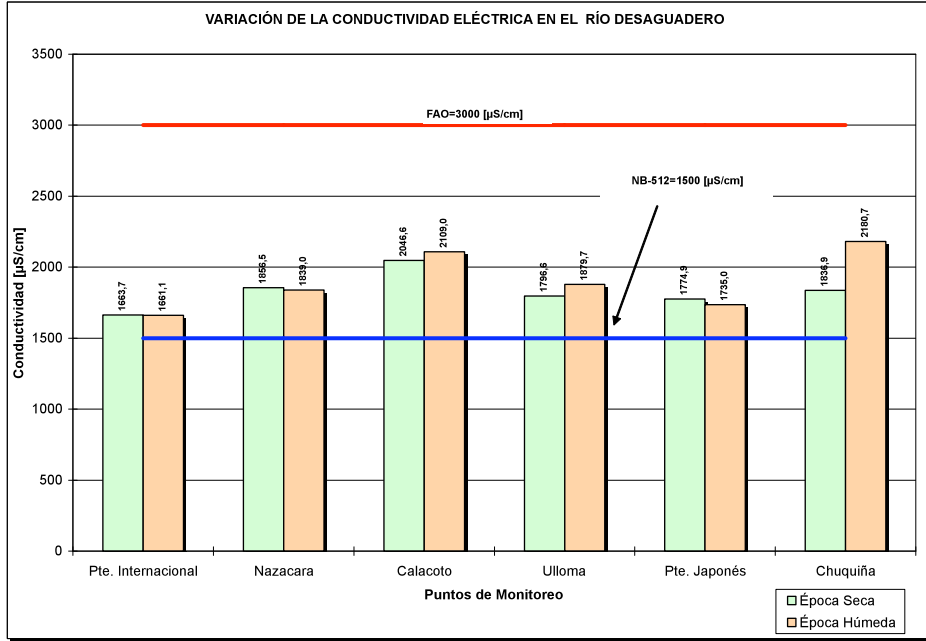
En plantas los iones del Manganeso son transportado hacia las hojas después de ser tomados en el suelo. Cuando muy poco manganeso puede ser absorbido desde el suelo esto causa disturbaciones en los mecanismos de las plantas. Por ejemplo disturbaciones en la división del agua en hidrógeno y oxígeno, en lo cual el Manganeso juega un papel importante.

El Manganeose puede causar síntomas de toxicidad y deficiencia en plantas. Cuando el pH del suelo es bajo las deficiencias de Manganeso son más comunes.

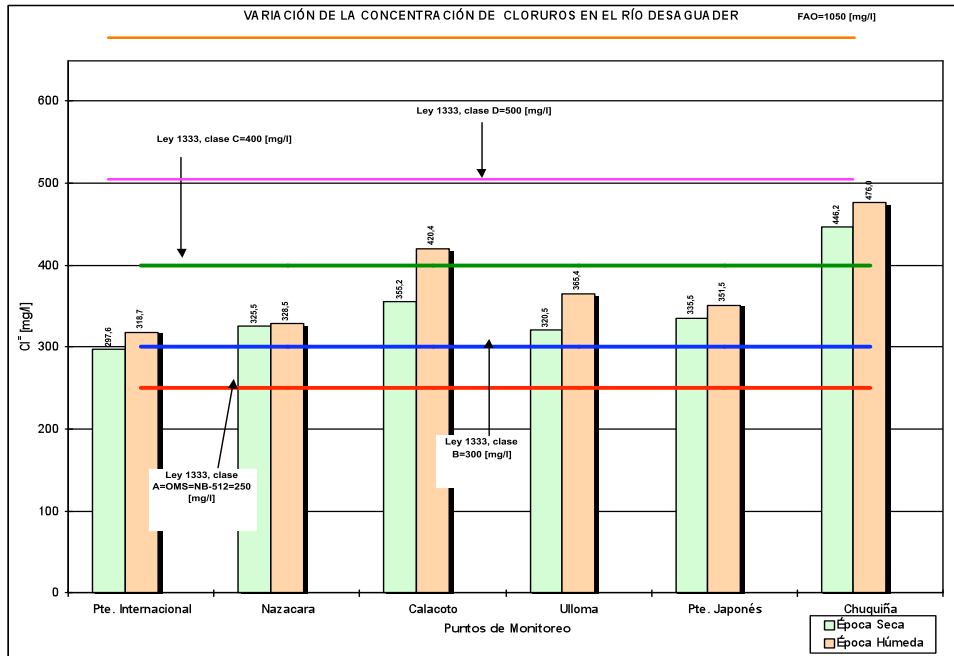
Concentraciones altamente tóxicas de Manganeso en suelo pueden causar inflamación de la pared celular, abrasamiento de las hojas y puntos marrones en las hojas. Las deficiencia puede también causar estos efectos entre concentraciones tóxicas y concentraciones que causan deficiencias una pequeña área de concentraciones donde el crecimiento de la planta es óptimo puede ser detectado.

ANEXO

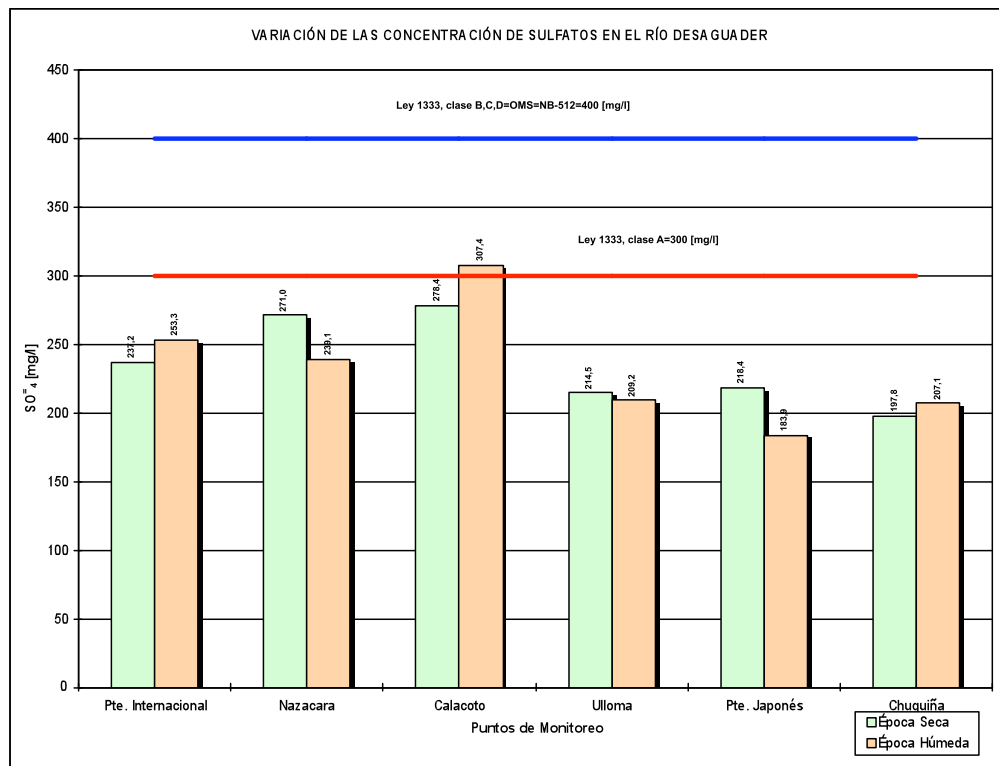
GRAFICAS DE LA CONCENTRACION PROMEDIO DE LOS PARAMETROS EN EL RÍO DESAGUADERO



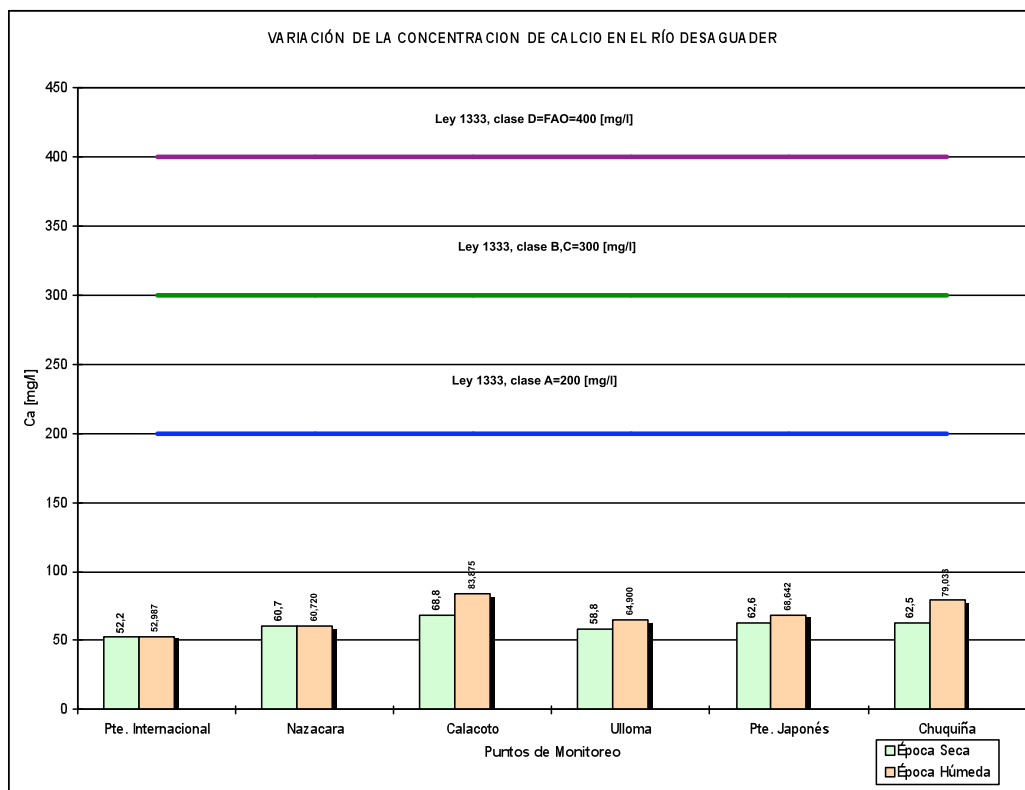
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN EL RÍO DESAGUADERO



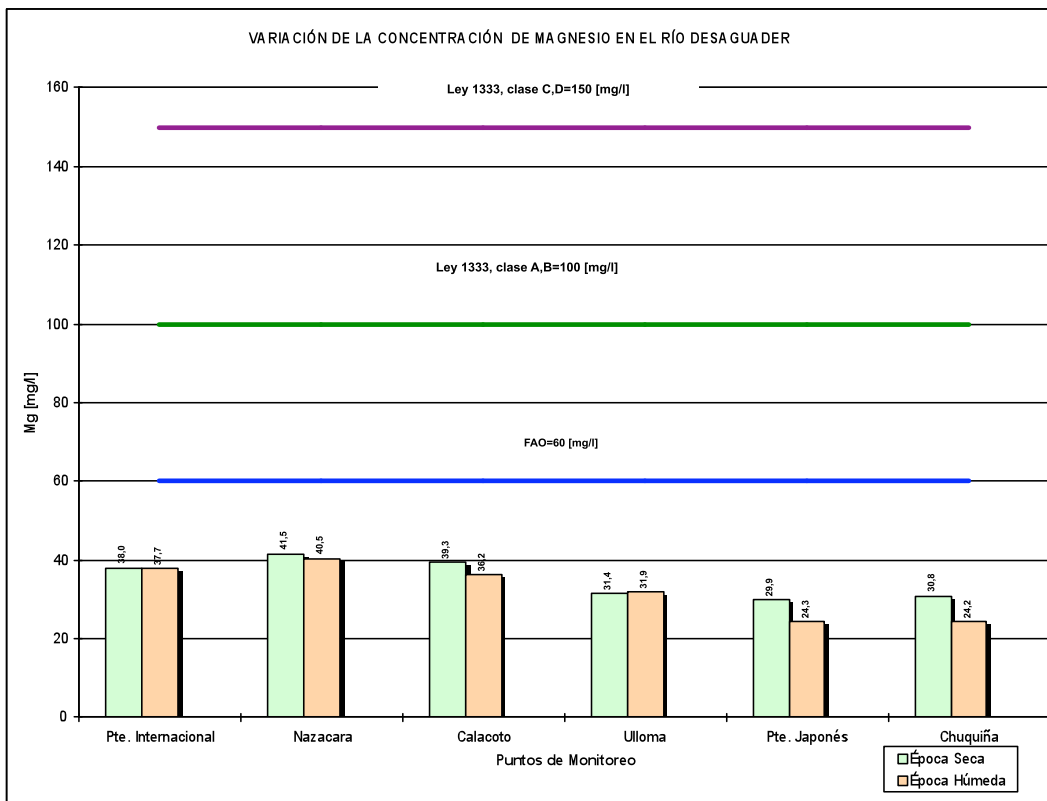
CLORUROS EN EL RÍO DESAGUADERO



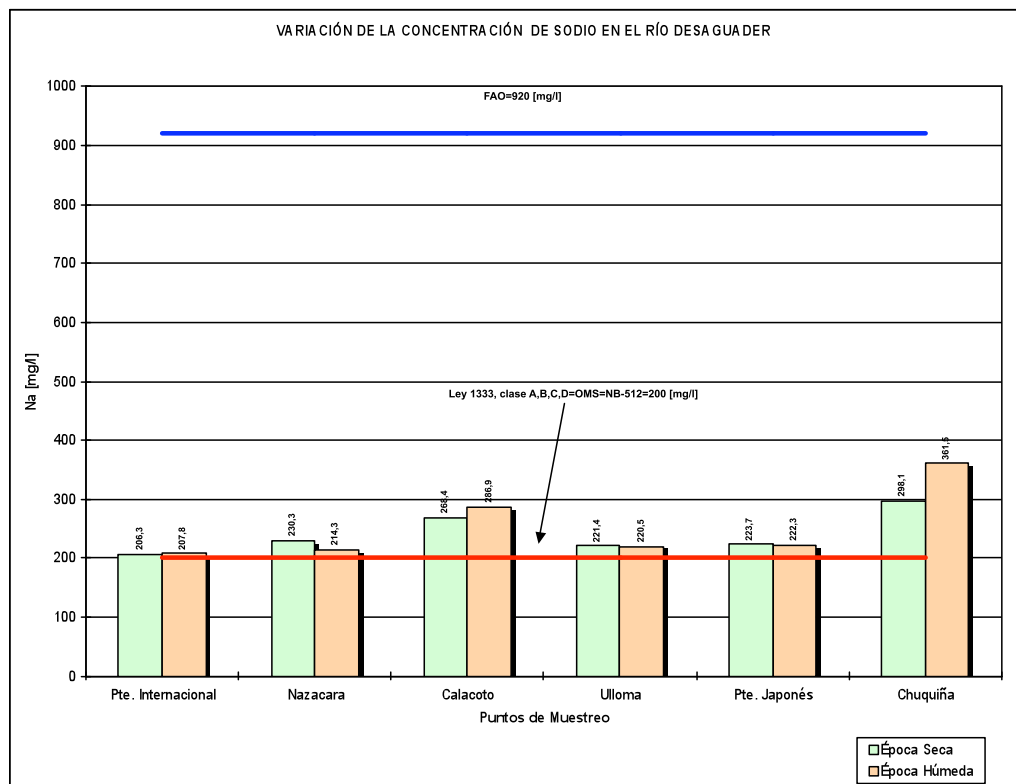
SULFATOS EN EL RÍO DESAGUADERO



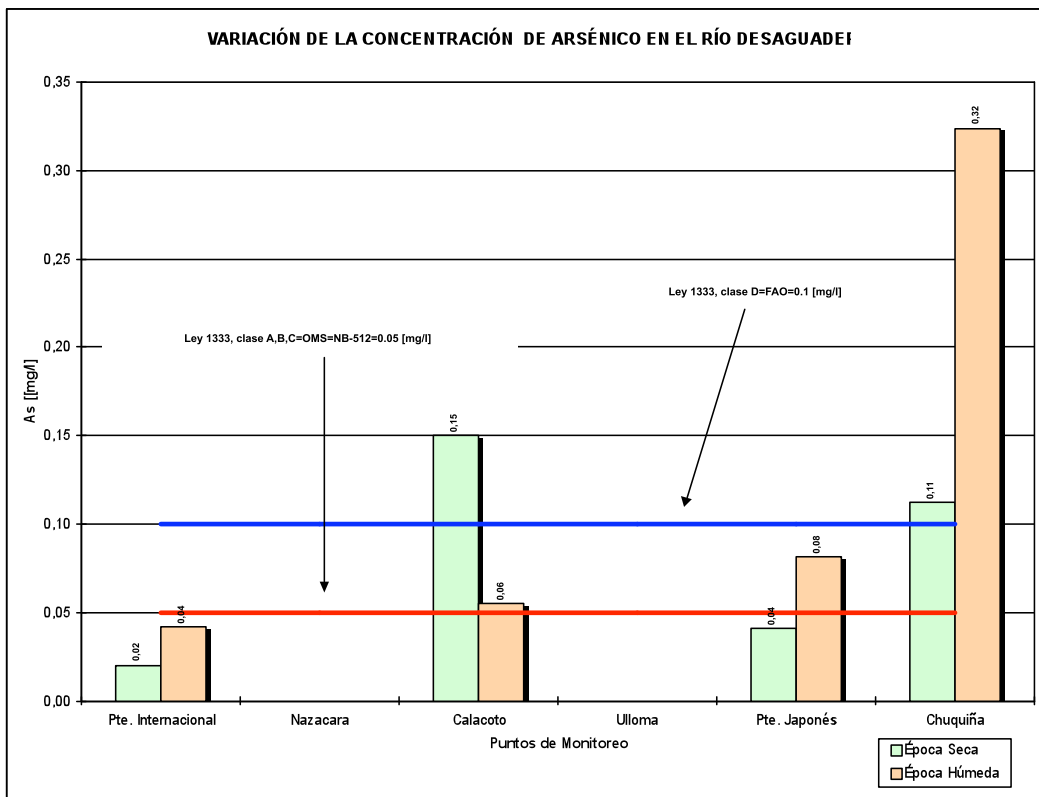
CALCIO EN EL RIO DESAGUADERO



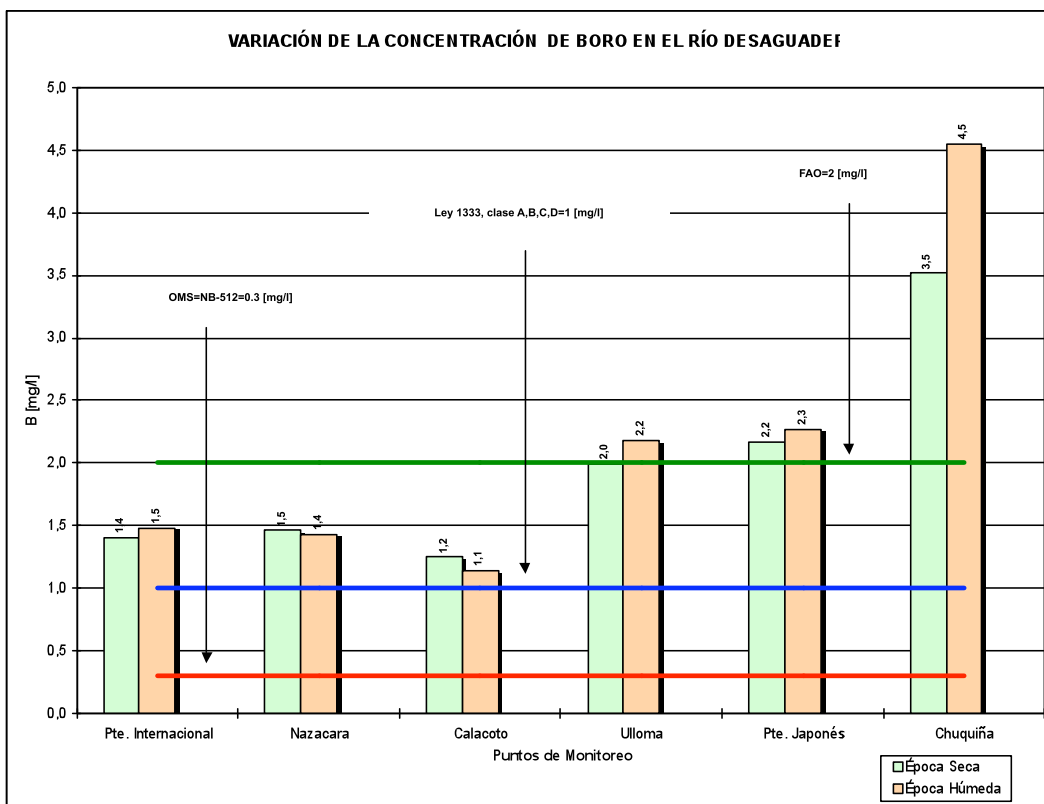
MAGNESIO EN EL RÍO DESAGUADERO



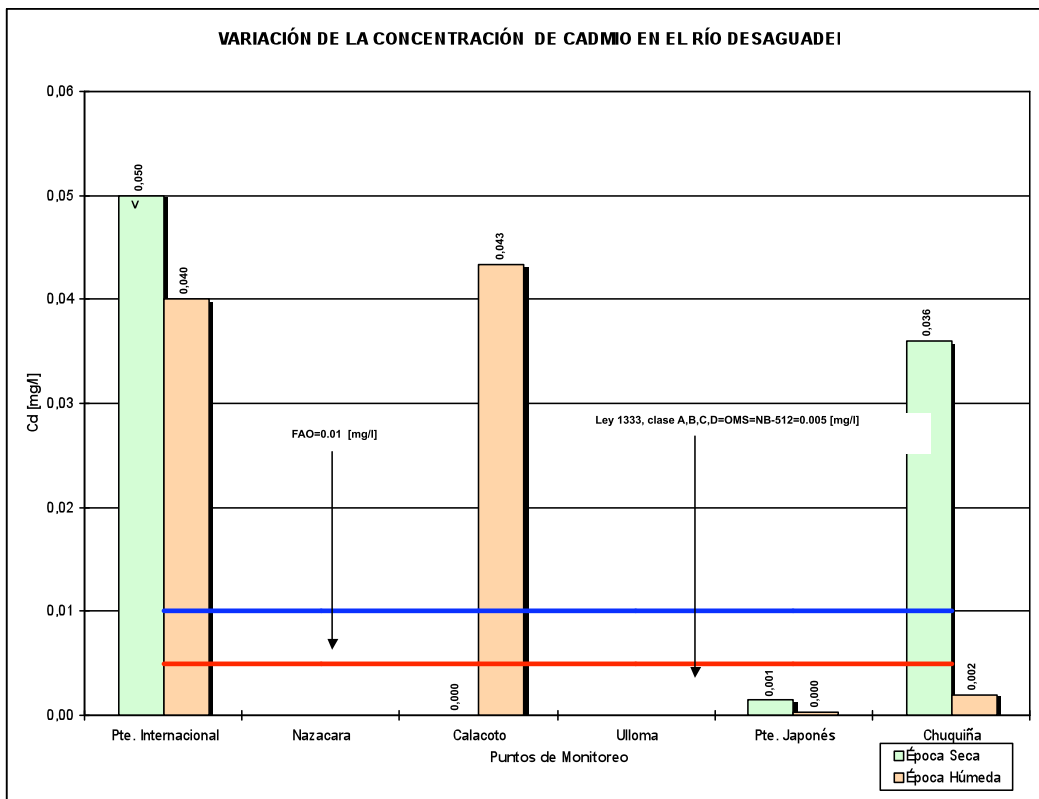
SODIO EN EL RÍO DESAGUADERO



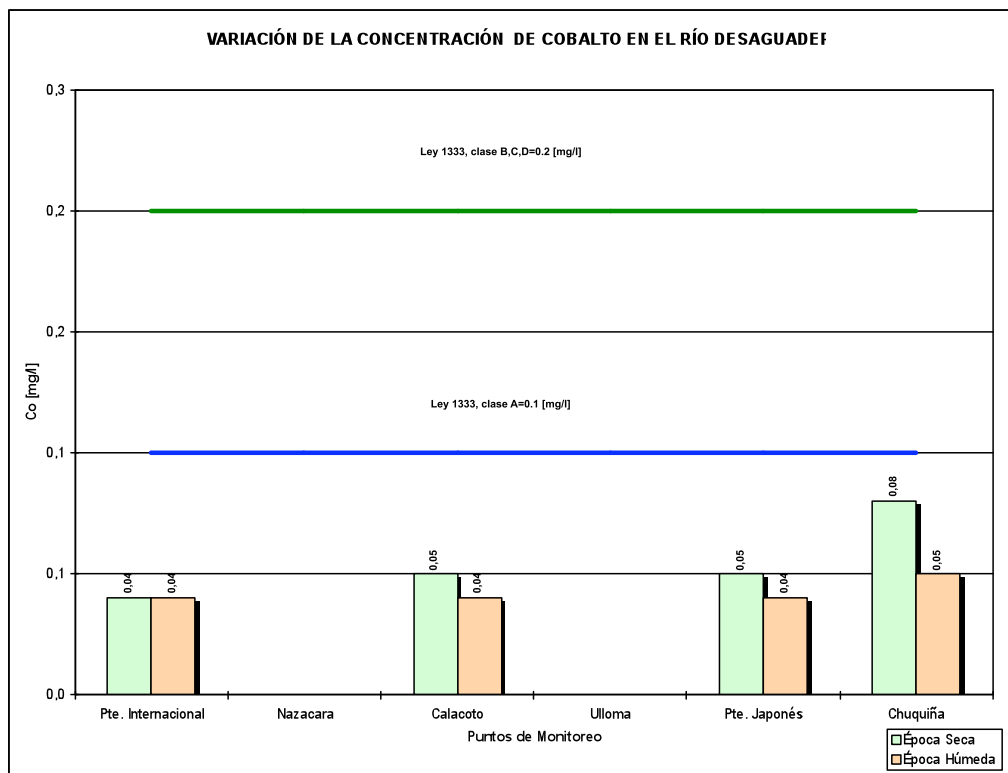
ARSÉNICO EN EL RÍO DESAGUADERO



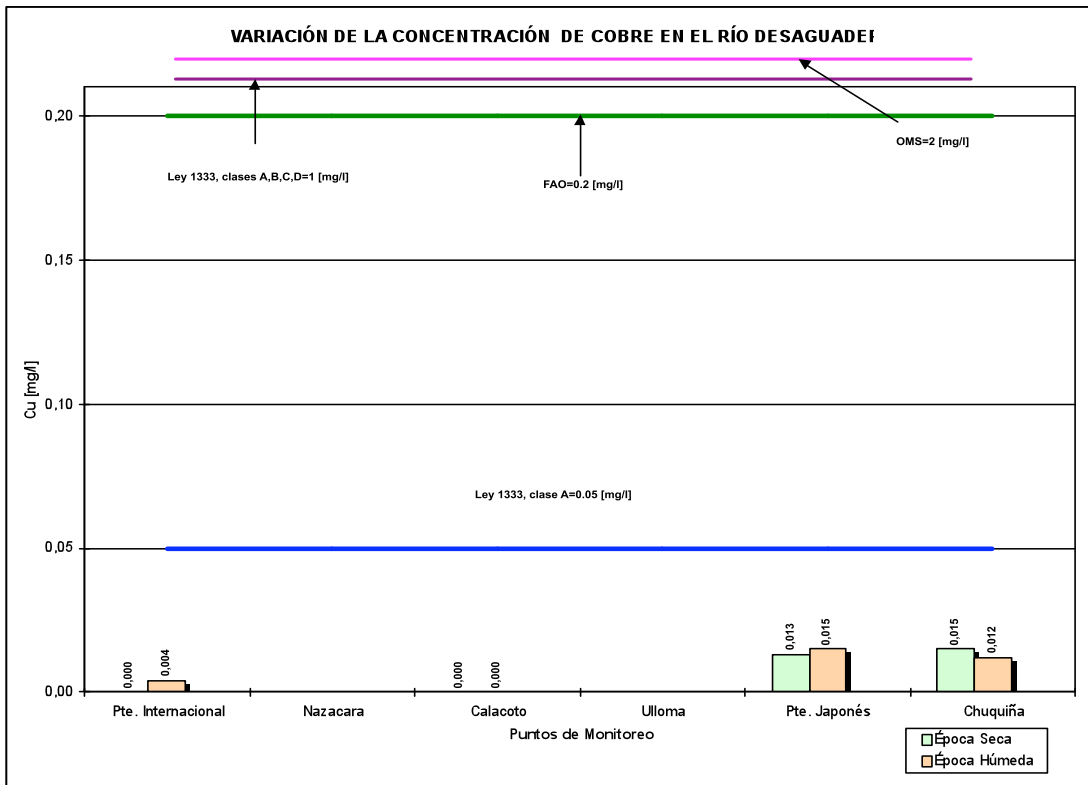
BORO EN EL RÍO DESAGUADERO



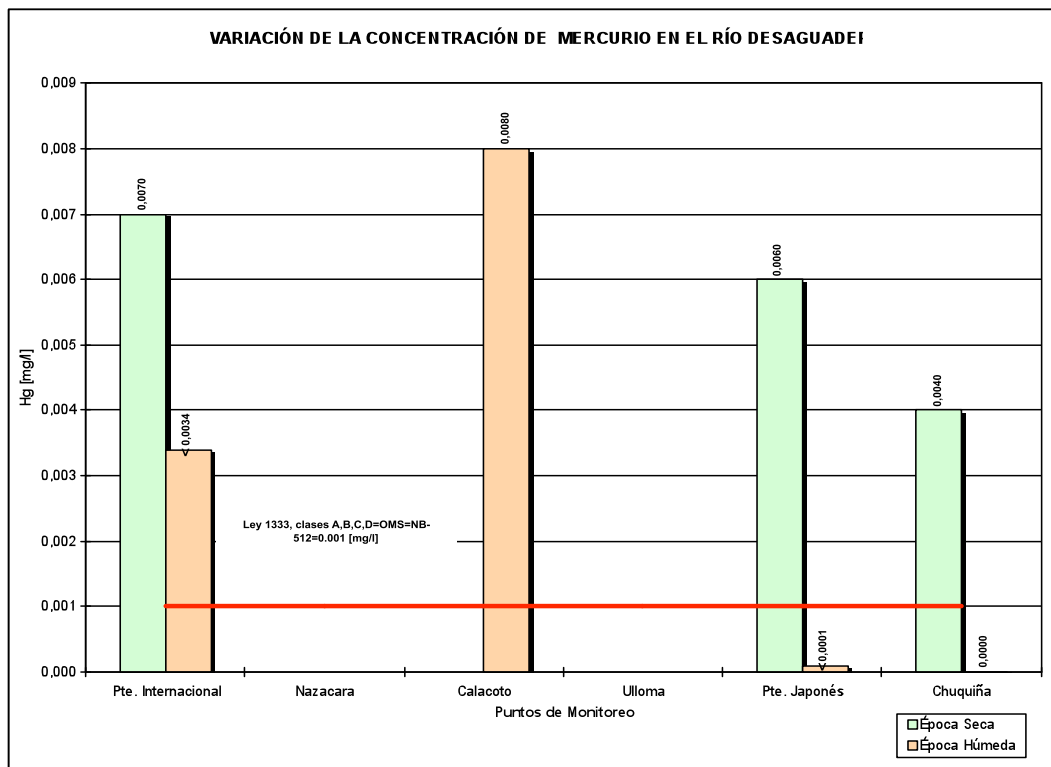
CADMIO EN EL RÍO DESAGUADERO



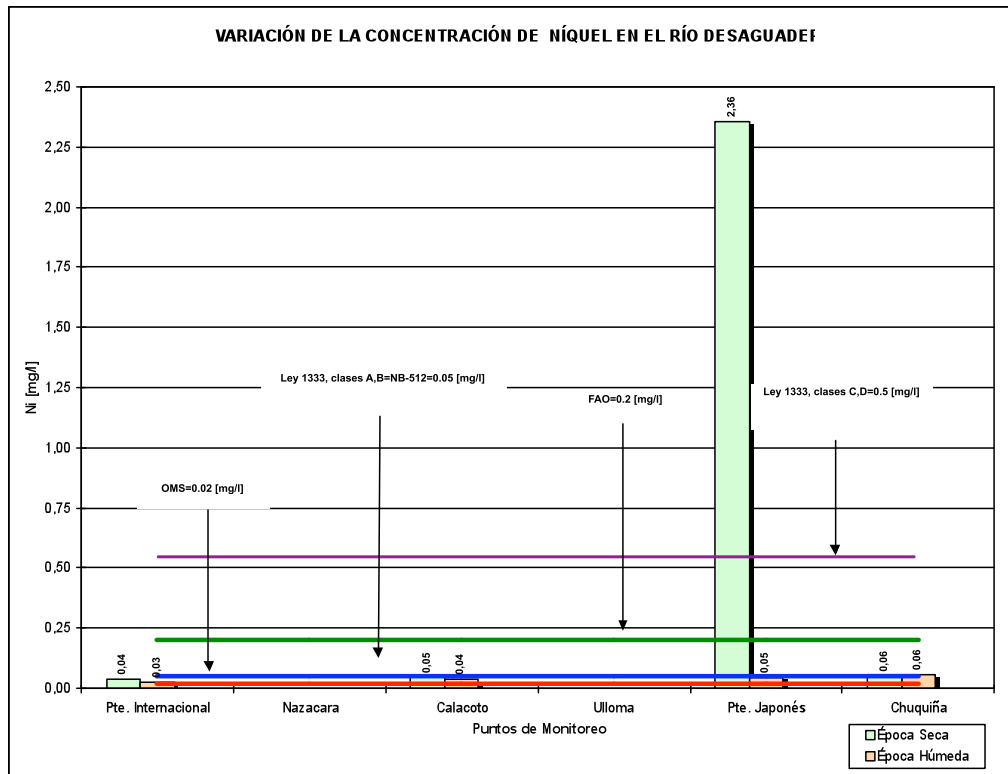
COBALTO EN EL RÍO DESAGUADERO



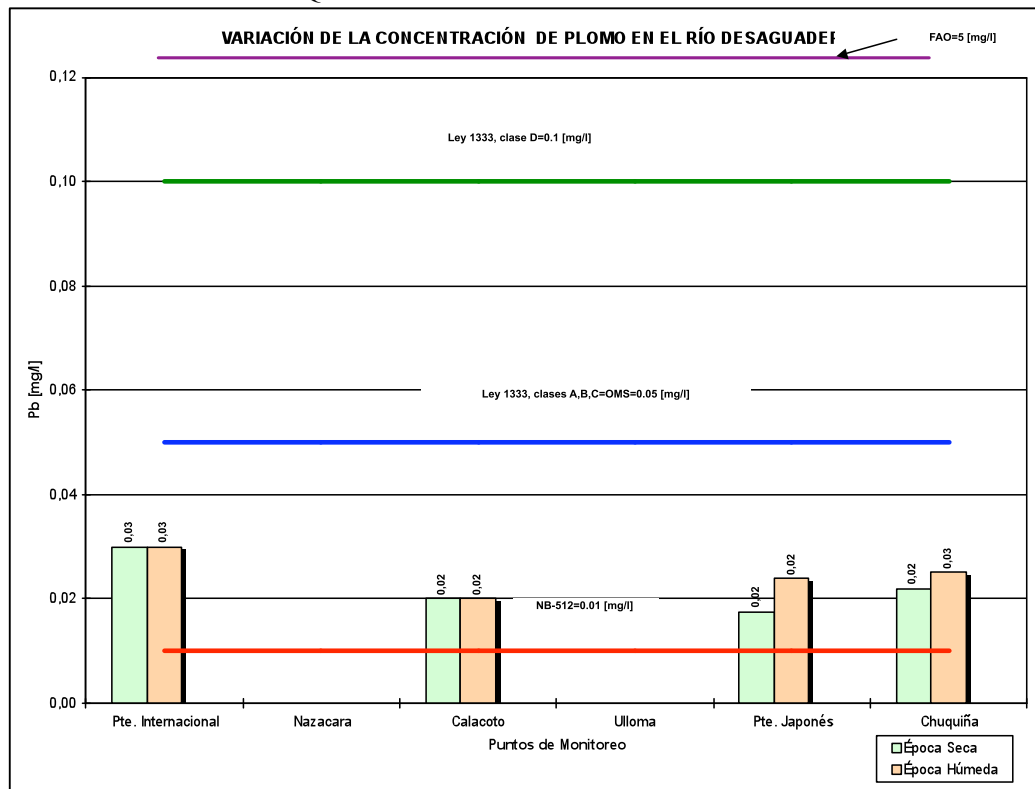
COBRE EN EL RÍO DESAGUADERO



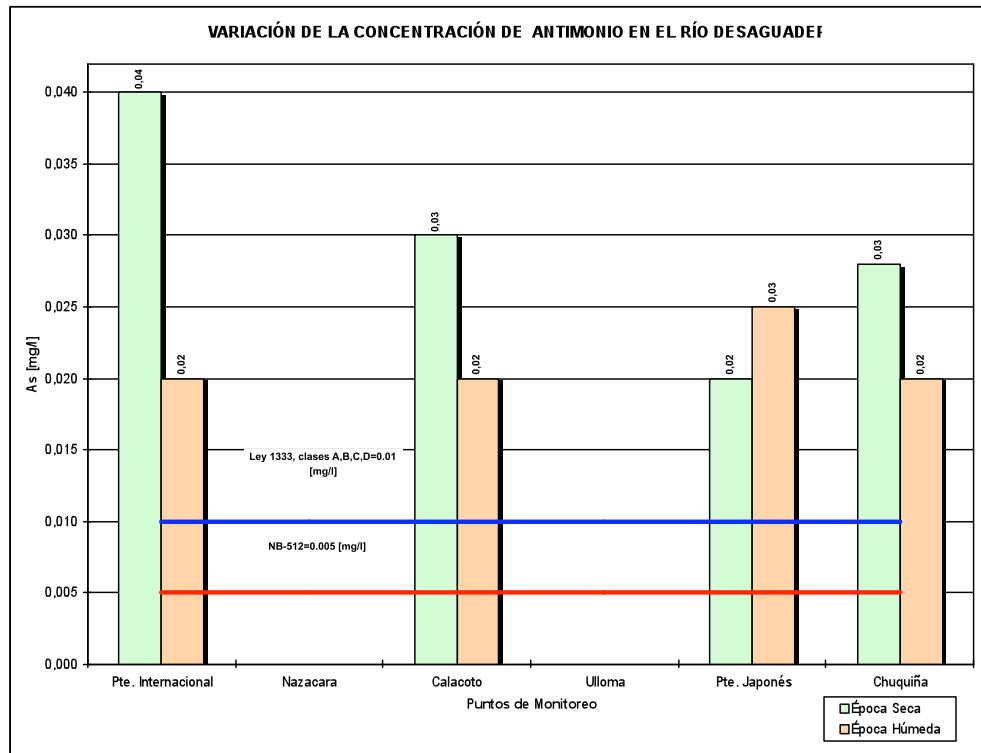
MERCURIO EN EL RÍO DESAGUADERO



NÍQUEL EN EL RÍO DESAGUADERO

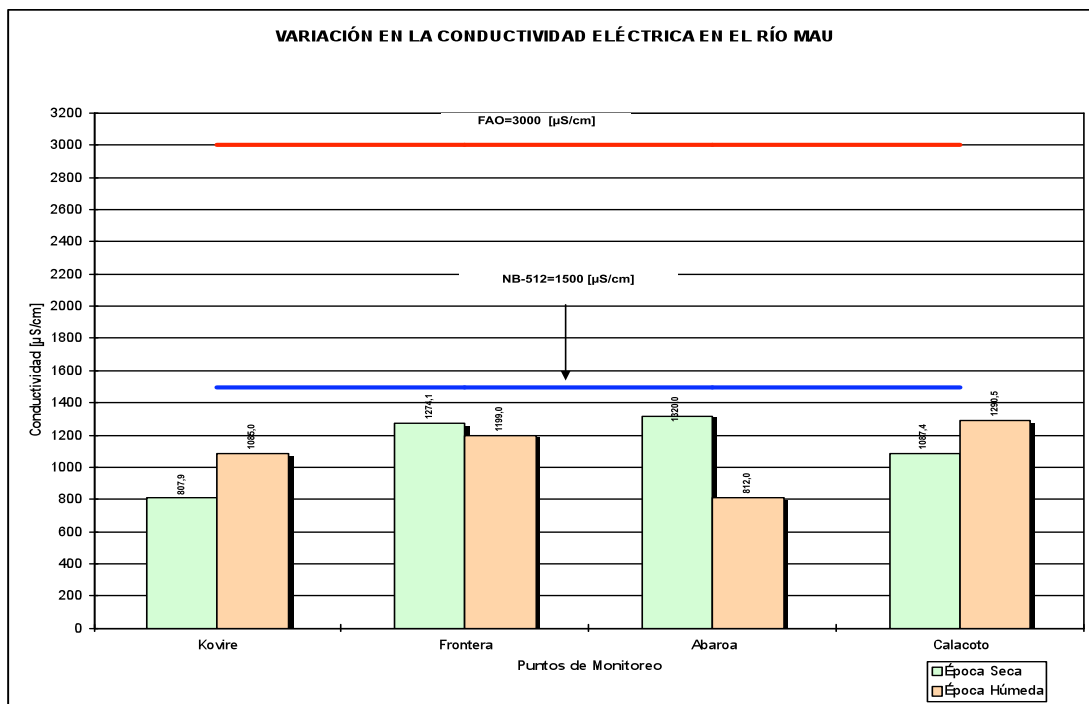


PLOMO EN EL RÍO DESAGUADERO

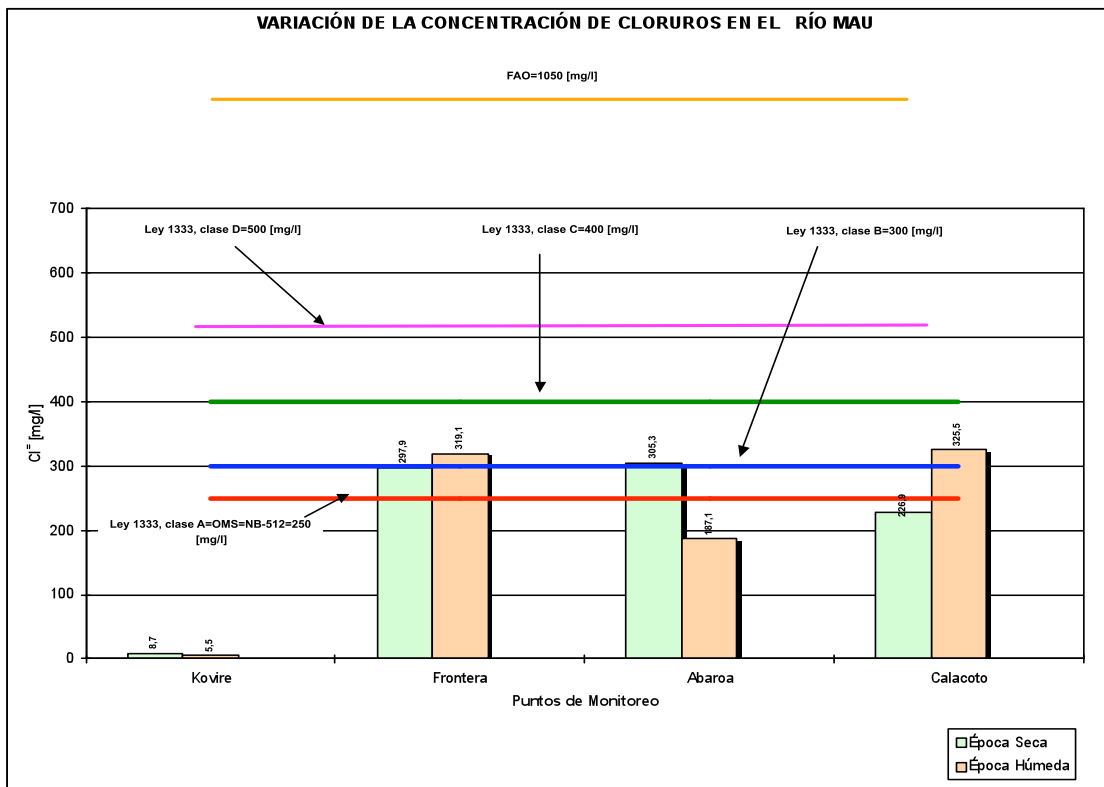


ANTIMONIO EN EL RÍO DESAGUADERO

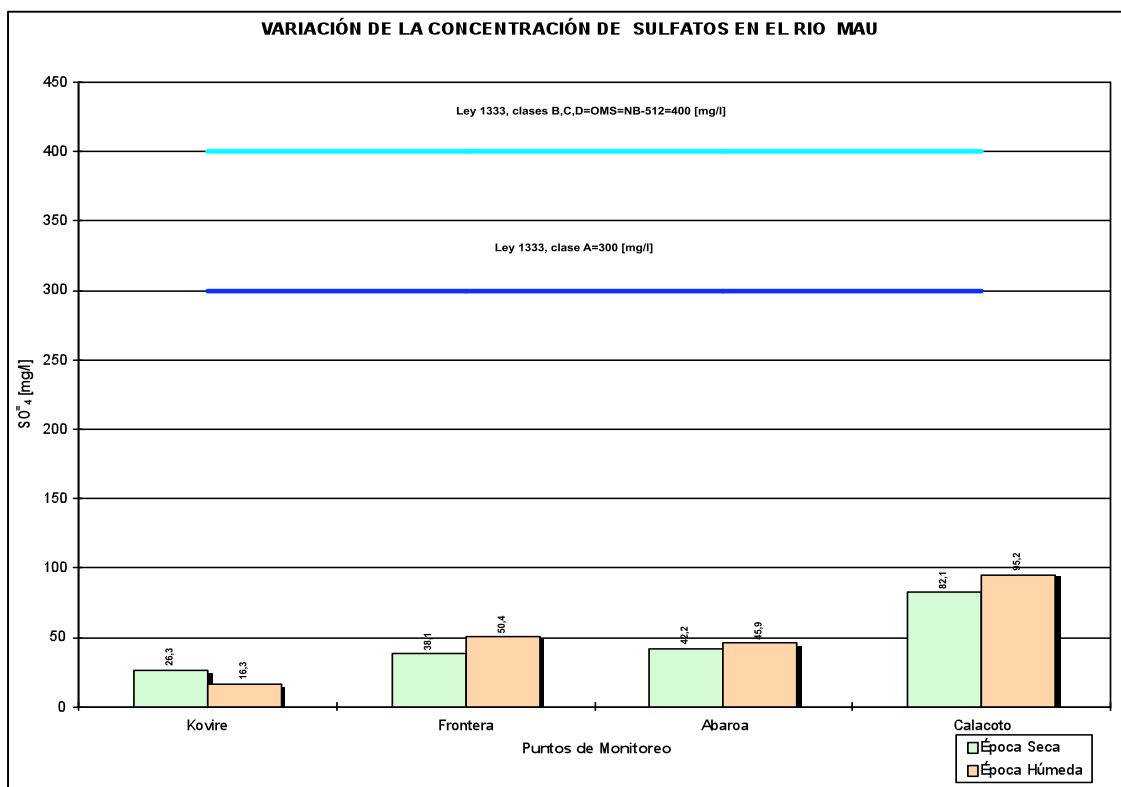
GRAFICAS DE LA CONCENTRACION DE LOS PARAMETROS EN EL RIO MAURI



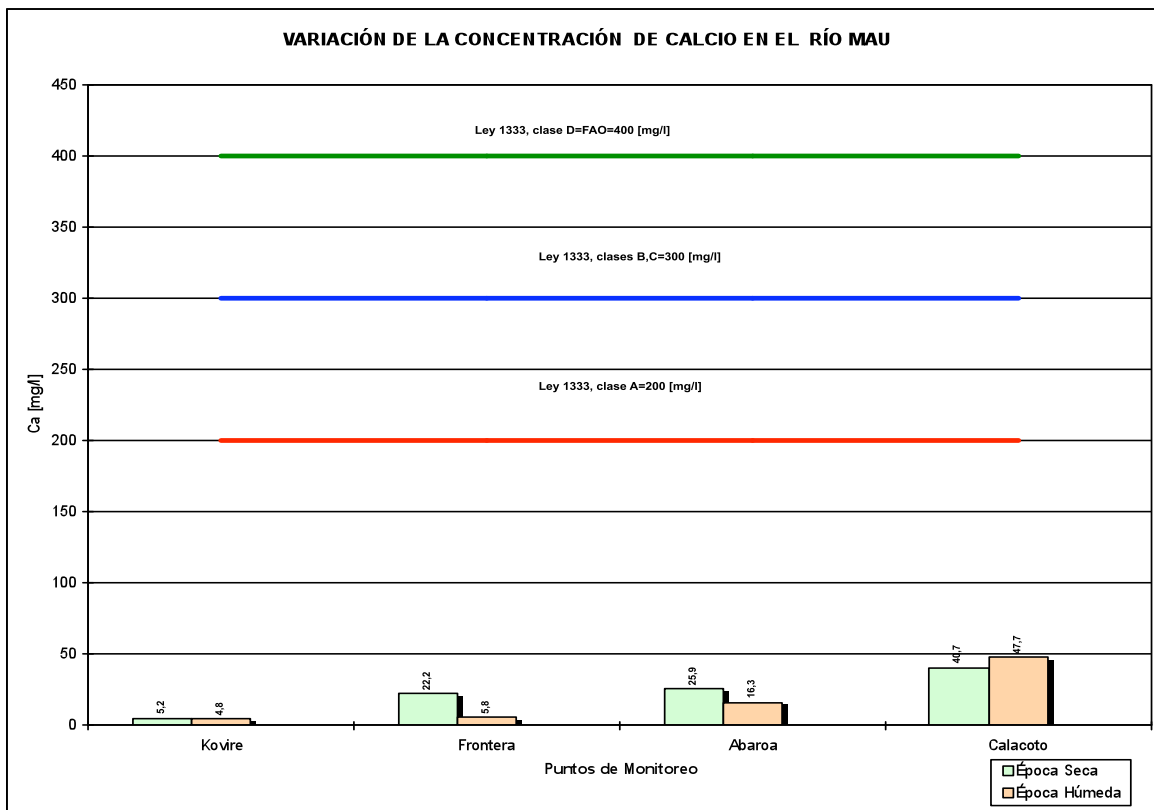
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN EL RIO MAURI



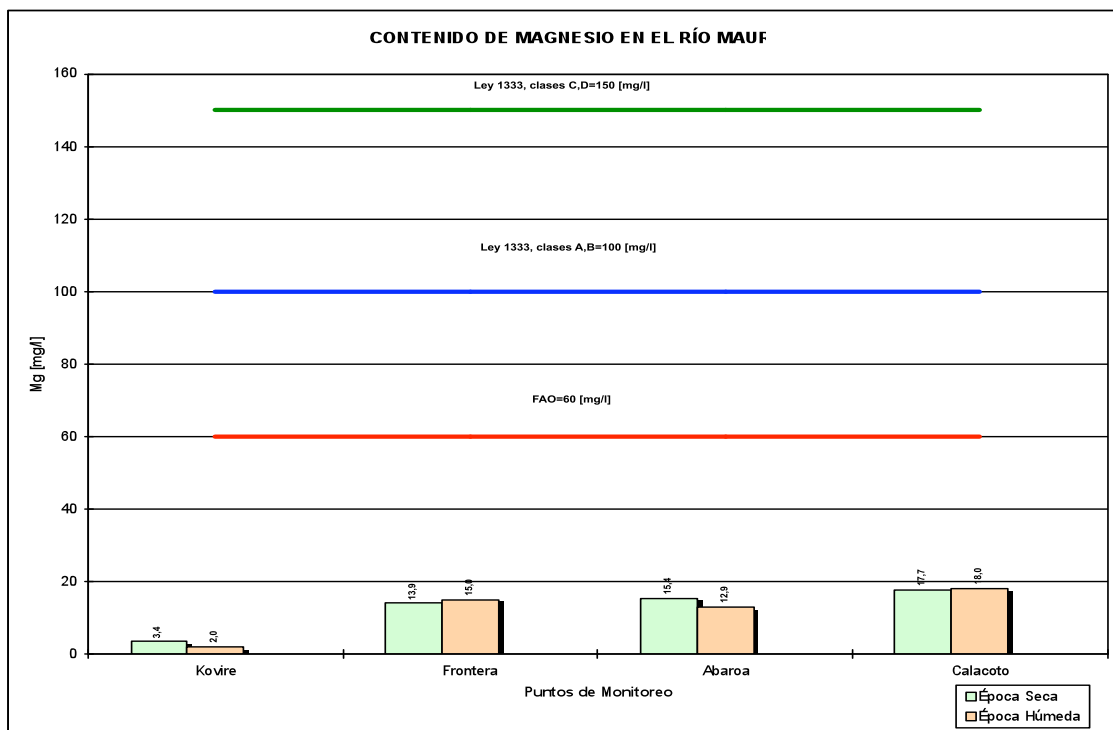
CLORUROS EN EL RIO MAURI



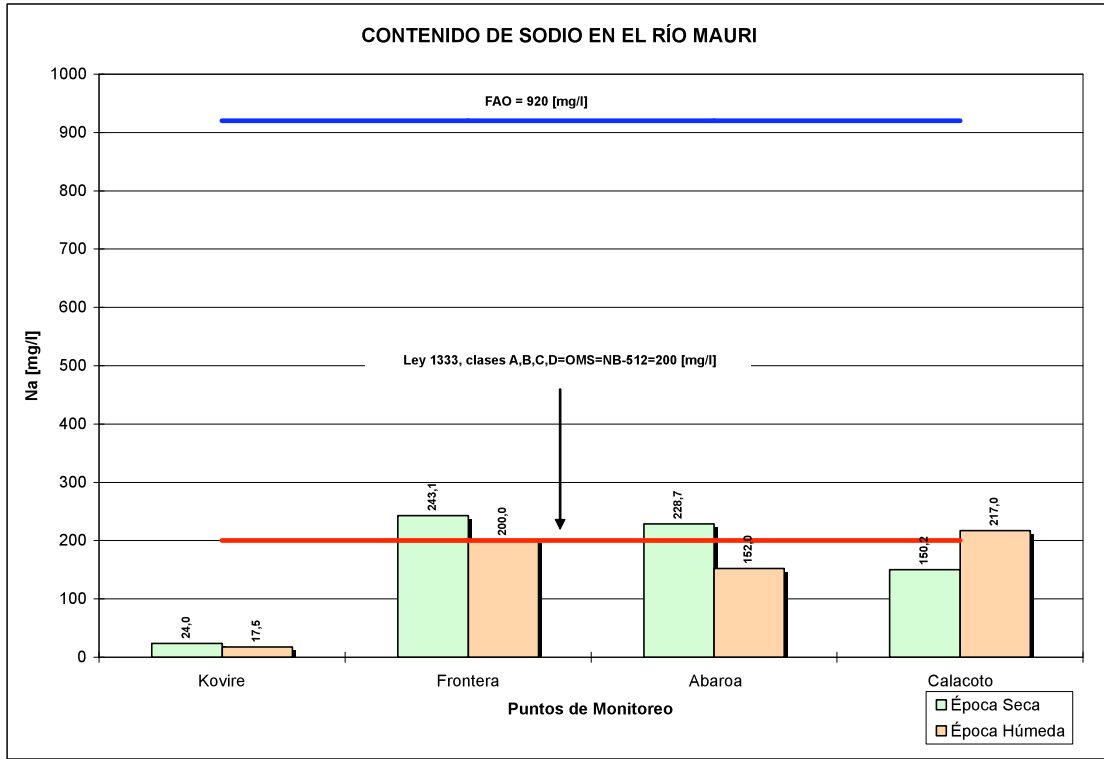
SULFATOS EN EL RIO MAURI



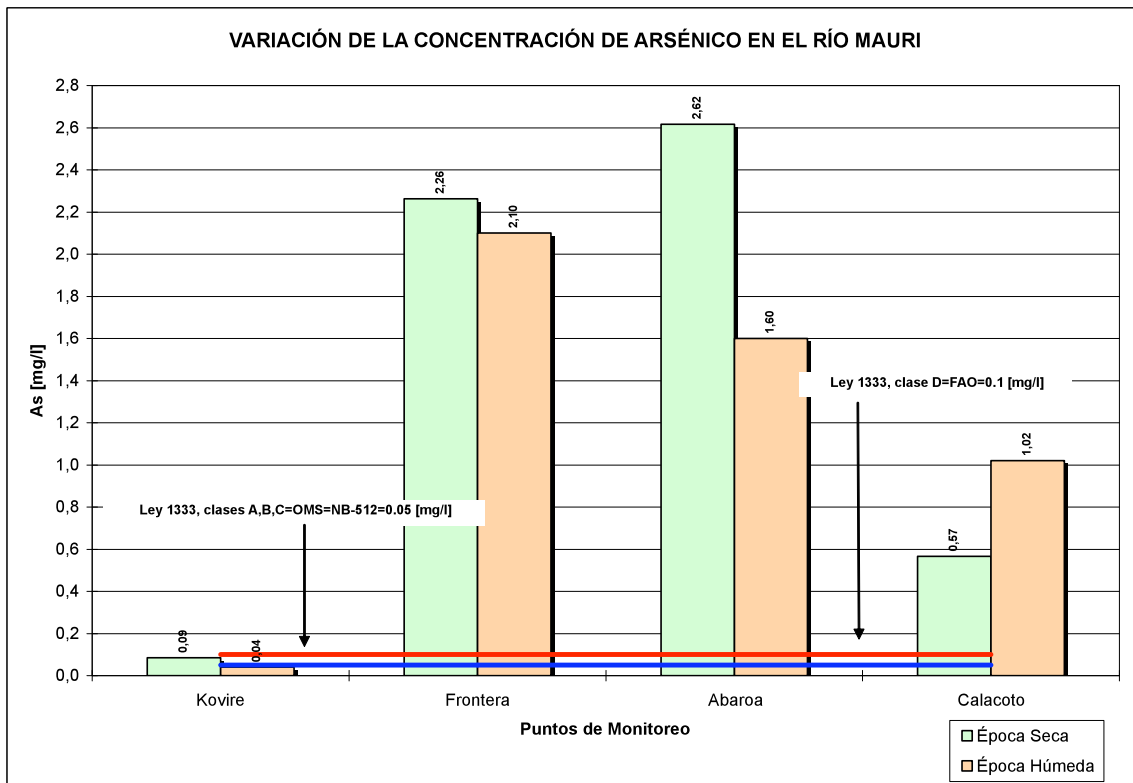
CALCIO EN EL RIO MAURI



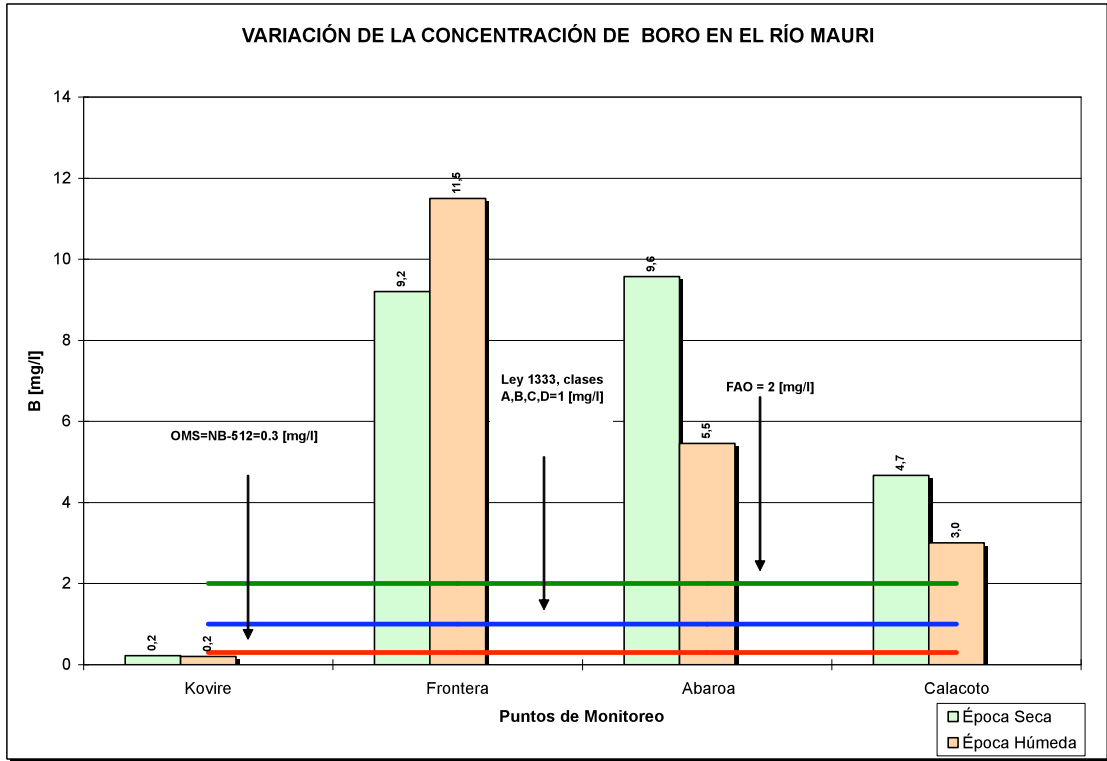
MAGNESIO EN EL RIO MAURI



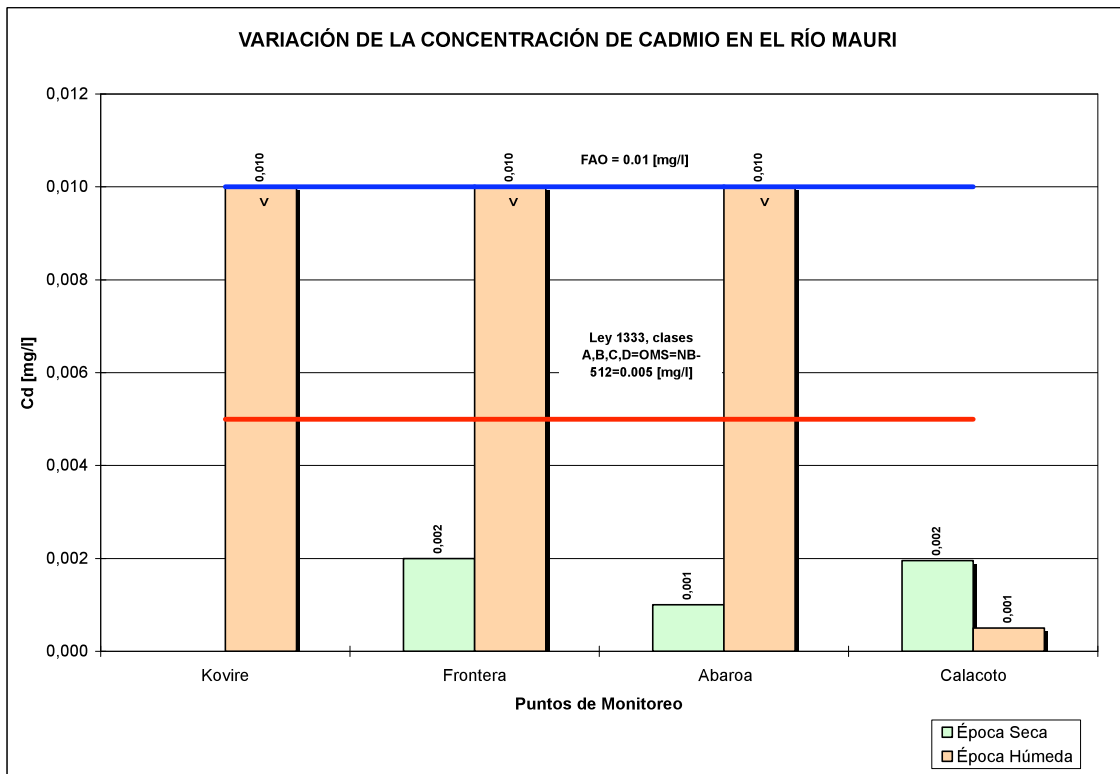
SODIO EN EL RIO MAURI



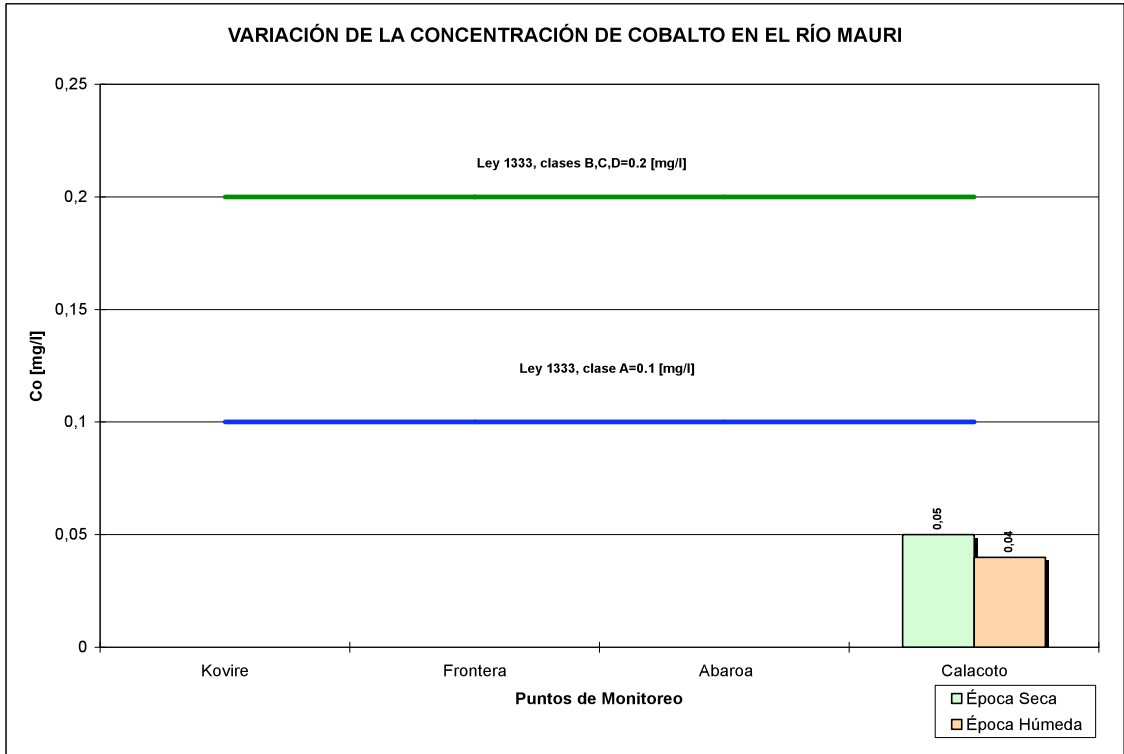
ARSÉNICO EN EL RIO MAURI



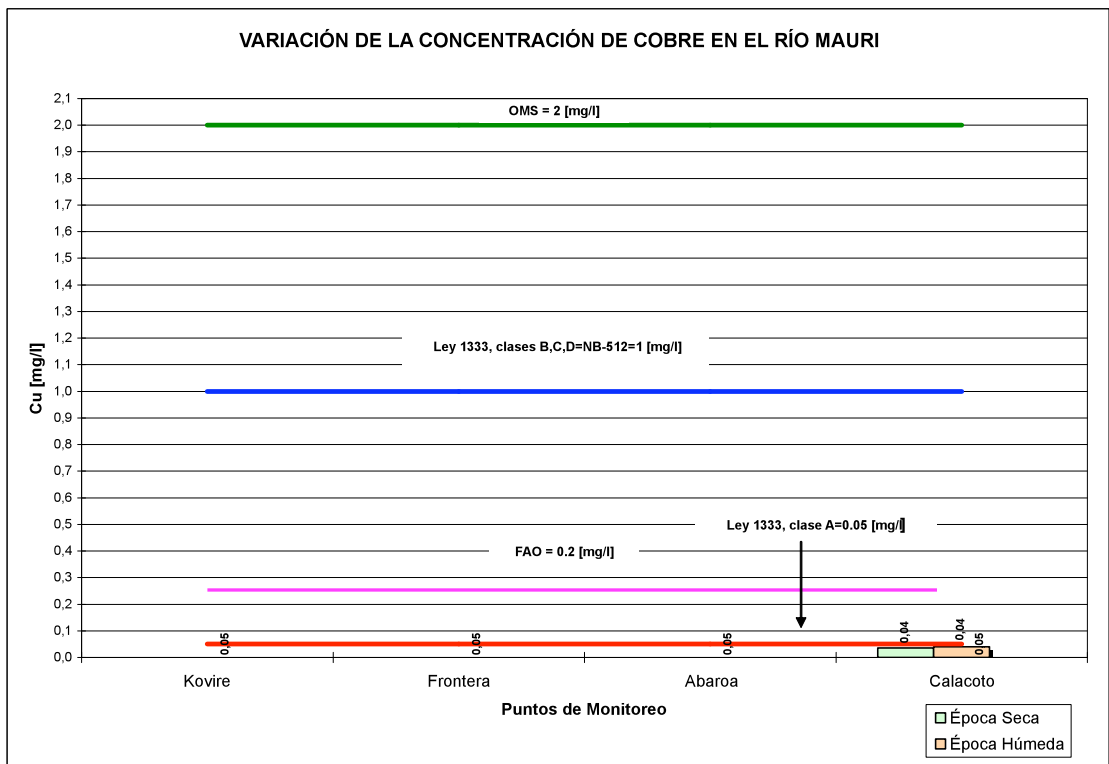
BORO EN EL RIO MAURI



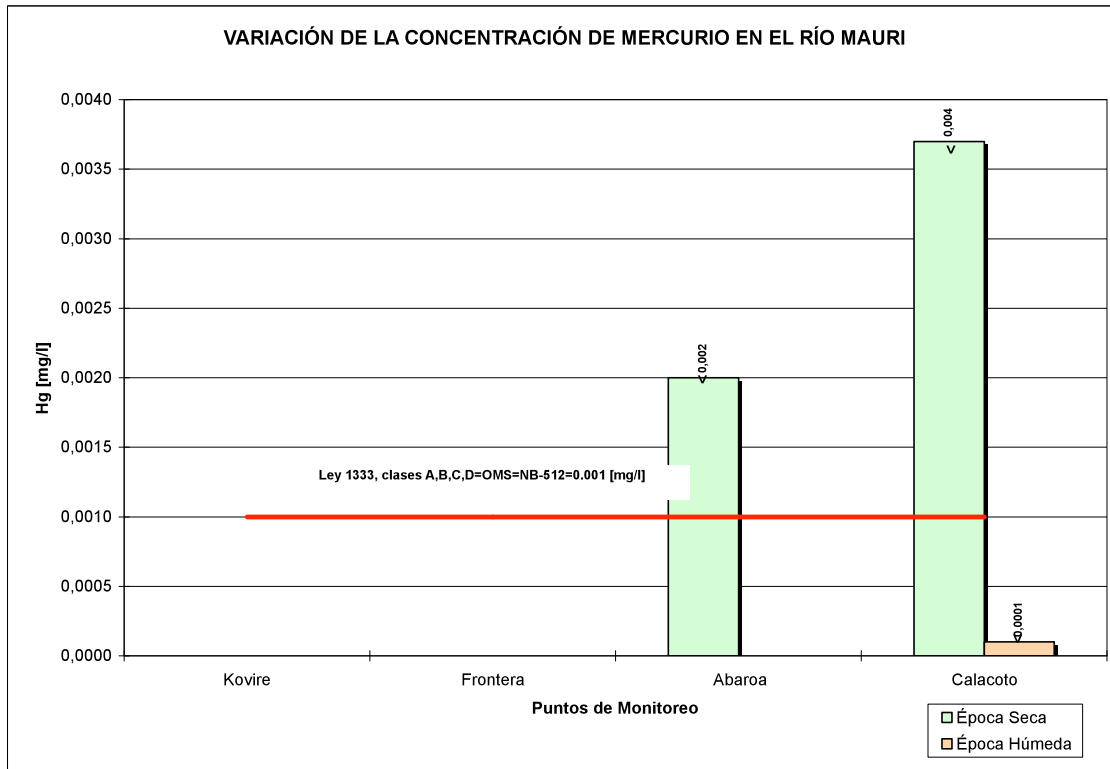
CADMIO EN EL RIO MAURI



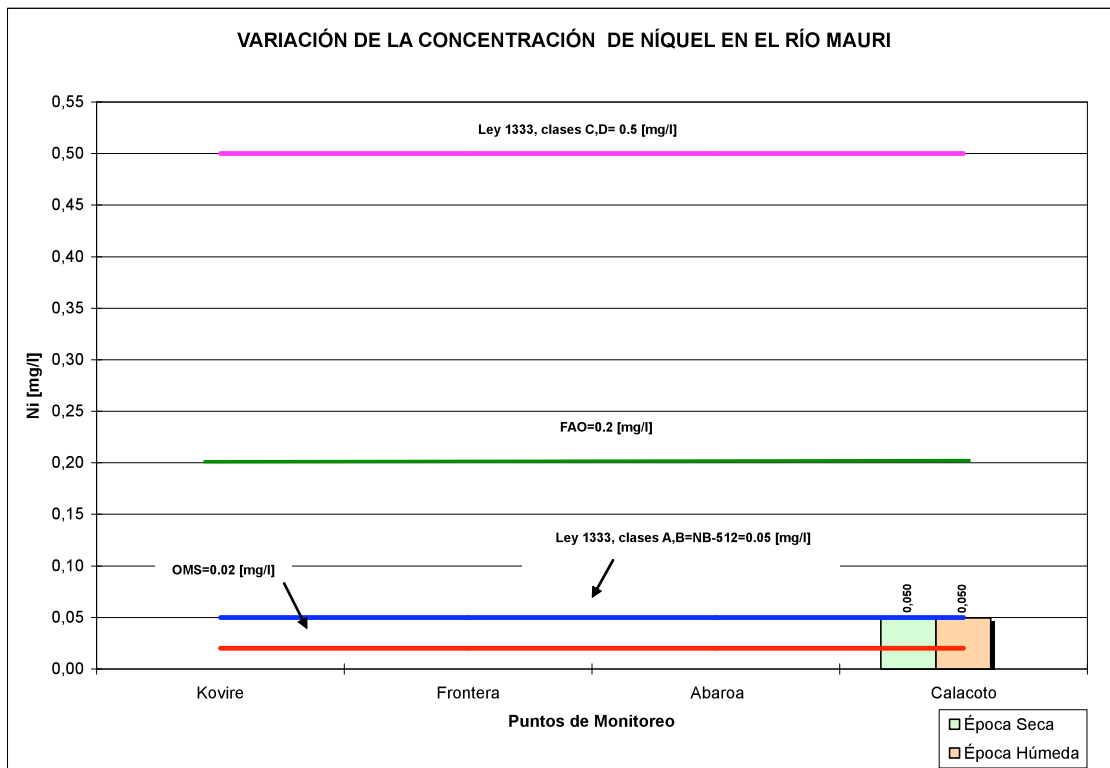
COBALTO EN EL RIO MAURI



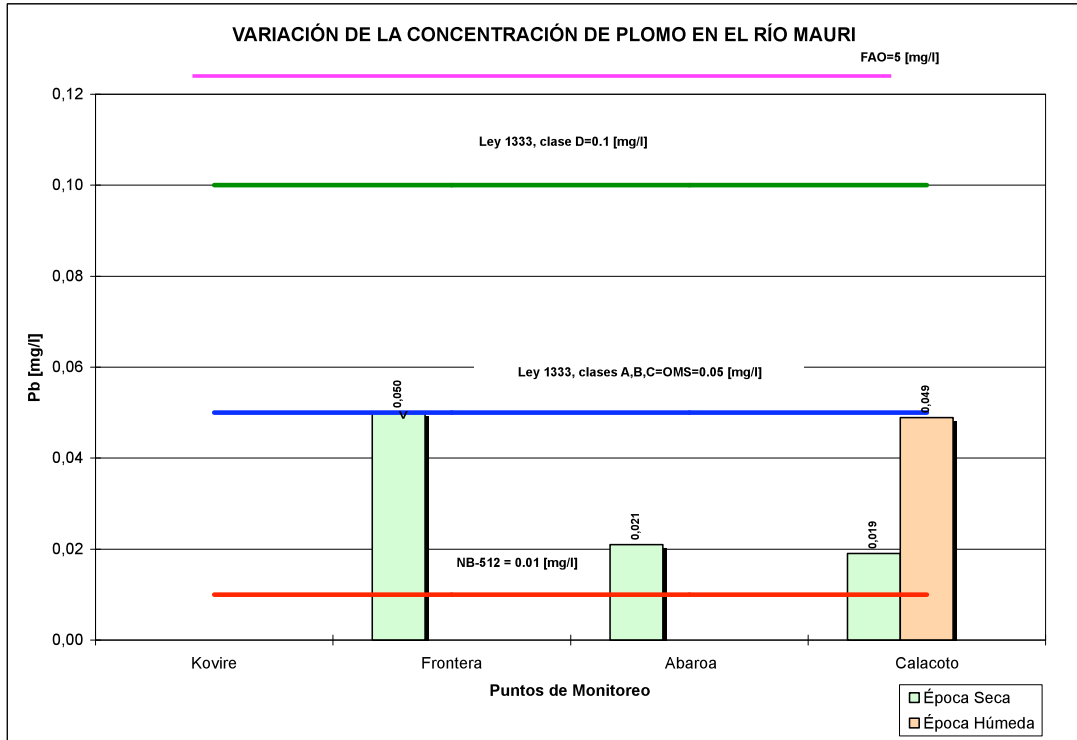
COBRE EN EL RIO MAURI



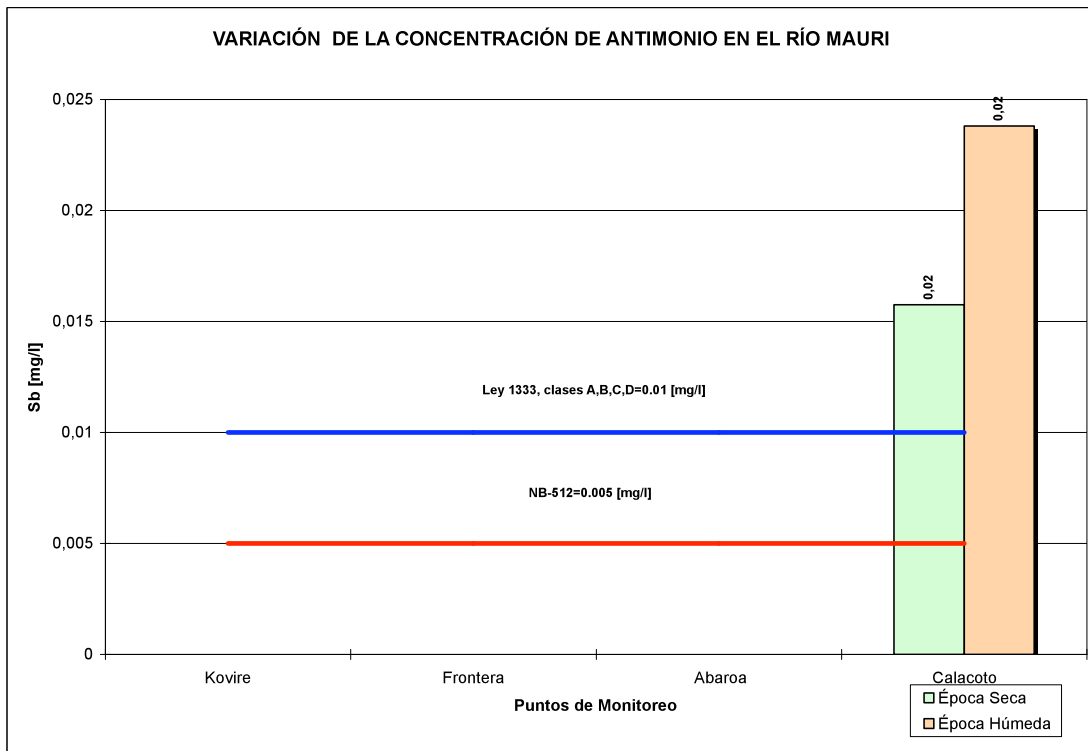
MERCURIO EN EL RIO MAURI



NIQUEL EN EL RIO MAURI



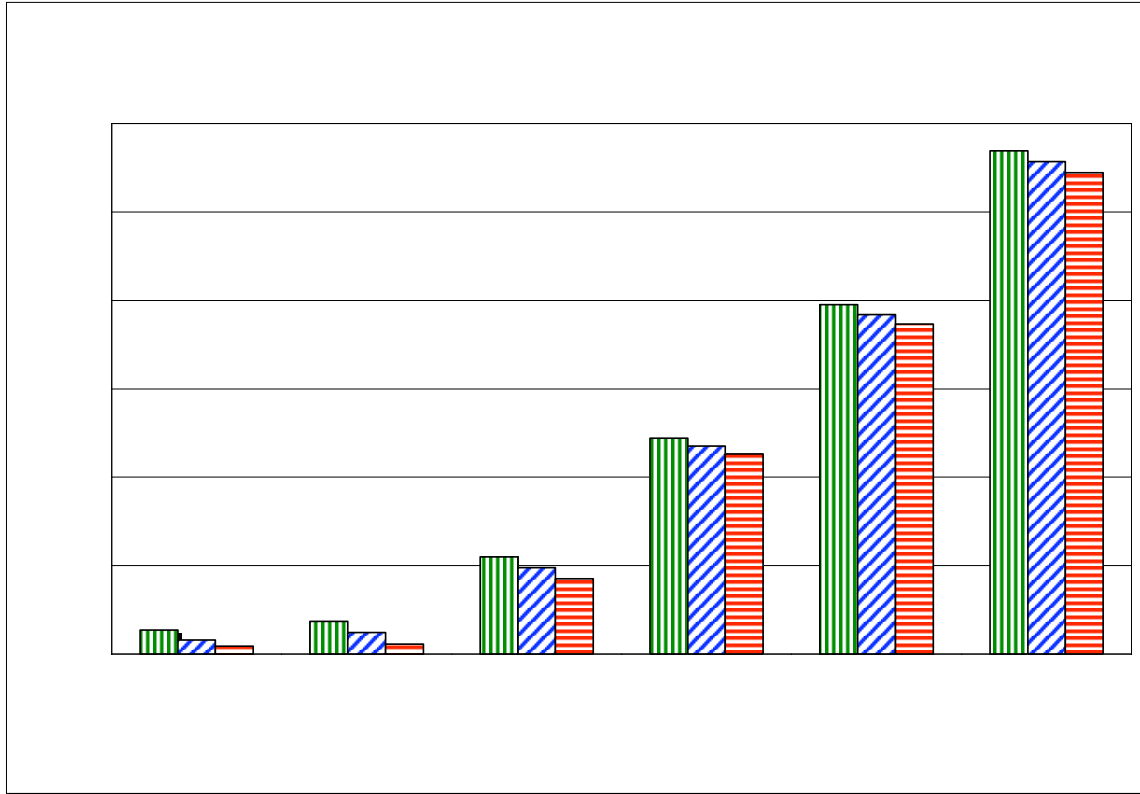
PLOMO EN EL RIO MAURI



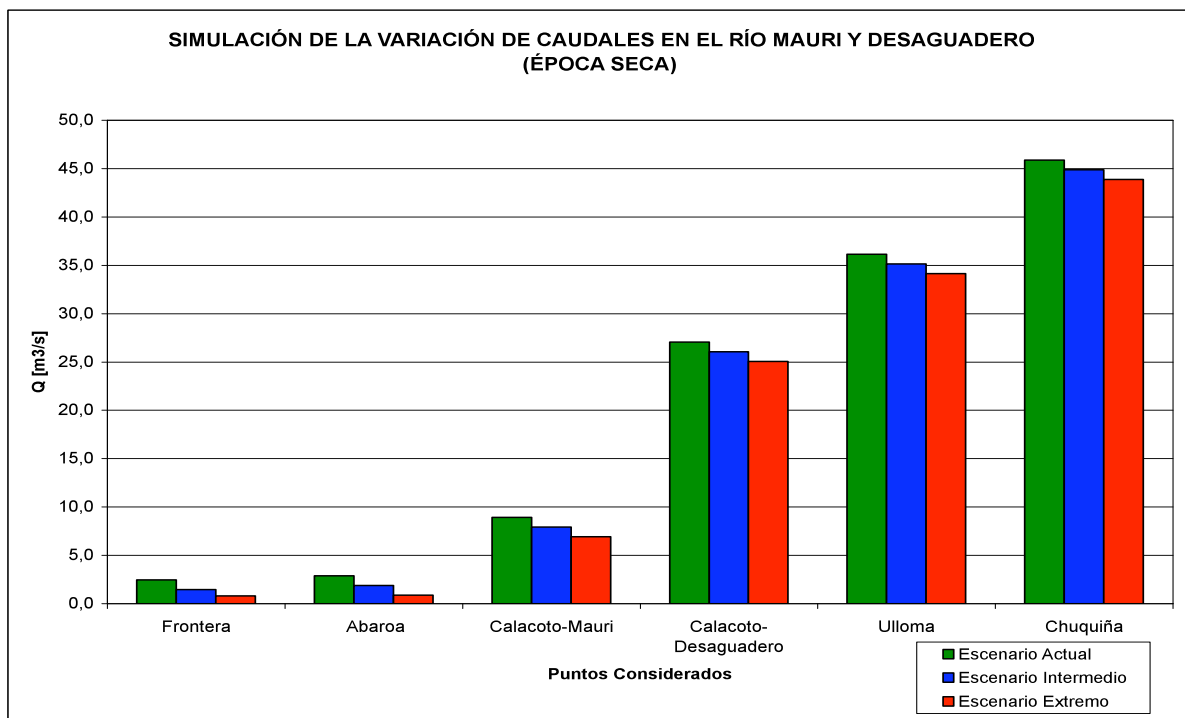
ANTIMONIO EN EL RIO MAURI

ANEXO

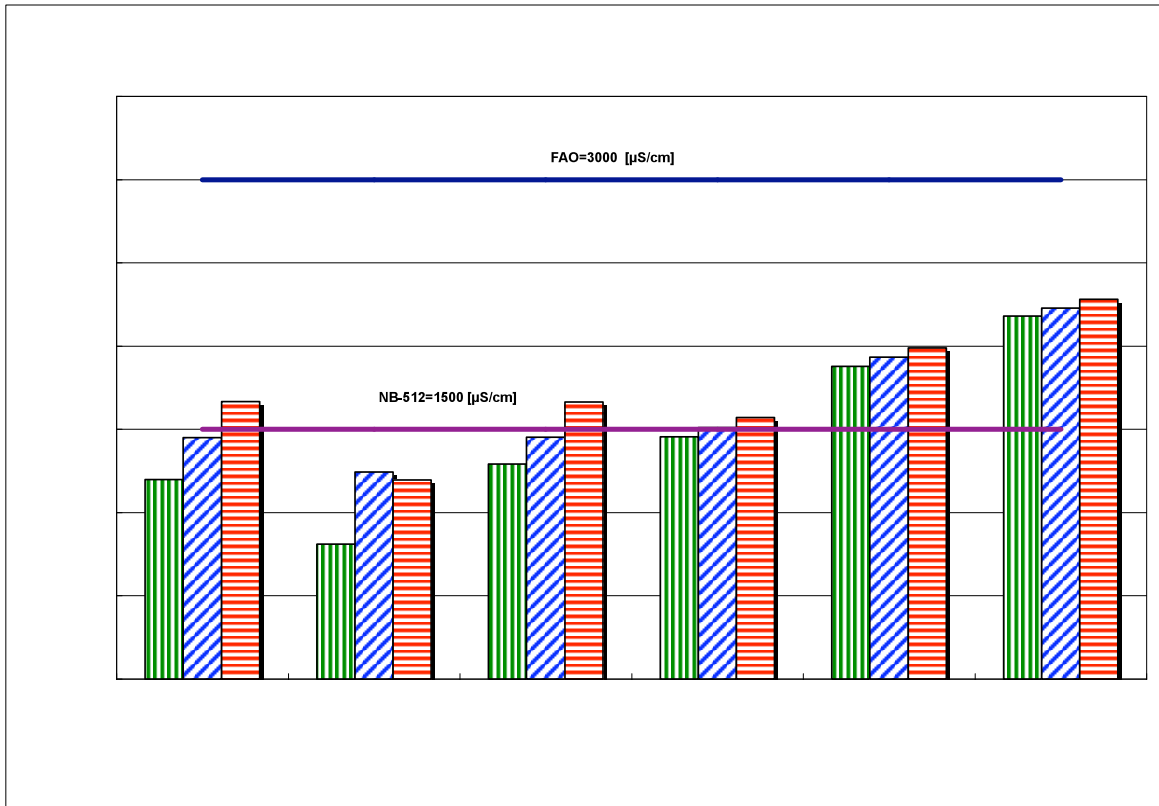
GRAFICAS DE LAS CONCENTRACIONES DE PARAMETROS TOXICOS EN DISTINTOS ESCENARIOS



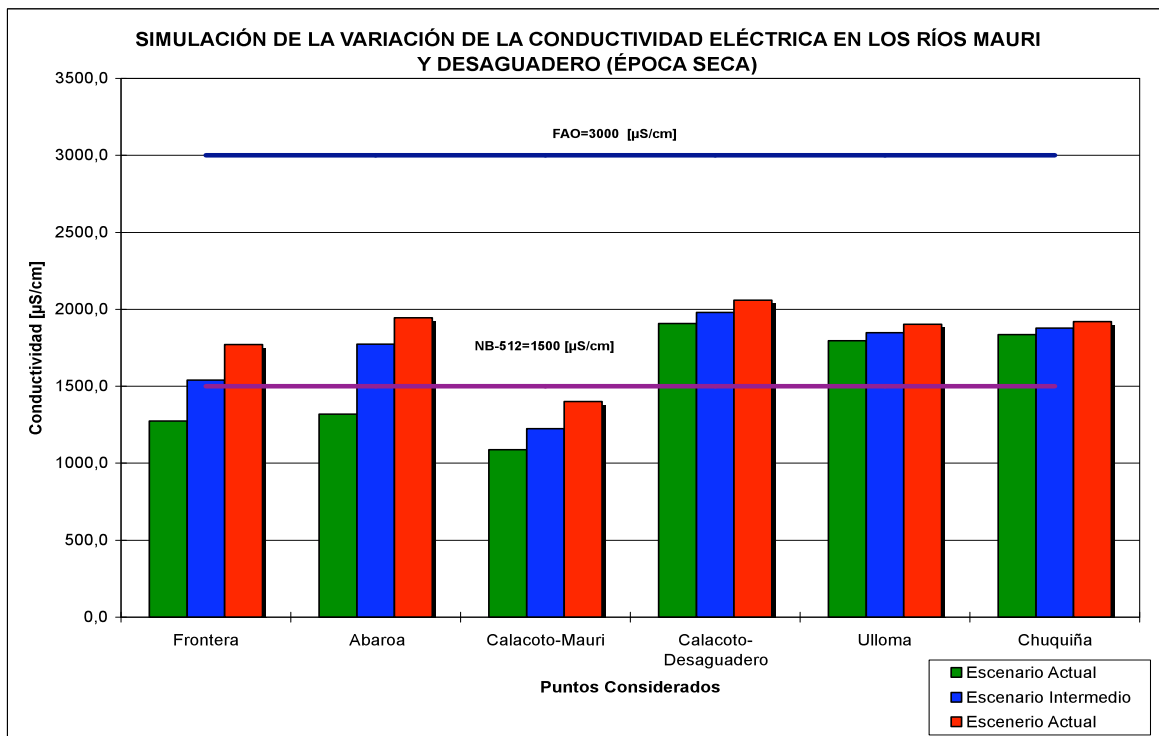
VARIACION DE CAUDALES – ÉPOCA HUMEDA



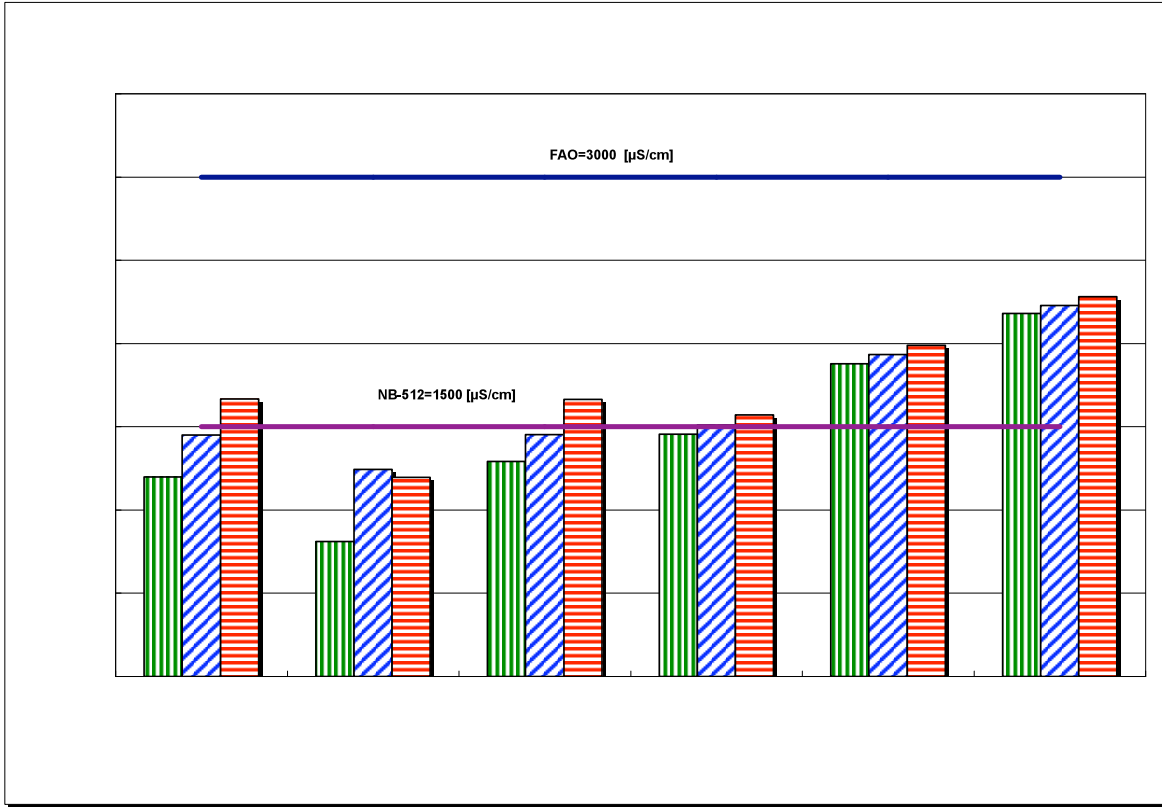
VARIACION DE CAUDALES – EPOCA SECA



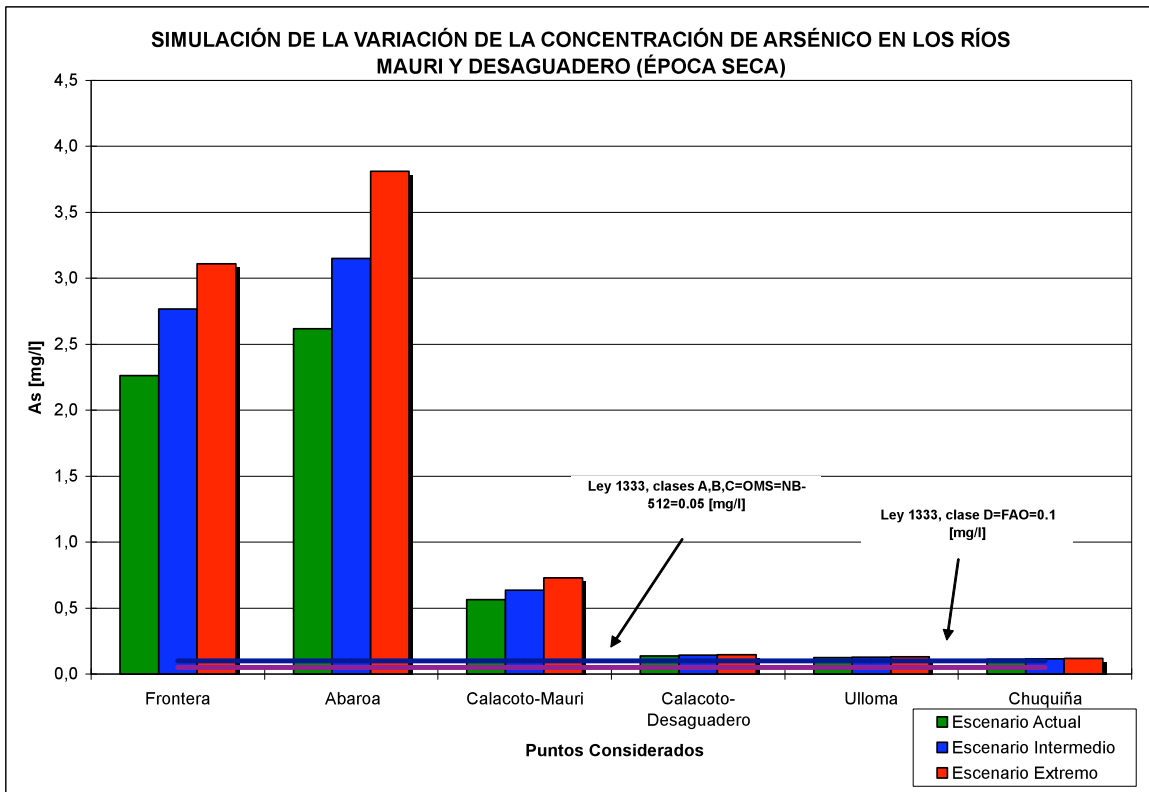
VARIACION DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA – EPOCA HUMEDA



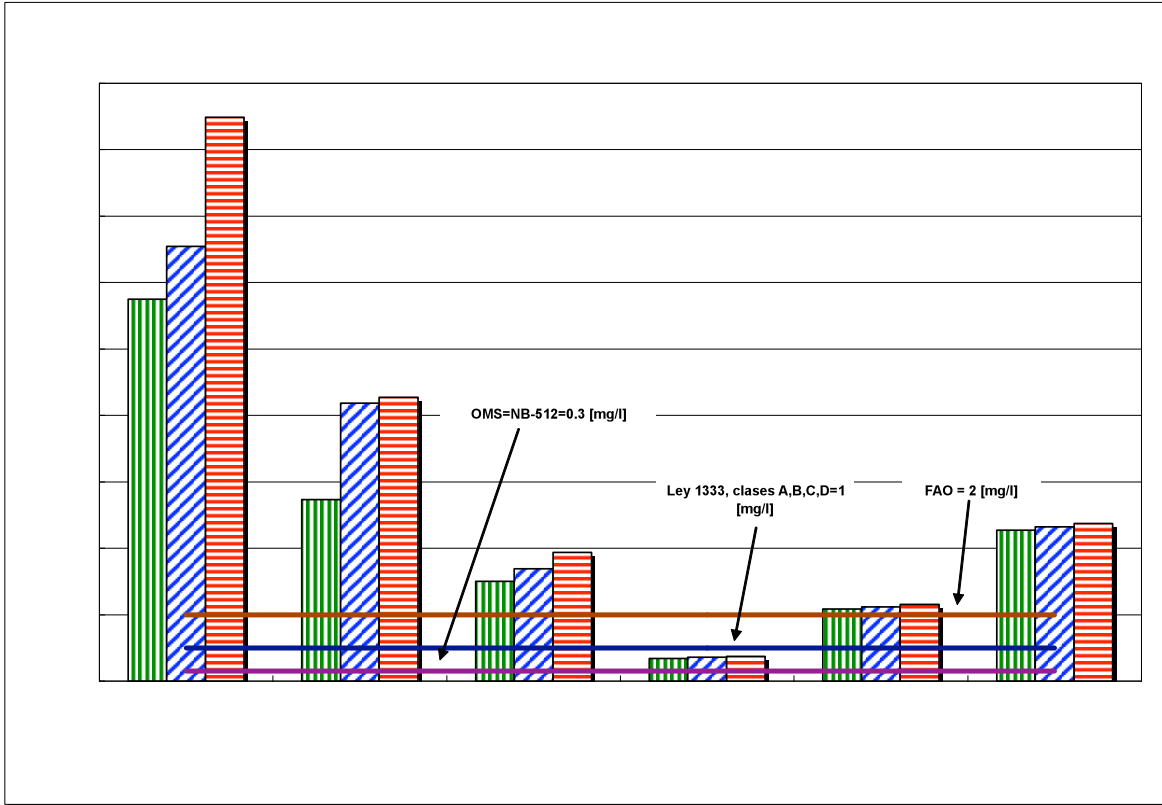
VARIACION DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA – EPOCA SECA



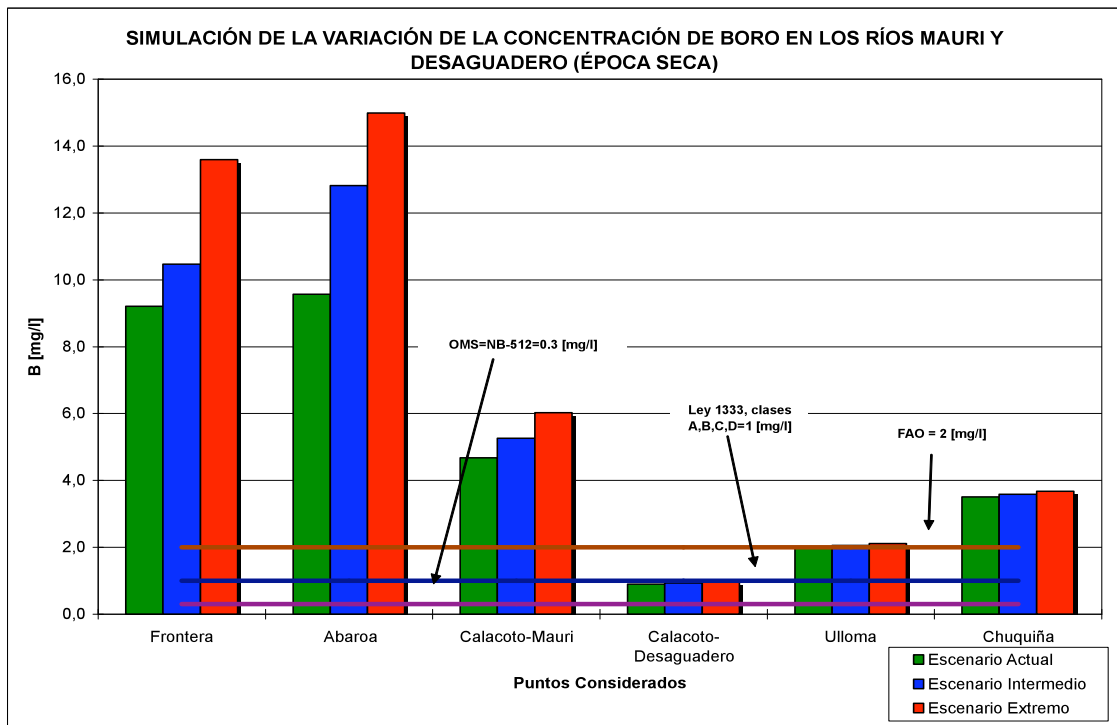
VARIACION DE ARSENICO – EPOCA HUMEDA



VARIACION DE ARSENICO – EPOCA SECA



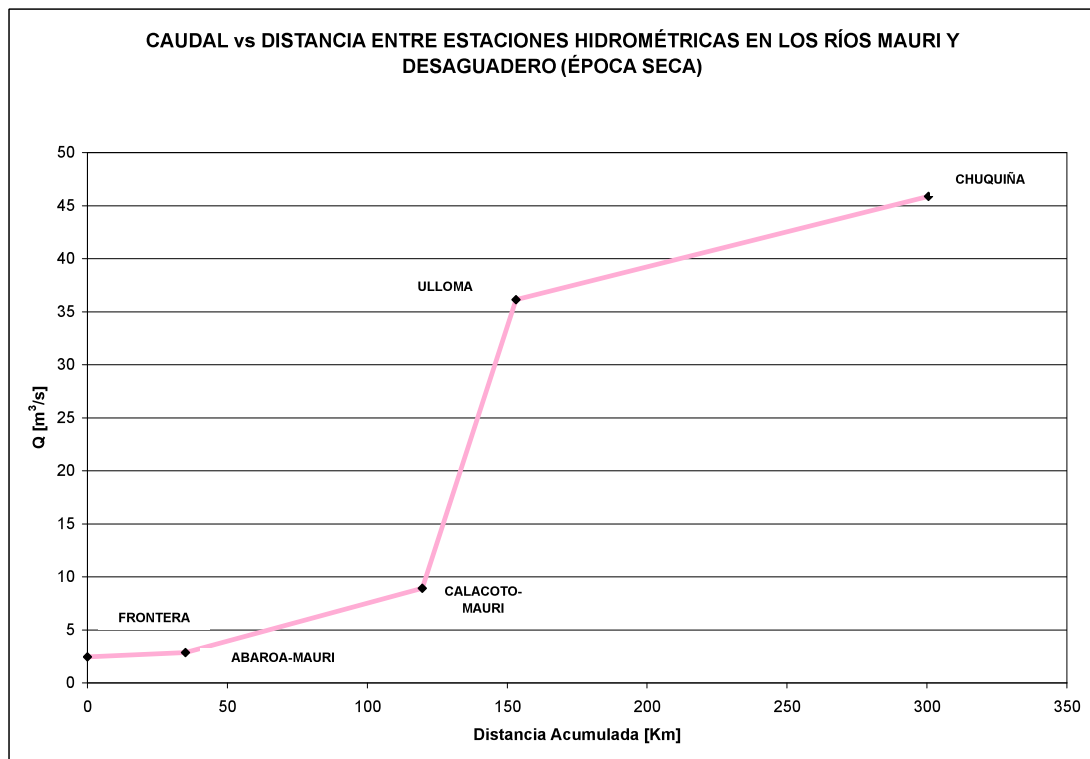
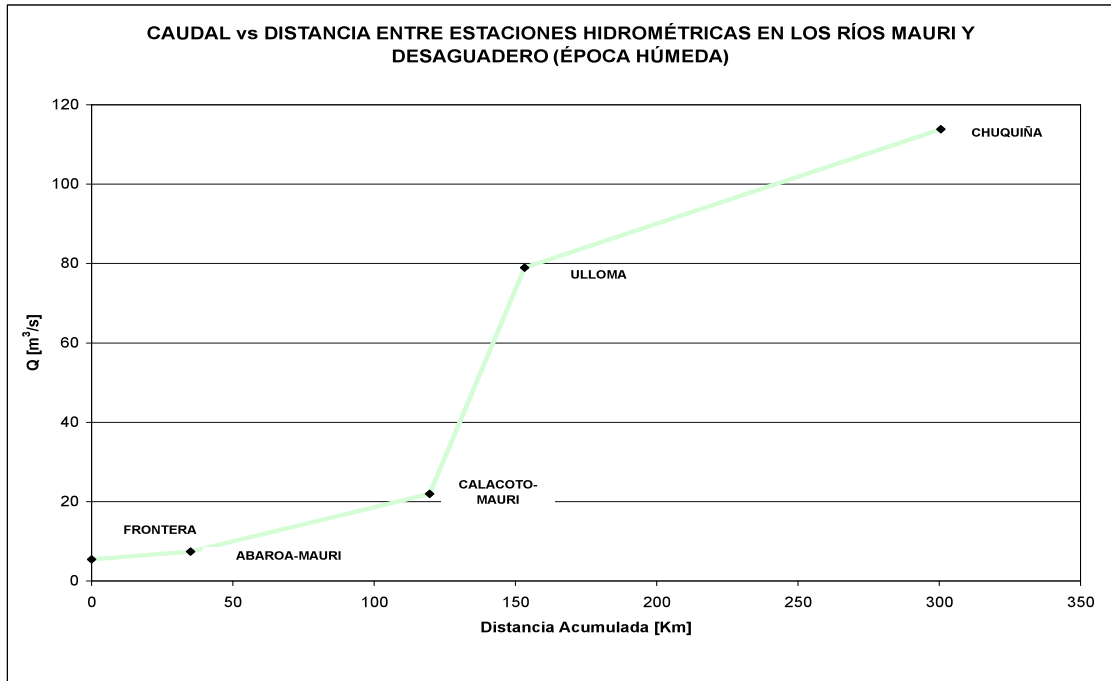
VARIACION DE BORO – EPOCA HUMEDA

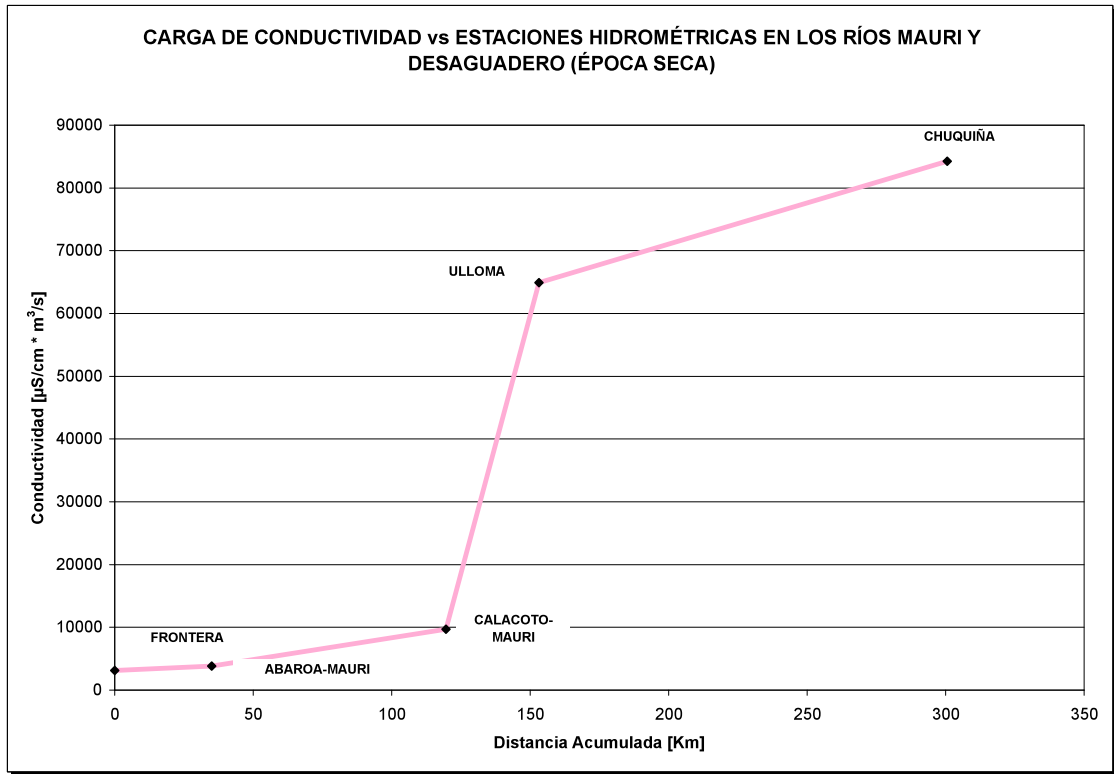
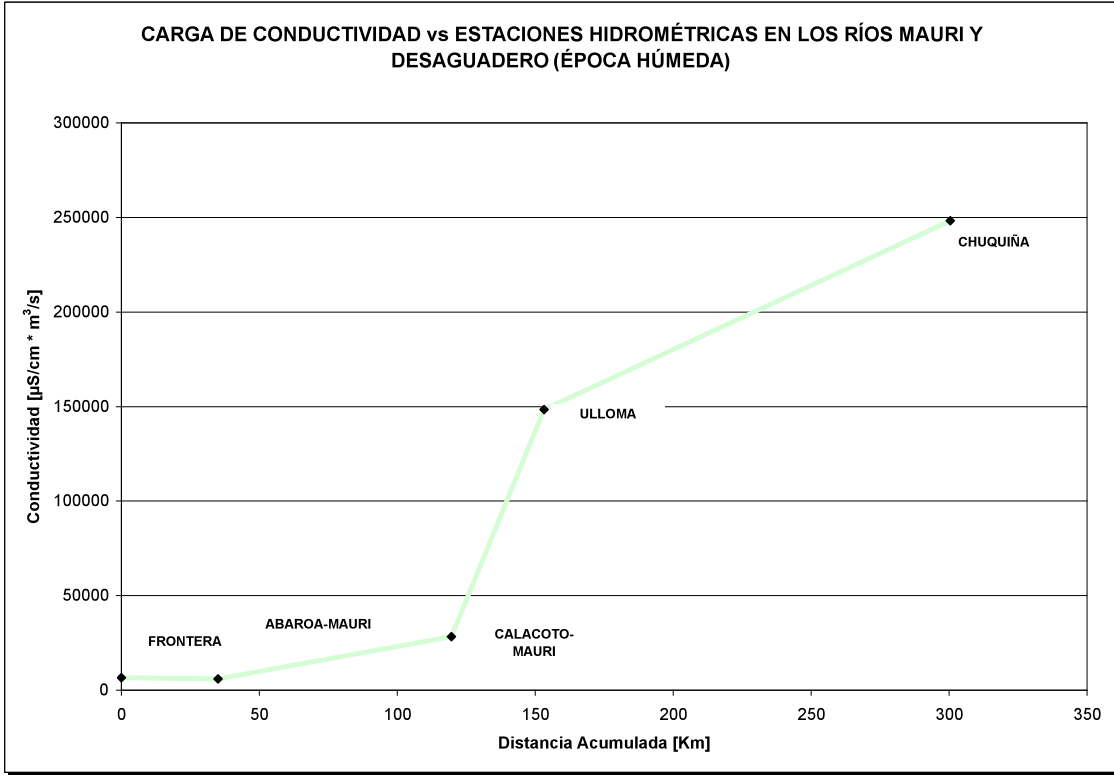


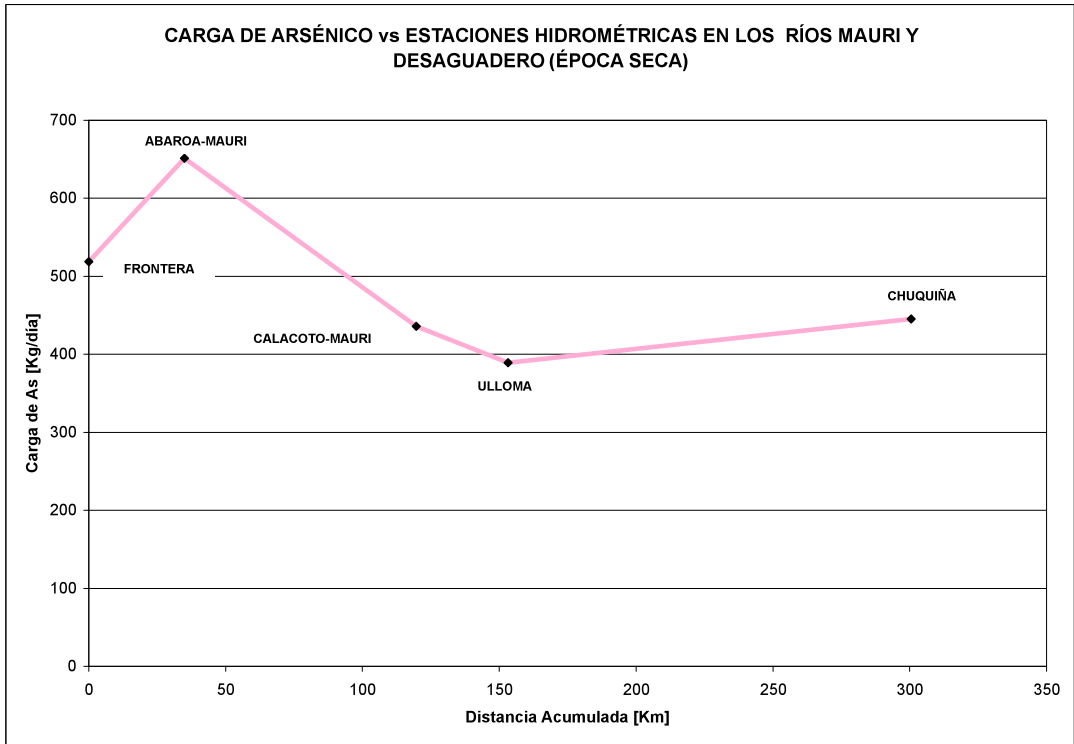
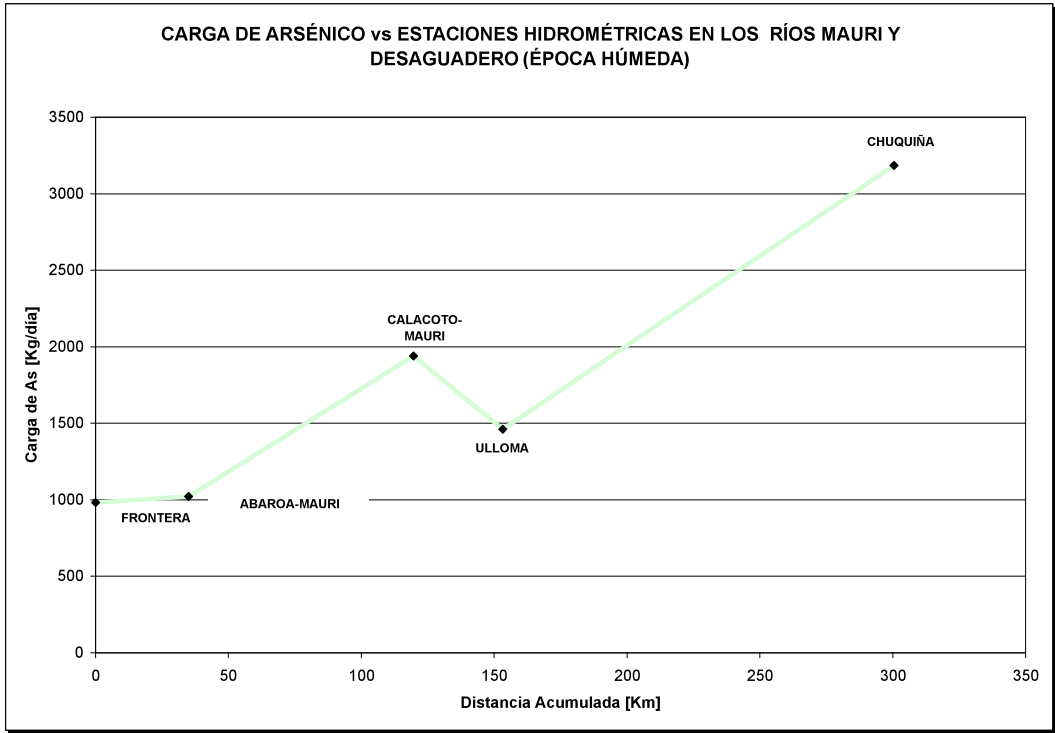
VARIACION DE BORO – EPOCA SECA

ANEXO

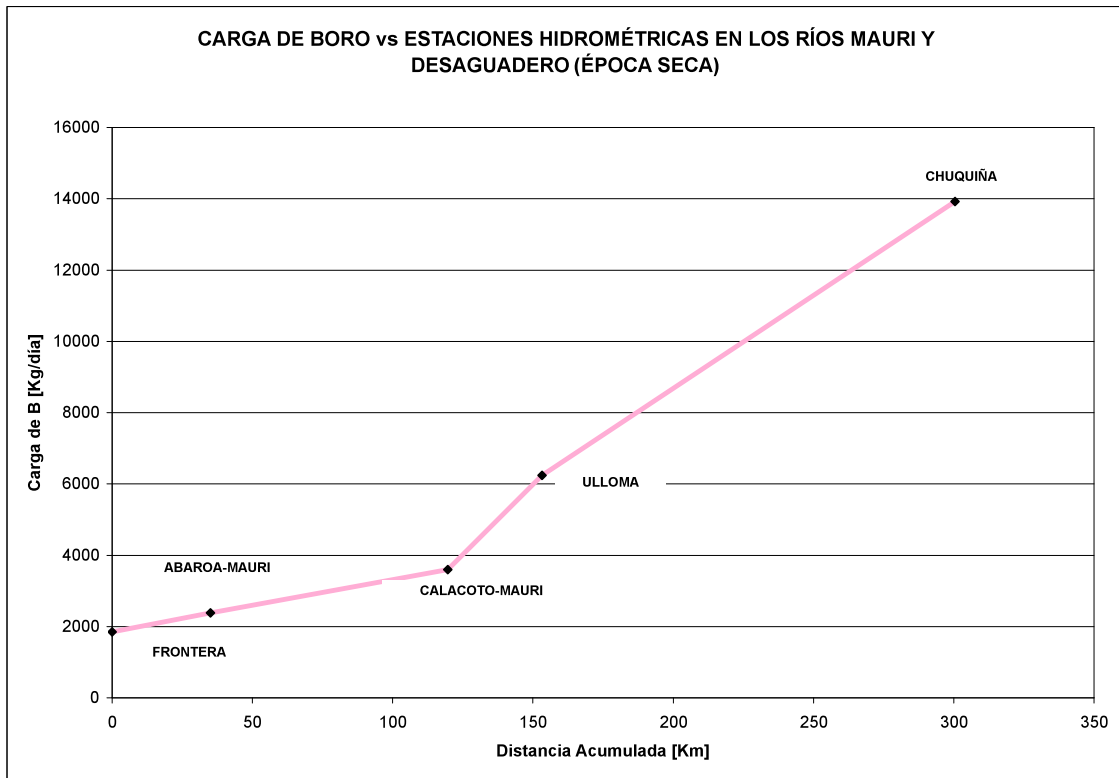
DISTRIBUCIÓN DE CARGAS DE ELEMENTOS TÓXICOS





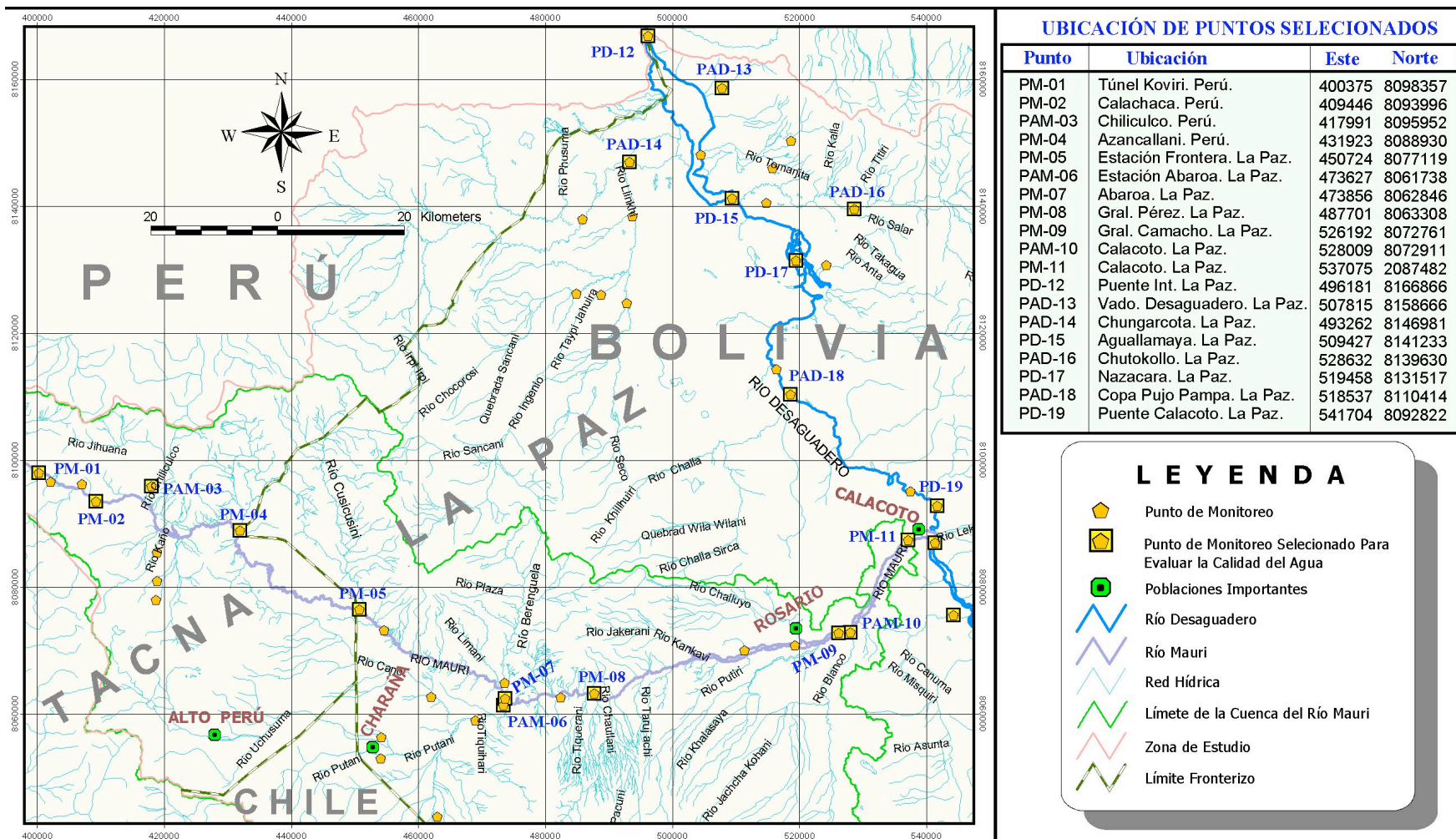


EL COMPORTAMIENTO ERRÁTICO DEL As PUEDE DEBERSE A UN ORIGEN NATURAL, ADEMÁS DEL PROVENIENTE DEL PERÚ



ANEXO

PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA (RÍOS MAURI Y DESAGUADERO)



PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA (RÍO DESAGUADERO)

